

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**INFLUÊNCIA DOS HERBICIDAS GLIFOSATO E
GLIFOSATO+2,4-D SOBRE A POPULAÇÃO DE ÁCAROS
(ARACHNIDA: ACARI) EDÁFICOS EM SISTEMAS DE
PLANTIO DIRETO E PLANTIO CONVENCIONAL**

DANIELE FABIANA GLAESER

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL
2008**

**INFLUÊNCIA DOS HERBICIDAS GLIFOSATO E
GLIFOSATO+2,4-D SOBRE A POPULAÇÃO DE ÁCAROS
(ARACHNIDA: ACARI) EDÁFICOS EM SISTEMAS DE
PLANTIO DIRETO E PLANTIO CONVENCIONAL**

DANIELE FABIANA GLAESER
Bióloga

Orientador: DR. HONÓRIO ROBERTO DOS SANTOS

Dissertação apresentada a Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para a obtenção do título de mestre.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL
2008

595.42 Glaeser, Daniele Fabiana

G543i Influência dos herbicidas glifosato e glifosato+2,4-D sobre a população de ácaros (Aracnida: Acari) edáficos em sistemas de plantio direto e plantio convencional/ Daniele Fabiana Glaeser. – Dourados, MS: UFGD, 2008. 34 p.

Orientador: Prof. Dr. Honório Roberto dos Santos
Dissertação (Mestrado em Agronomia) –
Universidade Federal da Grande Dourados.

I. Título. 1. Mesofauna edáfica. 2. Matéria orgânica. 3. Profundidade 4. Herbicidas.

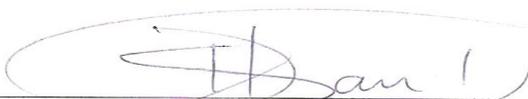
**INFLUÊNCIA DOS HERBICIDAS GLIFOSATO E GLIFOSATO+2,4-D SOBRE
A POPULAÇÃO DE ÁCAROS (ARACHNIDA: ACARI) EDÁFICOS EM
SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO E PLANTIO CONVENCIONAL**

Por

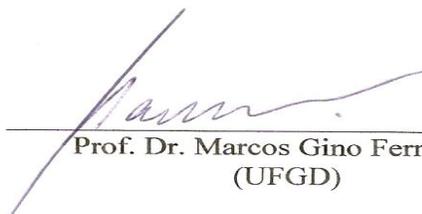
Daniele Fabiana Glaeser

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE
EM AGRONOMIA

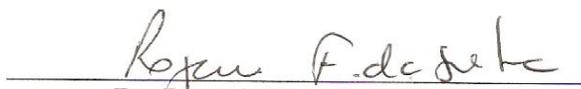
Aprovada em: 29 de fevereiro de 2008



Prof. Honório Roberto dos Santos
(UFGD) (Orientador)



Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes
(UFGD)



Dr. Rogério Ferreira da Silva
(UEMS)

OFEREÇO

A DEUS, razão da minha existência

E a minha filhinha Geovana.

DEDICO

*Aos meus pais: Vera Lúcia Glaeser
e Darci João Glaeser;*

*Irmãos: Daiane Luana Glaeser e
Daniel Aparecido Glaeser;*

Esposo: Héric de Souza Paiva.

AGRADECIMENTOS

Meu reconhecimento a todos aqueles que colaboraram direta ou indiretamente para que este trabalho pudesse ser realizado, pois este, não se resume a uma simples dissertação, mas representa a realização de um sonho.

Agradeço ao professor Dr. Honório Roberto dos Santos pela orientação, compreensão e amizade.

Ao professor Dr. Manoel Carlos Gonçalves, pela co-orientação, seu conhecimento foi muito útil para a realização da análise estatística.

A professora Maria Helena Pereira Vieira, pela colaboração nas identificações dos ácaros.

Agradeço o apoio do professor Dr. José Oscar Novelino, a quem tenho muita admiração.

Quero lembrar também da professora Dr^a. Silvana Quintão Scalon, professor Dr. Antônio Tadeu Vitorino, Dr. Omar Daniel que fizeram parte da minha trajetória nesses dois anos ao lecionar aulas que fazem parte do meu histórico.

Não poderia deixar de esquecer, o professor Fabrício Fagundes Pereira, pela colaboração neste trabalho e pelo apoio em meus estudos.

Ao professor Marcos Gino Fernandes, pelas sugestões visando complementar os dados em minha dissertação.

Ao Dr. Rogério Ferreira da Silva, pela participação na banca examinadora da dissertação.

Aos funcionários da secretaria da Pós-graduação em Agronomia da UFGD que me auxiliaram em processos burocráticos.

Aos meus amigos, Jocemar José da Silva, Jackeline Matos do Nascimento, Rosimeire Fernandes da Silva e Kellen Fávero.

A CAPES pelo apoio financeiro durante esses dois anos.

Enfim, a Universidade Federal da Grande Dourados, através de todos aqueles que a representam e fazem dessa uma instituição de futuro.

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Efeito das atividades agrícolas sobre a biota edáfica.....	3
2.1.1. Efeito dos sistemas de plantio sobre a biota do solo.....	3
2.1.2. Efeito dos herbicidas sobre a biota edáfica.....	5
2.2. Organismos da mesofauna edáfica.....	6
2.2.1. Importância da mesofauna edáfica.....	7
2.2.2. Acari	8
2.3. Efeito dos fatores ambientais sobre a mesofauna edáfica.....	9
2.3.1. Condições microclimáticas.....	9
2.3.2. Propriedades do solo e organismos edáficos.....	10
2.4. Dinâmica populacional dos organismos da mesofauna edáfica.....	10
2.4.1. Distribuição dos organismos da mesofauna edáfica.....	11
2.4.2. Flutuação populacional.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1. Descrição da área experimental.....	12
3.1.1. Sistemas estudados.....	13
3.2. Procedimentos	14
3.3. Delineamento estatístico.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1. Experimento 1: Sistema de plantio direto.....	16
4.2. Experimento 2: Sistema de plantio convencional.....	19

4.3. Efeito dos sistemas de plantio - Análise conjunta dos experimentos.....	22
5. CONCLUSÕES.....	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
7. ANEXOS.....	33

LISTA DE TABELAS

PÁGINA

QUADRO 1. Média dos atributos da análise química do solo das áreas experimentais na profundidade de 0-5 cm, referente aos tratamentos: glifosato (T1), testemunha (T2) e glifosato+2,4-D (T3). Dourados-MS, 2006-2007.....	12
QUADRO 2. Precipitação e média de precipitação (mm), registradas no período de outubro a dezembro de 2006, janeiro e fevereiro de 2007, Dourados-MS.....	13
QUADRO 3. Análise de variância para as subordens de Acari Cryptostigmata, Prostigmata, Mesostigmata e Astigmata registradas nos sistemas de plantio direto e de plantio convencional. Faculdade de Ciências Agrárias. Dourados-MS, 2006-2007.....	16
QUADRO 4. Valores médios de Acari Cryptostigmata, Prostigmata, Mesostigmata e total de Acari no sistema de plantio direto, em função da interação tratamento x época (1= 15 dias após tratamento - d.a.t.; 2= 30 d.a.t.; 3= 45 d.a.t.; 4= 60 d.a.t.; 5= 75 d.a.t.). Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD. Dourados-MS, 2006- 2007.....	17
QUADRO 5. Valores médios de indivíduos de Acari Cryptostigmata, Mesostigmata e total de Acari no sistema de plantio direto, em função da interação entre profundidade x época. Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD. Dourados-MS, 2006-2007.....	18
QUADRO 6. Valores médios de Acari (subordens: Cryptostigmata, Mesostigmata, Astigmata e total de Acari) encontrado nos diferentes tratamentos aplicados no sistema de plantio convencional. Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD. Dourados-MS, 2006-2007.....	19
QUADRO 7. Valores médios de Acari (subordens: Cryptostigmata, Prostigmata, Mesostigmata, Astigmata e total de Acari) encontrado nas diferentes épocas, no sistema de plantio convencional. Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD. Dourados-MS, 2006-2007.....	20
QUADRO 8. Valores médios de Acari Prostigmata e Astigmata no sistema sob plantio convencional, em função da interação entre tratamento x época. Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD. Dourados-MS, 2006-2007.....	21
QUADRO 9. Valores médios de Acari Mesostigmata no sistema sob plantio convencional, em função da interação entre profundidade x tratamento. Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD. Dourados-MS, 2006-2007.....	21

QUADRO 10. Valores médios de Acari Cryptostigmata, Prostigmata e Mesostigmata, em função da interação entre experimento x tratamento. Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD. Dourados-MS, 2006-2007.....22

QUADRO 11. Valores médios de Acari Cryptostigmata, Prostigmata, Mesostigmata e total de Acari, em função da interação entre sistema de plantio x época. Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD. Dourados-MS, 2006-2007.....23

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
FIGURA 1. Sistema de plantio direto com cultivo de milho.....	13
FIGURA 2. Sistema de plantio convencional com cultivo de milho.....	13
FIGURA 3. Extrator de solo Modelo H.R.S-2006 para a coleta das amostras de solo...	14
FIGURA 4. Amostras de solo retiradas a profundidade de 0 a 5 cm, com anéis de 2,5cm de altura.....	14
FIGURA 5. Mesa expositora.....	15
FIGURA 6. Funis de Berlese.....	15

INFLUÊNCIA DOS HERBICIDAS GLIFOSATO E GLIFOSATO+2,4-D SOBRE A POPULAÇÃO DE ACARI (ARTHROPODA: ACARI) EDÁFICOS EM SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO E PLANTIO CONVENCIONAL

Autora: DANIELE FABIANA GLAESER

Orientador: Prof. Dr. HONÓRIO ROBERTO DOS SANTOS

RESUMO

Diante da importância dos Acari para a manutenção da qualidade do solo e da fragilidade desses organismos às práticas agrícolas, avaliou-se a influência dos herbicidas glifosato e glifosato+2,4-D sobre a população de Acari edáficos em sistema de plantio direto (PD) e de plantio convencional (PC). A pesquisa foi realizada em áreas experimentais da Faculdade de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Grande Dourados, MS. Em cada sistema foram estudados: herbicidas (glifosato, testemunha e glifosato+2,4-D), época (15, 30, 45, 60 e 75 dias após a aplicação dos herbicidas nas parcelas tratadas) e profundidade (0 a 2,5 cm e 2,5 a 5 cm), totalizando 30 tratamentos, em oito repetições. As coletas de solo foram realizadas através de anéis de 2,5 cm de comprimento, com o auxílio de um extrator de solo e posteriormente, as amostras foram alocadas em mesa expositora através de funis de Berlese, onde permaneceram por sete dias. Em seguida, os organismos das amostras foram triados e identificados. O delineamento experimental utilizado foi o Inteiramente Casualizado, no esquema fatorial, sendo os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan ($p < 0,05$). No PD, os herbicidas glifosato e glifosato+2,4-D contribuíram para o aumento do número de Acari, conforme a época de amostragem. No PC, o herbicida glifosato+2,4-D influenciou o aumento desses organismos. A profundidade de 0 a 2,5 cm e o sistema PD apresentou maior número de Acari. Em geral, tanto os herbicidas, quanto as épocas de coleta influenciaram no aumento das populações de Acari.

Palavras-chave: Mesofauna edáfica, matéria orgânica, profundidade e herbicidas

INFLUENCE OF HERBICIDAS GLYPHOSATE AND GLYPHOSATE 2.4-D ON THE POPULATION OF ACARI (ARTHROPODA: ACARI) EDÁFICOS IN NO-TILLAGE SYSTEMS AND CONVENTIONAL TILLAGE

Author: DANIELE FABIANA GLAESER
Adviser: Prof. Dr. HONÓRIO ROBERTO DOS SANTOS

ABSTRACT

Due to the importance of Acari for the maintaining soil quality and the fragility of these bodies to agricultural practices, evaluate the influence of the herbicide glyphosate and glyphosate 2.4-D on the population of Acari edaphic in no-tillage system (NT) and conventional tillage (CT). The research was performed in experimental areas at Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, MS. In each system were studied: herbicides (glyphosate, witness and glyphosate+2.4-D), season (15, 30, 45, 60 and 75 days after application of herbicides in plots treated) and depth (0 to 2.5 and 2.5 cm to 5 cm), totaling 30 treatments on eight repetitions. Sampling of soil were carried out through rings of 2.5 cm, with the aid of an extractor of soil and subsequently, the samples were allocated in table exposure with Berlese funnels, where remained for seven days. Then the bodies of the samples were screened and identified. The experimental design was a Completely Randomized, in the factorial scheme, and the data submitted to the analysis of variance and the mean compared by Duncan test ($p < 0.05$). In the NT, the herbicide glyphosate and glyphosate+2.4-D contributed to the increase in the number of Acari, as the time of sampling. In the CT, the herbicide glyphosate+2.4-D influenced these bodies. The depth of 0 to 2.5 cm and the NT system showed higher number of Acari. In general, both herbicides, as the times of sampling influence the populations of Acari.

Keywords: Edaphic mesofauna, organic matter, depth and herbicides

1. INTRODUÇÃO

As transformações nas atividades agrícolas decorrente da chamada “Revolução Verde”, tem facilitado a vida do homem no campo, mas por outro lado, têm sido responsável pela simplificação dos agroecossistemas (PRIMAVESI, 1997).

Práticas monoculturais facilitam o uso de implementos agrícolas, cuja ação na mobilização do solo desencadeia impactos negativos diretos na superfície do mesmo, tais como, a formação de uma camada compacta e de crostas que resultam na redução da taxa da infiltração de água, aumento na frequência de enxurradas, problemas na emergência de plântulas e aumento da erosão (DÖBEREINER, 1986). A monocultura propicia a utilização de agrotóxicos, cujas conseqüências ao meio ambiente são danosas, poluição das águas superficiais e subterrâneas, poluição do solo e impacto sobre a diversidade de organismos (VIVIAN et al., 2006) que vivem tanto acima da superfície do solo, quanto nos interstícios das partículas deste sistema (PRIMAVESI, 2002).

Convém destacar que, diante dos inúmeros impactos ambientais, o homem começou a repensar em suas práticas agrícolas, reconhecendo a importância da conservação do meio ambiente (LINS, 2004). Um exemplo disso é o crescente interesse dos agricultores, pela implantação do sistema plantio direto, prática impulsionada pelo interesse na conservação do solo aliada a manutenção ou aumento de produtividade. Este sistema de plantio visa através da manutenção da palhada no sistema e com o auxílio da rotação de culturas, proteger o solo da ação erosiva, melhorando as propriedades químicas, físicas e biológicas deste ambiente. Desta forma, os resíduos vegetais ao serem mantidos na superfície garantem uma boa estruturação do solo que é favorável à fauna e a flora edáfica (SAUTTER, 1995).

Os artrópodos são importantes componentes da fauna edáfica. Dentre eles destacam-se os organismos que compõem a mesofauna edáfica que, conforme citado por Singh e Pillai (1975) é composta basicamente de Acari, Collembola, além de Insecta como Diptera, Hymenoptera, Isoptera e outros. Os mais abundantes representantes

desses organismos em diferentes tipos de solo são os Acari (MINEIRO e MORAES, 2001).

Esses organismos têm uma grande importância na decomposição de restos vegetais, contribuindo para a catalização das atividades microbiana, liberação de nutrientes no solo, (SAUTTER, 2001), e reposição de nutrientes na cadeia alimentar (VIEIRA e SANTOS, 2001), sendo, portanto, bons indicadores da fertilidade do solo (RODRIGUES, 2004).

Fatores como precipitação, temperatura e umidade do ar e do solo, exercem influências sobre a biota edáfica. Esses organismos são afetados também, pela compactação, profundidade de aeração, redução da quantidade e qualidade do material orgânico e destruição do revestimento vegetal da área, causando variações microclimáticas (DUCATTI, 2002; RODRIGUES, 2004), além de serem influenciados pelo uso de herbicidas e outros produtos químicos nas lavouras.

Os agroquímicos acarretam danos ao meio ambiente, poluição das águas superficiais e subterrâneas, poluição do solo e impacto sobre a diversidade de organismos (VIVIAN et al., 2006) que vivem tanto acima da superfície do solo, quanto nos interstícios das partículas deste sistema (PRIMAVESI, 2002).

Na região de Dourados-MS, os herbicidas glifosato e 2,4-D são muito utilizados nas lavouras e pouco se sabe sobre o impacto destes produtos sobre a mesofauna edáfica. Desta forma, considerando a importância destes organismos para a manutenção da qualidade do solo, e a fragilidade dos mesmos às condições microclimáticas, bem como às práticas agrícolas adotadas pelo homem, pretendeu-se com este trabalho, avaliar a influência dos herbicidas glifosato e glifosato+2,4-D sobre a população de Acari edáficos em sistema de plantio direto e de plantio convencional.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Efeito das práticas agrícolas sobre a biota edáfica

O crescimento exponencial da população humana tem contribuído para a intensificação das atividades agrícolas, em decorrência das necessidades básicas do homem e com o auxílio da mecanização e insumos agrícolas, problemas como compactação, menor capacidade de retenção de água, perdas de solos por erosão, lixiviação de nutrientes, e impacto dos agrotóxicos sobre a biota do solo, tem simplificado a dinâmica dos agroecossistemas, além de não respeitar a capacidade de uso da terra (GLIESSMAN, 2000).

O ambiente dos organismos do solo gera um ecossistema que pode ser influenciado por algumas combinações de fatores de uso da terra, tais como, a lavoura, a aplicação de pesticidas e fertilizantes, compactação do solo durante a colheita e a remoção de biomassa vegetal (MINOR e CIANCIOLO, 2007).

Arroyo e Iturrondobeitia (2006) ao estudar áreas cultivadas da província de Burgos na Espanha, observaram que o uso de práticas agrícolas tradicionais nestas áreas, dentre elas, o uso exclusivo de fertilizantes inorgânicos, o uso de agroquímicos e a queimada de resíduos culturais depois da colheita causou efeitos negativos no solo, resultando em decréscimos na biodiversidade, sobretudo, de Acari.

2.1.1. Efeito dos sistemas de plantio sobre a biota do solo

A monocultura em sistema convencional é uma prática agrícola muito comum e tende a reduzir a diversidade da biota, sobretudo, por favorecer o aumento de algumas poucas espécies em detrimento de outras menos resistentes, (BUCKMAN e BRADY, 1983 citado por SAUTTER, 1995) o que constitui uma resposta do desequilíbrio ambiental. Neste sistema a distribuição da matéria orgânica e dos nutrientes no perfil é mais uniforme, em virtude da inversão da camada superficial e da incorporação dos resíduos durante a aração (ALVAREZ et al., 1995).

A mudança do ecossistema natural para o agroecossistema provoca alterações profundas nas propriedades do solo, resultando numa mudança súbita no nicho ecológico, pois a quantidade de resíduos vegetais que serve de alimentos para os organismos edáficos é reduzida (BRADY, 1989).

O emprego de máquinas de grande porte e a intensificação cada vez maior das atividades de preparo do solo, como arações, gradagens e escarificações, entre outras, promovem uma acentuada degradação de caráter químico, físico e biológico, comumente observada em forma de erosão (FANCELLI e FAVARIN, 1989), além de compactação. Sistemas compactados exercem influências sobre os organismos da mesofauna edáfica em virtude da sensibilidade destes (CHRISTIANSEN, 1964; USHIWATA et al.1995; SAUTTER, 2001). A compactação do solo, segundo Bzuneck (1988) afeta a presença e atividade da mesofauna, especialmente os Collembola e algumas espécies de Acari. Quanto maior a compactação, menor a população de Acari e Collembola no solo (HEISLER e KAISER, 1995).

A abundância e a diversidades da fauna edáfica é reduzida em decorrência das atividades mecânicas (aração e plantio). Junto a ela, grande parte da fauna edáfica pode ser removida (WALLWORK, 1976). Os processos de erosão podem ocorrer também em decorrência de diversos fatores não controláveis, dentre eles, clima, topografia e tipo de solo. O grau de erosão de um solo agrícola pode variar com o tipo de cultura implantada, e é maior sob culturas temporárias do que sob culturas perenes (ATLAVINITE, 1965).

Numa pesquisa realizada no município de Dourados-MS, os resultados demonstram que houve impacto em quatro sistemas de cultivo sobre a fauna do solo (os Acari Cryptostigmata, Mesostigmata e os Collembola). O sistema de pastagem contínua apresentou menor impacto sobre a fauna do solo, seguido da rotação lavoura pecuária e do sistema de plantio direto, sendo que a densidade populacional mais baixa foi no plantio convencional (MUSSURY et al., 2002).

Por outro lado, práticas conservacionistas, como sistema sob plantio direto, cultivo mínimo e outras, tendem a contribuir com a atividade metabólica da biota do solo, melhorando as condições físico-químicas do solo.

No sistema plantio direto, os resíduos culturais mantidos na superfície alteram o regime térmico do solo, conservam a sua umidade, diminuem as perdas de solo por erosão e aumentam a proteção da matéria orgânica no interior dos agregados (BAYER e MIELNICZUK, 1997) e conseqüentemente promove um aumento da

matéria orgânica junto à superfície do solo. Nesse sistema, os resíduos vegetais ao serem mantidos na superfície garantem uma boa estruturação do solo que é favorável à fauna e a flora edáfica (SAUTTER, 1995). Um solo submetido ao sistema de plantio direto apresenta maior diversidade de macro e mesoorganismos, quando comparado ao convencional (VIEIRA e SANTOS, 2001).

Neste contexto, a biota também é afetada pelo tipo de uso do solo, constituindo, portanto, em um reflexo do manejo (PANKHURST e LYNCH, 1994). Diversos pesquisadores relatam à importância dos organismos edáficos como indicadores de qualidade do solo. Este tema tem sido estimulado pela recente conscientização de que o solo é um recurso vital, tanto para a produção de alimentos e fibras, quanto para o funcionamento global dos ecossistemas (DORAN et al., 1996), bem como pela constatação de que os processos de degradação têm afetado uma porção considerável dos solos atualmente em uso (TÓTOLA e CHAER, 2002).

2.1.2. Efeito dos herbicidas sobre a biota edáfica

Os herbicidas quando aplicados repetidamente no solo por vários anos podem ter sua taxa de degradação aumentada em relação aos solos sem a aplicação do produto, pois os microrganismos presentes podem estar mais adaptados à presença do composto e apresentar enzimas específicas para metabolizá-lo (ARAÚJO et al., 2003). Em relação à mesofauna edáfica, são poucos os estudos, que retratam o impacto da utilização de herbicidas sobre esses organismos. Mas em geral, tem se observado que o grau de impacto é variável, dependendo do tipo e dose de herbicida aplicado. Dentre os vários tipos de herbicidas utilizados nos campos agrícolas, destacam-se: o glifosato e o 2,4-D.

O glifosato (N-(fosfonometil) glicina, $C_3H_8NO_5P$) é um herbicida pós-emergente, pouco persistente no solo (ANDREI, 2005), sendo facilmente degradado pelos microorganismos. Contudo, a rápida degradação desse produto depende do tipo de solo e da fauna presente (VIEIRA, 1999). A maioria dos produtos à base de glifosato é feita ou usada com um surfactante, produtos que auxilia o glifosato a penetrar no tecido celular das plantas (LINS, 2004). Este surfactante é mais tóxico que o glifosato puro (COX, 1998). Seu mecanismo de ação baseia-se na interrupção da rota do ácido chiquímico, responsável pela produção dos aminoácidos aromáticos fenilalanina,

tirosina e triptofano, essenciais para a síntese protéica e divisão celular em regiões meristemáticas da planta (COLE et al., 1983).

Quando o glifosato é aplicado, parte do produto é diretamente absorvida pelas plantas daninhas, e a outra parte é depositada no solo. A parte do produto que é retirada nos tecidos vegetais contribui para reduzir sua disponibilidade no ambiente, e este produto somente irá atingir o solo quando a matéria seca dessas plantas daninhas for decomposta pelos organismos heterotróficos do solo e na maior parte das vezes não mais como glifosato. Uma característica importante do glifosato é a sua capacidade de ser adsorvido pelas partículas de solo e permanecer inativo até sua completa degradação (GALLI et al., 2005).

O herbicida ácido 2,4 diclorofenoxiacético ($C_8H_6Cl_2O_3$) conhecido como 2,4-D é utilizado na forma pré e pós emergente, dependendo da cultura. Este herbicida de caráter sistêmico apresenta translocação aposimoplástica, atingindo todas as partes da planta, e conseqüentemente, pode provocar distúrbios bioquímicos na respiração e na alongação, na formação de tecidos novos dos vegetais, além de outros distúrbios (HERTWING, 1983). A decomposição no solo pode ocorrer num período de quatro a oito semanas após sua utilização e depende das condições de umidade do solo (VIEIRA, 1999). Mas de modo geral, apresenta certa resistência a métodos convencionais de degradação como, por exemplo, a degradação química, biológica e fotoquímica, onde sua destruição torna-se bastante difícil (BENOIT et al., 1998).

2.2. Organismos da mesofauna edáfica

A mesofauna edáfica é constituída por espécies que se movimentam nos poros do solo, nas fissuras e na interface entre a liteira e o solo (POGGIANI et al., 1996, DUCATTI, 2002) sendo representada, por organismos de tamanho diminuto que varia de 0,2 a 2,0 mm (LAVELLE et al., 1994), composta basicamente por Acari, Collembola, além de pequenos Miriapoda (diplópodos e quilópodos), Coleoptera, Diptera, Hymenoptera e Isoptera (BURGES, 1971). Vivem desde a zona de vegetação (zona epígea) até níveis orgânicos associados a superfícies do solo (zona hemiedáfica) e também em extratos mais profundos do perfil (zona euedáfica) o que depende da espécie (WALLWORK, 1976). A maior densidade dos organismos edáficos encontra-se nos primeiros cinco a sete centímetros (BERG e PAWLUK, 1984). Para estes autores,

essa observação é atribuída à diminuição do espaço poroso e da matéria orgânica à medida que aumenta a profundidade.

Os grupos mais abundantes da mesofauna edáfica são os Acari e Collembola, juntos constituem de 72 a 97% dos indivíduos da fauna total de artrópodos do solo (SINGH e PILLAI, 1975).

Os Acari e Collembola contribuem para a formação do solo, alimentando-se de material grosseiro que, após sofrer a ação de enzimas, é parcialmente excretado em forma de fezes, ou “pelets” fecais (PRIMAVESI, 2002). Ao serem adicionadas ao solo podem ser aproveitadas pelos demais organismos da cadeia alimentar, dando como produto final o húmus (VIEIRA, 1999).

2.2.1. Importância da mesofauna edáfica

O solo é um ambiente de grande complexidade, pois tanto a sua formação, quanto a sua qualidade depende de um conjunto de fatores que interagem entre si, dentre eles, os atributos químicos, físicos e biológicos (PRIMAVESI, 2002).

Os organismos edáficos em suas atividades fisiológicas e metabólicas atuam sobre os compostos orgânicos promovendo a decomposição principalmente quando da alimentação. Na verdade, os diferentes organismos se relacionam, ou através da cadeia alimentar, por meio da predação, ou ainda, atuando de uma forma sucessiva (macrofauna, mesofauna e microfauna) na degradação de materiais orgânicos grosseiros. A ciclagem de nutrientes é fundamental para a disponibilização dos elementos minerais para as plantas e depende da atuação dos organismos edáficos, que também contribuem para a melhoria das condições físicas do solo, devendo ser levados em consideração, para a obtenção de boas produtividades agrícolas (PRIMAVESI, 2002).

A atividade da mesofauna contribui para a fertilidade do solo em virtude da melhoria de sua estrutura, e do aumento da porosidade do solo através da reorganização das partículas (BERG e PAWLUK, 1984). Aceleram a mineralização dos nutrientes (SEASTED e CROSSLEY, 1980; SEASTED, 1984), aumentam em até seis vezes a velocidade de decomposição dos compostos orgânicos (BEHAN et al., 1978) e promovem o transporte da matéria orgânica para níveis mais profundos do perfil do solo e vice-versa (VIEIRA, 1999). Portanto são bons indicadores da fertilidade do solo (RODRIGUES, 2004).

As galerias construídas e a excreção de “pellets” fecais por organismos do solo modificam o espaço poroso e desempenham importantes funções na aeração e na permeabilidade do solo, pois facilitam a circulação do ar e a infiltração de água, além de favorecer a penetração de raízes (FISHER e BINKLEY, 2000).

2.2.2. Acari

Os Acari constituem grupos de organismos de vida livre ou parasita (DUCATTI, 2002) representados por uma grande diversidade de formas, habitats e comportamento, sendo encontrado em quase todos os locais acessíveis à vida animal (FLECHTMANN, 1975; VIEIRA et al., 2002).

Conforme citado por Flechtmann (1975), fósseis destes organismos datam do final da Era Proterozóica ou início da Paleozóica. Atualmente são mais de 100.000 espécies de Acari conhecidas, sendo que cerca da metade são habitantes do solo (EISENBEIS e WICHARD, 1985). Esta diversidade se intensifica com a complexidade da cobertura vegetal e da densidade de biomassa produzida (VIEIRA, 1999).

Em solos agrícolas as subordens mais representativas de Acari são os Cryprostigmata, Mesostigmata, Prostigmata e Astigmata (ROMERA, 2006).

Os Cryptostigmata também denominados de Oribatei são os representantes de Acari edáficos mais comuns (PASCHOAL et al., 1996) são dotados de escudos duros e protetores que envolvem todo o corpo e seu tamanho varia de 0,2 a 1,3 mm, ocorrendo uma ou duas gerações por ano (FLECHTMANN, 1975; PASCHOAL et al., 1996). São decompositores por excelência, alimentando-se basicamente de detritos vegetais, algas e fungos (PASCHOAL et al., 1996 citado por DUCATTI, 2002) e são encontrados com maior frequência nas camadas superficiais do solo (FLECHTMANN, 1975).

Os Acari da subordem Mesostigmata também conhecidos como Gamasida compreendem um grande número de espécies edáficas. A maioria deles vive na serapilheira, solo e húmus e muitos são predadores de nematóides e microartrópodos (MINEIRO e MORAES, 2001), como por exemplo, os Collembola. Além de predadores podem ser saprófagos e detritípagos (FLECHTMANN, 1975). Apresentam um tamanho médio variando de 0,2 à 2 mm com presença de cutícula muito esclerotizada (DUCATTI, 2002). Maior percentagem de ocorrência geralmente é registrada a uma profundidade de quatro a seis centímetros (KRANTZ, 1975).

Os Prostigmata são Acari pouco esclerotizados quando comparado aos Mesostigmata. Esses ácaros apresentam hábitos alimentares diferenciados (fungívoros, predadores, parasitas) podendo de acordo com a espécie ingerir partículas sólidas ou somente líquidos (KRANTZ, 1975, COLEMAN e CROSSLEY, 1996).

Os Astigmata em geral são dotados de movimentos lentos, apresentam cutícula transparente e elástica, podendo ter algumas regiões esclerotizadas. São cosmopolitas e variam de 0,2 a 1,8 mm de comprimento, com hábitos alimentares bastante diferenciados, havendo espécies micófagas, saprófagas e parasitas (FLECHTMANN, 1975).

2.3. Efeito dos fatores ambientais sobre os organismos da mesofauna edáfica

As diferentes espécies de organismos edáficos e sua abundância e distribuição dependem de uma combinação particular de fatores ambientais, tais como: umidade, temperatura, teores de matéria orgânica e outros.

A composição, distribuição e densidade da acarofauna edáfica varia de acordo com a profundidade do solo, o tamanho dos Acari, a localidade e a estação do ano (WALLWORK, 1970; COLEMAN e CROSSLEY, 1996), além de outros fatores, como, umidade, temperatura e teores de matéria orgânica.

2.3.1. Condições microclimáticas

As condições de umidade e temperatura são um dos principais fatores que afetam a abundância, composição e a flutuação populacional dos organismos da mesofauna edáfica.

Muitos representantes de Acari pertencentes à subordem Cryptostigmata, requerem condições de umidade próximas a saturação e sua permanência no solo em comparação com habitats mais expostos reflete a dependência da umidade elevada (WALLWORK, 1971).

A baixa umidade do solo resulta em migração, queda na reprodução e alta mortalidade dos organismos (LINS, 2004). Outros comportamentos podem ainda ser observados como: construção de células protetoras, diferentes graus de inatividade, ecomorfose e mudanças drásticas no fenótipo, como a esterilização de machos e fêmeas

e retardamento no desenvolvimento sexual de formas imaturas (BUTCHER et al., 1971).

Quanto ao efeito da temperatura, Ducatti (2002) ao estudar áreas de revegetação e fragmentos florestais em Piracicaba-SP, observou que a exposição dos Acari a temperaturas mais elevadas e a maiores flutuações populacionais apresentou-se como uma das causas de variação da densidade e presença de Acari no solo, sendo que no fragmento de mata, ambiente com temperatura do solo inferior ao da revegetação, a densidade destes organismos foi maior em todas as amostragens. As amplitudes de variação térmica e hídrica do solo ao longo das estações climáticas do ano são fatores que fazem com que os organismos do solo encontrem um microambiente mais adequado para a sua sobrevivência e multiplicação (GONÇALVES et al., 2000).

2.3.2. Propriedades do solo e organismos edáficos

Além da interação dos diferentes componentes da biota edáfica, a abundância e distribuição da mesofauna edáfica é afetada pelas propriedades físico-química do solo.

Quanto maior a fertilidade do solo, em geral maior a abundância e diversidade desses organismos. No caso das condições físicas, estas exercem influências sobre a fauna do solo, sendo a textura e a estrutura fatores limitantes e selecionadores desses organismos (SAUTTER, 1995).

Neste contexto, ressalta-se que o tamanho dos poros influencia sobre a distribuição dos Arthropoda no solo sendo um fator limitante na profundidade ocupada por esses organismos, pelo fato de restringir os movimentos destes por entre as partículas do solo (BUTCHER et al., 1971). Em solos com volumes de poros reduzidos, observa-se uma predominância de pequenos Arthropoda.

2.4. Dinâmica populacional dos organismos da mesofauna edáfica

Como mencionado, a dinâmica e a distribuição desses organismos edáficos depende de um conjunto de fatores ambientais que interagem entre si. Neste contexto, algumas espécies mais sensíveis a amplas variações de hábitat podem ser usadas como indicadores de condições ambientais específicas, outras são capazes de tolerar uma

ampla gama de condições ecológicas, sendo, portanto indicadores ambientais muito pobres (WALLWORK, 1971).

2.4.1. Distribuição dos organismos da mesofauna no solo

A distribuição vertical das espécies constituintes da mesofauna edáfica varia com a profundidade do solo. Neste contexto, distingui-se em qualquer tipo de vegetação três zonas ecológicas: 1) Zona epígea (zona de vegetação), 2) Zona hemiedáfica (níveis orgânicos associados a superfície do solo) e 3) Zona euedáfica (os estratos mais profundos do solo) (WALLWORK, 1971).

No caso dos Acari, estes são primariamente hemiedáficos, mas podem dependendo da atividade e tolerância de cada espécie ocupar outras camadas ecológicas. As freqüentes variações de umidade na zona epígea, associada a extremos de temperatura e dessecação podem influenciar na distribuição desses organismos para as camadas mais profundas do solo. Por outro lado, com o aumento da profundidade o diâmetro dos interstícios do solo diminui, tornando-se um fator limitante para espécies de maior tamanho. Nos estratos mais profundos, outro fator que limita abundância de organismos é a menor disponibilidade de alimentos (WALLWORK, 1971).

A distribuição horizontal dos Acari no solo, também é observada freqüentemente nos estudos sobre esses organismos, verificando-se uma relação com a heterogeneidade do solo em seus diversos aspectos e o modo de vida dos diferentes tipos de Acari, que geralmente vivem em agregados (BUTCHER et al., 1971).

2.4.2. Flutuação populacional

As flutuações populacionais dos microartrópodos estão intimamente relacionadas com a duração do ciclo biológico e o número de gerações anuais das espécies constituintes, que por sua vez recebem influencia das condições ambientais, observando-se conseqüentemente variações geográficas nos modelos de distribuição (WALLWORK, 1971). O mesmo autor ressalta que, os ciclos biológicos de todas as espécies não são sincrônicos, podendo dependendo da espécie e das condições climatológicas ocorrer de uma a três gerações de indivíduos durante o ano.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição da área experimental

A pesquisa foi realizada em áreas experimentais da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), estado do Mato Grosso do Sul (22° 14,5' S 54° 49' W), no período de novembro de 2006 a fevereiro de 2007.

A região tem uma altitude média de 452 m (SEPLAN-MS. 1990), sendo o solo classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, de textura argilosa e topografia plana (EMBRAPA, 1999). Os resultados da análise química do solo referente às amostras coletadas na profundidade de 0 a 5 cm, nas áreas experimentais estudadas encontram-se no Quadro 1 (análises realizadas no Laboratório de Solos da UFGD).

QUADRO 1. Média de cinco épocas dos atributos da análise química do solo, das áreas experimentais estudadas, na profundidade de 0 a 5 cm, referente aos tratamentos com herbicidas: glifosato (T1), testemunha (T2) e glifosato+2,4-D (T3). Dourados-MS, 2006-2007

	M.O	pH	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
	g dm ⁻³	CaCl ₂	mg/dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³			-----			%	
Plantio convencional											
T1	32,8	4,9	29,6	5,0	6,1	49,6	21,2	66,6	75,8	142,4	52,4
T2	35,8	5,0	40,4	5,4	1,1	53,8	19,8	61,2	79	140,2	56
T3	34,0	5,1	23,2	5,2	5,6	51,6	19,0	57,8	75,8	133,6	56,6
Plantio direto											
T1	36,9	5,0	27,6	5,1	1,3	48,2	16,4	60,6	69,7	130,3	53,0
T2	36,1	5,0	74,6	6,6	1,1	53,2	23,4	62,8	83,2	146,0	56,8
T3	37,7	5,0	20,6	5,1	1,2	50,6	18,2	60,4	73,9	134,3	55,2

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, defini-se como Cwa, com verões quentes e chuvosos, de amplitude térmica bastante variada durante o ano e precipitação anual média de 1390 mm. Os dados de precipitação referente ao último trimestre de 2006 e aos primeiros dois meses de 2007 podem ser observados no Quadro 2 (dados obtidos através da Estação Meteorológica da Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da UFGD).

QUADRO 2: Precipitação total e média diária de precipitação (mm), registradas no período de outubro a dezembro de 2006, janeiro e fevereiro de 2007, Dourados-MS

MESES	Precipitação (mm)	Média de Precipitação (mm)
Outubro/ 2006	100,8	3,3
Novembro/ 2006	92,7	3,1
Dezembro/ 2006	306,6	9,9
Janeiro/ 2007	321,6	10,4
Fevereiro/ 2007	268,4	9,6

3.1.1. Sistemas estudados

Para avaliar o efeito dos herbicidas glifosato e glifosato+ 2,4-D, foram estudados dois sistemas de cultivo, situados a uma distância de 600 metros, um do outro: Sistema de plantio direto (Figura 1) e sistema de plantio convencional (Figura 2), cada um deles constitui-se de um experimento.

Sistema de plantio direto (PD): A área em estudo havia sido cultivada com milho (*Zea mays* L.), cuja palhada ficou depositada na superfície do solo e novamente cultivou-se milho. Esta área tem cerca de 11 anos de manejo no sistema de plantio direto, predominando a sucessão de culturas com soja ou milho no verão, e aveia ou ervilhaca no inverno.

Sistemas de plantio convencional (PC): Antes da implantação do experimento, a área tinha sido cultivada com milho no verão, e permanecido em pousio no inverno. Posteriormente, foi passada uma grade pesada e uma gradagem niveladora para a semeadura do milho.



FIGURA 1: Sistema de plantio direto com cultivo de milho.



FIGURA 2: Sistema de Plantio convencional com cultivo de milho.

3.2. Procedimentos

Os sistemas estudados foram divididos em três áreas de 10mx20m, cada uma delas, recebeu um dos tratamentos, com ou sem herbicidas: herbicida glifosato (a razão de 2,5L/ ha), testemunha (sem aplicação de herbicida), e herbicidas glifosato+2,4-D (glifosato= 1,5L e 2,4-D= 1,0L/ha).

Em cada sistema, foram realizadas coletas de solo quinzenalmente a partir do dia 06/12/2006, totalizando cinco épocas: aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a aplicação dos herbicidas. A profundidade amostrada foi de 0 a 5 cm, com duas estratificações, sendo as amostras retiradas com o auxílio de um extrator de solo (Figura 3), no qual foi acoplado, dois anéis de 2,5cm de espessura (Figura 4). Em seguida, as amostras de solo (72,22 cm³) foram acomodadas em funil de Berlese modificado, com capacidade para 144,44 cm³, as quais foram encaminhadas para o laboratório de Entomologia. Os funis contendo solo foram acoplados em mesa expositora (Figura 5) e permaneceram nestas condições por sete dias. A mesa expositora tem capacidade para 100 funis (Figura 6) e contém cinco lâmpadas de 25 W, situadas a 40 cm das amostras, para a produção de luz e calor. À medida que o solo perde a umidade, se torna desfavorável à presença desses organismos, os quais procuram as camadas mais profundas da amostra, e com isso passam pelo funil, caindo dentro dos frascos coletores contendo líquido conservante (solução de 75% de álcool, 23% de água destilada e 2% de glicerina). A triagem e identificação dos organismos foram realizadas com o auxílio do microscópio estereoscópico, microscópio óptico e chaves de identificação de BALOG (1972) e KRANTZ (1975). As identificações dos Acari foram confirmadas pela professora MSc. Maria Helena Pereira Vieira, da UFGD.



FIGURA 3: Extrator de solo Modelo H.R.S -2006 para a coleta das amostras de solo.



FIGURA 4: Amostras de solo retiradas a profundidade de 0 a 5 cm, com anéis de 2,5 cm de altura.



FIGURA 5: Mesa expositora



FIGURA 6: Funis de Berlese

3.3. Delineamento estatístico

O delineamento experimental utilizado foi o Inteiramente Casualizado, e os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 3x5x2 (herbicidas, época e profundidade), com oito repetições. Os dados foram transformados através da fórmula $\sqrt{x+0,5}$ e depois submetidos à análise de variância (BANZATTO e KRONKA, 2006), e quando houve diferenças significativas, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste de Duncan, a 5% de significância ($p < 0,05$). Além disso, os dados foram submetidos à análise conjunta, para avaliar o efeito dos sistemas de manejo sobre os Acari edáficos. As análises estatísticas foram processadas usando o aplicativo computacional SAEG, versão 9.1.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os herbicidas influenciaram os diferentes representantes de Acari, com exceção dos Acari Astigmata, no PD e Prostigmata, no PC. As épocas de amostragem influenciaram todos os grupos de Acari e a profundidade somente não foi significativa, para os Acari Astigmata. Em relação às interações entre os tratamentos, verificou-se significância variável para cada grupo de Acari e sistema de plantio (Quadro 3).

QUADRO 3. Valor de F da análise de variância para as subordens de Acari Cryptostigmata, Prostigmata, Mesostigmata e Astigmata registradas nos sistemas de plantio direto e plantio convencional. Faculdade de Ciências Agrárias. Dourados-MS, 2006-2007

Plantio direto		Acari			
Causa de Variação	Cryptostigmata	Prostigmata	Mesostigmata	Astigmata	Total
Herbicidas (H)	6,02*	3,11*	3,98*	2,72 ^{NS}	6,82*
Época (E)	12,59*	14,54*	11,98*	7,33*	18,15*
Profundidade (P)	66,18*	13,26*	21,14*	1,60 ^{NS}	57,78*
HxE	7,29*	4,64*	6,27*	1,13 ^{NS}	7,56*
HxP	0,05 ^{NS}	0,21 ^{NS}	0,92 ^{NS}	0,89 ^{NS}	0,16 ^{NS}
ExP	2,89*	1,38 ^{NS}	4,84*	0,29 ^{NS}	2,23 ^{NS}
HxExP	2,61*	1,17 ^{NS}	2,73*	1,73 ^{NS}	2,60*
Plantio convencional		Acari			
Causa de Variação	Cryptostigmata	Prostigmata	Mesostigmata	Astigmata	Total
Herbicida (H)	8,38*	1,79 ^{NS}	6,22*	3,68*	8,23*
Época (E)	9,86*	29,59*	5,99*	5,53*	14,39*
Profundidade (P)	37,32*	8,76*	8,26*	3,15 ^{NS}	42,14*
HxE	1,49 ^{NS}	1,93*	0,87 ^{NS}	2,10*	1,36 ^{NS}
HxP	1,58 ^{NS}	1,47 ^{NS}	5,40*	0,67 ^{NS}	2,07 ^{NS}
ExP	1,09 ^{NS}	1,85 ^{NS}	0,42 ^{NS}	0,91 ^{NS}	0,88 ^{NS}
HxExP	0,44 ^{NS}	0,90 ^{NS}	1,10 ^{NS}	1,22 ^{NS}	0,95 ^{NS}

NS não significativo; * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

4.1. Experimento 1: Sistema de plantio direto

Os herbicidas utilizados na pesquisa influenciaram os organismos das diferentes subordens de Acari, a partir dos 30 dias após a aplicação. Na segunda e terceira época, o tratamento glifosato+ 2,4-D apresentou maior número de Acari edáfico e na quarta época, o herbicida glifosato contribuiu para o aumento do número de indivíduos. Na quinta época, ambos os tratamentos contribuíram para o aumento do

número de Acari. Nos tratamentos glifosato e testemunha, a quarta época apresentou maior número de Acari em relação às demais e no tratamento glifosato+ 2,4-D, a quinta época se destacou com exceção da subordem Mesostigmata, onde as épocas não diferiram estatisticamente (Quadro 4).

QUADRO 4: Valores médios de Acari Cryptostigmata, Prostigmata, Mesostigmata e total de Acari no sistema de plantio direto, em função da interação tratamento x época (1= 15 dias após tratamento; 2= 30 d.a.t.; 3= 45 d.a.t.; 4= 60 d.a.t.; 5= 75 d.a.t.). Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD. Dourados-MS, 2006-2007

ÉPOCA	TRATAMENTO		
	Glifosato	Testemunha	Glifosato+2,4-D
Cryptostigmata			
1	2,19 a D	2,38 a C	1,81 a D
2	0,94 c E	1,75 b D	3,44 a C
3	3,62 b C	3,06 b B	6,00 a B
4	14,44 a A	4,50 b A	1,94 c D
5	8,19 a B	3,62 b B	8,50 a A
Prostigmata			
1	0,19 a C	0,12 a C	0,06 a C
2	0,06 b C	0,00 b C	0,50 a B
3	1,12 b B	1,00 b A	1,62 a A
4	2,56 a A	1,25 b A	0,06 c C
5	1,38 a B	0,69 b B	1,44 a A
Mesostigmata			
1	0,25 a CD	0,12 a BC	0,25 a A
2	0,06 b D	0,00 b C	0,50 a A
3	0,38 b C	0,38 b B	0,81 a A
4	2,62 a A	1,44 b A	0,19 c A
5	1,31 a B	0,25 b BC	1,38 a A
Total de Acari			
1	3,56 a D	2,75 b D	2,25 b D
2	1,25 c E	2,50 b D	4,62 a C
3	7,06 b C	5,50 c B	9,31 a B
4	21,06 a A	7,62 b A	4,19 c C
5	11,25 a B	4,75 b C	11,50 a A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

O uso destes herbicidas na dose recomendada não reduziu as populações de Acari e pode ter estimulado inicialmente os indivíduos adultos a oviposição. Resultados similares foram observados por Vieira (1999) em sistema PD. Ressalta-se que, altas precipitações também podem ter contribuído para esses resultados, pois, um aumento no número de Acari, ao se comparar as duas primeiras épocas, com as últimas amostragens, também foi observado na testemunha.

Ferri e Eltz (1998) constataram que as populações de Acari em sistema de semeadura direta de soja, não foram afetadas pelo herbicida glifosato nas doses de 360, 720 e 1080 g ha⁻¹ após sua aplicação, mesmo quando misturados com o herbicida 2,4-D ou pulverizado dentro dos volumes de calda de 50 e 200 L ha⁻¹. Vieira e Santos (2001) constataram que diversos herbicidas aplicados em mistura sobre o solo, dentre eles, o glifosato, não influenciaram significativamente a população da mesofauna edáfica em sistema de PD.

Queda acentuada na população dos diferentes grupos que compõem a mesofauna foi observada, ao se utilizar o glifosato+2,4-D na dose de 4L/ha, 30 dias após a aplicação (VIEIRA et al., 1998). Lins et al. (2007) observou que ocorreu uma diminuição na população de Collembola, quando estes foram submetidos a ação dos herbicidas glifosato e 2,4-D na cultura do milho, na mesma área onde foi realizada esta pesquisa.

Em geral, um maior número de indivíduos foi encontrado na profundidade de 0 a 2,5 cm. Uma tendência ao aumento do número de Acari foi observada, sobretudo nas três últimas épocas de amostragem (Quadro 5).

QUADRO 5: Valores médios de indivíduos de Acari Cryptostigmata, Mesostigmata e total de Acari no sistema de plantio direto, em função da interação entre profundidade x época. Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD. Dourados-MS, 2006-2007

ÉPOCA	PROFUNDIDADE	
	1 (0 a 2,5 cm)	2 (2,5 a 5 cm)
Cryptostigmata		
1	2,96 a C	1,29 b D
2	2,88 a C	1,21 b D
3	6,67 a B	1,79 b C
4	10,58 a A	3,33 b A
5	10,96 a A	2,58 b B
Mesostigmata		
1	0,29 a D	0,12 a C
2	0,21 a D	0,17 a C
3	0,75 a C	0,29 b BC
4	2,42 a A	0,42 b B
5	1,21 a B	0,75 b A
Total de Acari		
1	4,12 a D	1,58 b C
2	3,79 a D	1,79 b C
3	10,42 a C	4,17 b B
4	15,83 a A	6,08 b A
5	14,00 a B	4,33 b B

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade (p<0,05).

Observou-se maior abundância de Acari, principalmente Cryptostigmata, na camada superficial, provavelmente em decorrência da maior disponibilidade de alimentos (OLIVEIRA e SILVA, 2004).

Os Acari do solo são primariamente hemiedáficos, mas sua distribuição pode estender-se a outras zonas, como ocorre com as espécies ativas, compostas por muitos Acari Prostigmata e Mesostigmata predadores e com espécies tolerantes de Cryptostigmata (WALLWORK, 1971). Além disso, o solo é composto por habitats de condições bastante heterogênea, bem como, a distribuição de micro e mesofauna no solo pode ser irregular em escalas variando de centímetros a metros (ETTEMA e WARDLE, 2002).

4.2. Experimento 2: Sistema de plantio convencional

O uso de herbicidas somente não exerceu efeito significativo sobre os representantes de Acari da subordem Prostigmata (Quadro 3). Neste aspecto, o uso do glifosato em mistura com 2,4-D contribuiu para o aumento do número de Acari e somente não diferiu dos demais tratamentos quanto ao número de Acari Astigmata (Quadro 6).

QUADRO 6: Valores médios de Acari (subordens: Cryptostigmata, Mesostigmata, Astigmata e total de Acari) encontrado nos diferentes tratamentos aplicados no sistema de plantio convencional. Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD. Dourados-MS, 2006-2007

Tratamento	Cryptostigmata	Mesostigmata	Astigmata	Total
Glifosato	1,68 b	0,19 b	0,49 a	2,89 b
Testemunha	2,28 b	0,26 b	0,19 b	3,51 b
Glifosato+2,4-D	3,58 a	0,51 a	0,39 ab	5,35 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

É possível que o uso da mistura glifosato+2,4-D cause um desequilíbrio nas populações de Acari, acarretando em aumento do número de indivíduos por estimular a oviposição, que tem sido verificada, através do aumento no número de Acari imaturo. Experimentos utilizando outros herbicidas, como a atrazina aplicada na cultura do milho, estimularam a oviposição de alguns grupos da mesofauna (VIEIRA, 1999).

Ao contrário, Vieira et al. (1998) observaram que a mistura de glifosato 4 L/ha + 2,4-D, 30 dias após aplicação, alterou todos os grupos da mesofauna edáfica, com queda acentuada na população.

Ferri e Eltz (1998) constataram que a população de Acari em sistema de PD não foi afetada pelo herbicida glifosato em doses de até 1080 g ha⁻¹, mesmo quando misturados com o herbicida 2,4-D ou pulverizado dentro dos volumes de calda de 50 e 200 l ha⁻¹.

O efeito da época de amostragem foi constatado para todos os grupos de Acari. A primeira, terceira e quinta época apresentaram uma maior quantidade de Acari Cryptostigmata. Maior número de Acari Prostigmata e do total de Acari foi constatado na quinta época. O número de Acari Mesostigmata foi superior na quinta época, mas semelhante à primeira época. Quanto a quantidade de Acari Astigmata, verificou-se maior número desses organismos na terceira época, embora tenha diferido, somente em relação à primeira e quinta época (Quadro 7).

QUADRO 7: Valores médios de Acari (subordens: Cryptostigmata, Prostigmata, Mesostigmata, Astigmata e total de Acari) encontrado nas diferentes épocas, no sistema de plantio convencional. Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD. Dourados-MS, 2006-2007

ÉPOCA	Cryptostigmata	Prostigmata	Mesostigmata	Astigmata	Total
1	4,10 a	0,15 c	0,46 ab	0,02 c	4,73 b
2	1,40 b	0,25 c	0,25 bc	0,50 ab	2,40 c
3	2,85 a	0,73 b	0,21 bc	0,67 a	4,46 b
4	0,98 b	0,33 c	0,06 c	0,33 ab	1,71 c
5	3,21 a	2,21 a	0,63 a	0,25 bc	6,29 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade (p<0,05).

A oscilação na quantidade de indivíduos pode ser um indicativo, da menor estabilidade do sistema PC. Ainda assim, considerando o total de indivíduos, a última época apresentou melhores resultados ao considerar o total de Acari, o que está de acordo com altas precipitações neste período, conforme Quadro 2.

O grupo Prostigmata foi influenciado pelos herbicidas somente a partir de 60 dias após a aplicação dos mesmos, coincidindo com altos índices pluviométricos, verificados no Quadro 2. Por outro lado, os herbicidas não influenciaram os Acari Astigmata nas diferentes épocas, e os tratamentos diferiram, apenas na terceira época, onde o glifosato se destacou em relação aos demais tratamentos (Quadro 8).

QUADRO 8: Valores médios de Acari Prostigmata e Astigmata no sistema de plantio convencional, em função da interação entre tratamento x época. Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD. Dourados-MS, 2006-2007

ÉPOCA	TRATAMENTO		
	Glifosato	Testemunha	Glifosato+2,4-D
Prostigmata			
1	0,12 a C	0,19 a C	0,12 a C
2	0,19 a C	0,19 a C	0,38 a C
3	0,62 a B	0,81 a B	0,75 a B
4	0,56 a B	0,25 b C	0,19 b C
5	1,19 c A	2,50 b A	2,94 a A
Astigmata			
1	0,00 a A	0,06 a A	0,00 a A
2	0,31 a A	0,25 a A	0,94 a A
3	1,13 a A	0,44 b A	0,44 b A
4	0,69 a A	0,00 a A	0,31 a A
5	0,31 a A	0,19 a A	0,25 a A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e da mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Em condições de capacidade de campo e altas temperaturas, os solos apresentam condições ideais para o crescimento das populações microbianas aeróbicas, acelerando a decomposição dos resíduos (FRIES, 1997). Paralelamente pressupõe-se que a maioria dos componentes da biota edáfica, também sejam beneficiados.

O efeito da profundidade sobre os diferentes grupos de Acari foi observado, com exceção do grupo Astigmata, mas interação significativa entre tratamento e profundidade foi constatada, apenas para a subordem Mesostigmata (Quadro 3). A profundidade 1 apresentou maior quantidade desses Acari, mas, de modo geral, os tratamentos não influenciaram sobre esses organismos, com exceção do glifosato+2,4-D na profundidade de 0 a 2,5 cm (Quadro 9).

QUADRO 9: Valores médios de Acari Mesostigmata no sistema sob plantio convencional, em função da interação entre profundidade x tratamento. Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD. Dourados-MS, 2006-2007

TRATAMENTO	PROFUNDIDADE	
	1 (0 a 2,5 cm)	2 (2,5 a 5 cm)
Mesostigmata		
Glifosato	0,20 a B	0,18 a A
Testemunha	0,28 a B	0,25 a A
Glifosato+2,4-D	0,83 a A	0,20 b A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

4.3. Efeito dos sistemas de plantio – Análise conjunta dos experimentos

Diferenças significativas, decorrentes do sistema de plantio, podem ser constatadas em relação aos diferentes grupos de Acari, com exceção da subordem Astigmata (Quadro 10).

QUADRO 10: Valores médios de Acari Cryptostigmata, Prostigmata e Mesostigmata, em função da interação entre experimento x tratamento. Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD. Dourados-MS, 2006-2007

TRATAMENTO	EXPERIMENTO	
	Plantio Direto (1)	Plantio Convencional (2)
Cryptostigmata		
G	11,75 a A	3,35 b C
T	6,13 a C	4,55 b B
G2	8,68 a B	7,15 b A
Prostigmata		
G	2,13 a A	1,08 b B
T	1,23 b B	1,58 a A
G2	1,48 b B	1,75 a A
Mesostigmata		
G	1,85 a A	0,38 b B
T	0,88 a C	0,53 b B
G2	1,25 a B	1,03 b A
Total		
G	17,68 a A	5,78 b C
T	9,25 a C	7,03 b B
G2	12,75 a B	10,70 b A

G: Glifosato; T: Testemunha; G2: Glifosato+2,4-D

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Os tratamentos, glifosato e glifosato+2,4-D se destacaram, respectivamente, quanto ao número de Acari no experimento 1 e no experimento 2. Em geral, o sistema PD foi superior em relação ao número de Acari edáficos nos diferentes tratamentos, quando comparado ao sistema PC, provavelmente em decorrência da maior disponibilidade de matéria orgânica, conforme Quadro 1. Resultados semelhantes foram constatados por Vieira (1999) em pesquisas realizadas na mesma área experimental.

O sistema PD favorece a acarofauna (ROMERA, 2006) em virtude da redução das operações de cultivo (LUCCHESI, 1988) e da maior disponibilidade de matéria orgânica (SAUTTER, 2005). No sistema PC, o revolvimento do solo para o plantio resulta em danos a esses organismos, ao destruírem inúmeros habitats da fauna edáfica, que muitas vezes são obrigados a migrarem para camadas mais profundas, ou

ainda tornam mais vulneráveis ao intemperismo e a menor disponibilidade de alimentos (VIEIRA, 1999).

A presença de diferentes grupos de Acari em cada época foi influenciada pelo sistema de plantio, com exceção da subordem Astigmata. Em geral, o sistema PD foi superior em número de indivíduos, quando comparado ao sistema PC nas diferentes amostragens, demonstrando, novamente a importância da matéria orgânica. Observa-se que no sistema PD, as três últimas épocas apresentaram melhores resultados, em relação ao número de Acari, provavelmente, em decorrência de altas precipitações. No PC ocorreu uma oscilação do número desses organismos, nas diferentes épocas. Contudo, a última época se destacou em relação às demais amostragens, exceto para os Acari Cryptostigmata (Quadro 11).

QUADRO 11: Valores médios de Acari Cryptostigmata, Prostigmata, Mesostigmata e total de Acari, em função da interação entre sistema de plantio x época. Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD. Dourados-MS, 2006-2007

ÉPOCA	EXPERIMENTO	
	Plantio Direto (1)	Plantio Convencional (2)
Cryptostigmata		
1	4,25 b C	8,20 a A
2	4,08 a C	2,79 b D
3	8,46 a B	5,71 b C
4	13,92 a A	1,96 b E
5	13,54 a A	6,42 b B
Prostigmata		
1	0,25 a B	0,29 a D
2	0,38 a B	0,50 a CD
3	2,50 a A	1,46 b B
4	2,58 a A	0,67 b C
5	2,33 b A	4,42 a A
Mesostigmata		
1	0,42 b D	0,92 a B
2	0,38 a D	0,50 a C
3	1,04 a C	0,42 b C
4	2,83 a A	0,13 b D
5	1,96 a B	1,25 b A
Total		
1	5,71 b D	9,46 a B
2	5,58 a D	4,79 b C
3	14,58 a C	8,92 b B
4	21,92 a A	3,42 b D
5	18,33 a B	12,58 b A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

O grupo de Acari Cryptostigmata foi mais abundante, (1062 e 602 indivíduos no sistema PD e no sistema PC, respectivamente), seguido da subordem Prostigmata (193 e 176 Acari respectivamente para o sistema PD e PC), Astigmata (173 e 85 Acari respectivamente para o sistema PD e PC) e Mesostigmata (159 para o sistema PD e 77 Acari para o sistema PC).

A predominância de Acari Cryptostigmata, tem sido observada em estudos desenvolvidos nos mais diversos tipos de sistemas (SAUTTER et al., 1998; DUCATTI, 2002; ROMERA, 2006; GOMES et al., 2007). Esses Acari habitam as camadas superficiais do solo, sendo favorecido pelo não revolvimento do solo e alimentando-se de material vegetal em decomposição e fungos (OLIVEIRA e SILVA, 2004).

É comum o registro de menores densidades para os demais grupos de Acari em agroecossistemas, sendo os Mesostigmatas afetados pelas atividades de cultivo (EDWARDS e LOFTY, 1975), os Prostigmatas pelas condições de umidade e de matéria orgânica que devem ser melhores para resistirem as perturbações ambientais (CAIRO et al. 2003) e os Astigmatas são mais encontrados em pastagens, onde atuam como colonizadores, ao lado dos Prostigmatas (WHELAN, 1985; SAUTTER, 1994).

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e nas condições experimentais em que esta pesquisa foi realizada, foram possíveis as seguintes conclusões.

- De modo geral, o uso dos herbicidas glifosato e glifosato+2,4-D, provocou um aumento na quantidade de Acari.
- Tanto os herbicidas testados, quanto as épocas de coleta influenciaram a população de Acari.
- Uma maior população de Acari foi observada na camada de 0 a 2,5cm de profundidade.
- O número de Acari edáficos é maior no sistema de plantio direto do que no sistema de plantio convencional.
- Os representantes de Acari mais comumente encontrados em ambos os sistemas de plantio, pertencem à subordem Cryptostigmata.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, R.; DÍAZ, R.A.; BARBERO, N.; SANTANATOGLIA, O.J.; BLOTTA, L. Soil organic carbon, microbial biomass and CO₂-C production from three tillage systems. **Soil and Tillage Research**, v.33, p.17-28, 1995.

ANDREI, E. **Compêndio de Defensivos Agrícolas**. 7 ed. São Paulo: Andrei, 2005. 1.142 p.

ARAÚJO, A.S.F. de.; MONTEIRO, R.T.R., ABAKERLI, R.B.; SOUZA, L.S. Biodegradação de Glifosato em dois solos brasileiros. **Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v.13, p.157-164, 2003.

ARROYO, J.; ITURRONDOBEITIA, J. C. Differences in the diversity of oribatid mite communities in forests and agrosystems lands. **European Journal of Soil Biology**, v.42 p.259–269, 2006.

ATLAVINITE, O. The effect of erosion on the population of earthworm (Lumbricidae) in the soils under different crops. **Pedobiologia**, v.5, p.178-188, 1965.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.

BALOG, J. **The Oribatid genera of the world**. Budapeste: Akademia Kiadó, 1972. 188p.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.105-112, 1997.

BEHAN, V. A., STUART, B. B., MCKEVAN, D. K. Effects of nitrogen fertilizers, as urea, on Acarina and other arthropods in Quebec black spruce humus. **Pedobiologia**, v.18, p. 249-263, 1978.

BENOIT, P.; BARRIUSO, E.; CALVET, R. Biosorption characterization of herbicides, 2,4-D and atrazine, and two chlorophenols on fungal mycelium. **Chemosphere**, v.37, p.1271-1282, 1998.

BERG, N.W.; PAWLUK, S. Soil mesofaunal studies under different vegetative regimes in north central Alberta. **Canadian Journal of Soil Science**, v.64, p. 209-223, 1984.

- BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878p.
- BUCKMAN, H.O.; BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. 6.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1983. 647p.
- BURGES, A. **Biología del suelo**. Barcelona: Ediciones Omega, 1971. 589p.
- BUTCHER, J.W.; SNIDER, R.; SNIDER, R.J. Bioecology of edaphic Collembola and Acarina. **Annual Review of Entomology**, v.16, p.249-288, 1971.
- BZUNECK, H.L. **Efeitos de dois sistemas de preparo de solo e de sucessões de culturas na população da mesofauna edáfica**. 1988. 98f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.
- CAIRO, V.G; AZPIAZU, M.D.; TRUEBA, D.P. Influencia de la cobertura vegetal sobre las comunidades de la mesofauna edáfica em parcelas experimentales de cana de açúcar. **Revista biología**, v.17, p. 18-25, 2003.
- CHRISTIANSEN, K. Bionomics of collembola. **Annual review of entomology**, v.9, p. 147-178. 1964.
- COLE, D. J.; CASELEY, J. C.; DODGE, A. D. Influence of glyphosate on selected plant process. **Weed Research**, v.23, p. 173-183, 1983.
- COLEMAN, D.C.; CROSSLEY JR., D.A. **Fundamentals of soil ecology**. Academic Press. Inc. San Diego, 1996. 205p.
- COX, C. Glyphosate (Roundap). Northeast Coalition for alternatives to pesticides. **Journal of Pesticide Reform**, v. 18. p.3-17. 1998.
- CROSSLEY, D. COLEMAN, D.C. HENDRIX, P.F. The important of the fauna in agricultural soils researche, approaches and perspectives. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v.27, p.47-55, 1989.
- DÖBEREINER, J. A Biología do solo na agricultura brasileira. **Comunicado Técnico**. n.8. Embrapa-Brasília-DF, 1986. 30p.
- DORAN, J. W.; SARRANTONIO, M.; LIEBIG, M. A. Soil health and sustainability. **Advances in Agronomy**, v. 56, p.2-54, 1996.
- DUCATTI, F. **Fauna edáfica em fragmentos florestais e em áreas reflorestadas com espécies da Mata Atlântica**. 2002. 70f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior Luís de Queiróz, Piracicaba-SP.
- EDWARDS, C.A.; LOFTY, J.R. **The influence of cultivations on soil animal population**. In: VANEK, J. Progress in soil zoology. Academic Prague. p. 399-407. 1975.

EISENBEIS, G.; WICHARD, W. **Atlas zur Biologie der Bodenarthropoden**. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 1985. 434p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999, 412 p.

EITEMMA, C.H.; WARDLE, D.A. Spatial soil ecology. **Trends in Ecology and Evolution**. v.17, p.177-183. 2002.

FANCELLI, A.L.; FAVARIN. **Realidade e perspectiva para o sistema de plantio direto no estado de São Paulo**. Piracicaba: Esalq/Usp, 1989. 190p.

FERRI, M.V.W. ; ELTZ, F.L.F. Influência do Glifosate, isolado ou misturado com 2,4-D Éster sobre a mesofauna em semeadura direta de soja em campo nativo. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**. v. 4, p. 131-138, 1998.

FISHER R.F; BINKLEY, D. **Ecology and management of forest soil**. 3 ed. London: Jonh Wiley, 489 p. 2000.

FLECHTMANN, C.H.W. **Elementos da Acarologia**. São Paulo: Nobel, 1975. 344p.

FRIES, M.R. **Atualização em recomendação de adubação e calagem**: ênfase em plantio direto. Santa Maria: Pallotti. Microbiologia e matéria orgânica: recuperação pelo sistema plantio direto. p. 47-75. 1997.

GALLI, A.J.B.; MONTEZUMA, M.C. **Glifosato**: alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura. São Paulo: ACADCOM Gráfica e Editora Ltda., 2005. 66p.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia**: Processos ecológicos em agricultura sustentável. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRS, 2000. 638p.

GOMES, A.A.; MUSSURY, R.M.; SCALON, S.P.Q.; WATTHIER, F.; CUNHA, K.A.A.; SCALON FILHO, H. Avaliação do impacto da fragmentação de florestas nativas sobre a mesofauna edáfica na região de Dourados-MS. **Ciência Agrotécnica**, v. 31, p. 612-618, 2007.

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V. A.G.; GAVA, J. L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Org.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, v.1, p.1-57, 2000.

GUERRA, R.T.; BUENO, C.R.; SCHUBART, H.O. Avaliação preliminar sobre os efeitos da aplicação do herbicida Paraquat e aração convencional na mesofauna do solo na região de Manaus-AM. **Acta Amazonica**. v.12, p.7-13. 1982.

HEISLER, C.; KAISER, E.A. Influence of agricultural traffic and crop management on Collembola and microbial biomass in arable soil. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.19, p.159-165, 1995.

HERTWING, K.V. **Manual de herbicidas, desfolhantes, dessecantes, fitorreguladores e bioestimulantes.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1983. 670p.

KRANTZ, G.W. **A manual of acarology.** Corvalis: Litbo Book Stores, 1975. 335p.

LAVELLE, P. et al. Soil fauna and sustainable land use in the tropics. In: GREENLAND, D. J.; SZABOLCS, I. (Eds.) **Soil resilience and sustainable land use.** Wallingford, UK: CAB International, p. 291-308, 1994.

LINS, V. S. **Impacto dos herbicidas glifosate, 2,4 – D, Atrazina e Nicosulfuron sobre populações de Collembola (Arthropoda Ellipura) edáficos em sistema de plantio direto no município de Dourados-MS, Brasil.** 2004. 56f. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dourados-MS.

LINS, V. S.; SANTOS, H. R.; GONCALVES, M. C. The effect of the glyphosate, 2,4-D, atrazine e nicosulfuron herbicides upon the edaphic collembola (Arthropoda: Ellipura) in a no tillage System. **Neotropical Entomology**, v. 2, p. 261-267, 2007.

LUCCHESI, L.A.C. **Influência de sucessões de culturas forrageiras e adubações sobre a recuperação de algumas características de um solo degradado pela mineração do xisto e sobre sua mesofauna edáfica (Acari e Collembola).** 1988. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.

MACFADYEN, A. Soil metabolism in relation to ecosystem energy flow to primary and secondary production.1970. In: GUERRA, R.T.; BUENO, C.R.; SCHUBART, H.O. Avaliação preliminar sobre os efeitos da aplicação do herbicida Paraquat e aração convencional na mesofauna do solo na região de Manaus-AM. **Acta Amazonica** v.12, p.7-13, 1982.

MINEIRO, J.L.C.; MORAES, G.J. Gamasida (Arachnida: Acari) edáficos de Piracicaba, Estado de São Paulo. **Neotropical Entomology**. v.30, p. 379-385, 2001.

MINOR, M.A.; CIANCIOLO, J.M. Diversity of soil mites (Acari: Oribatida, Mesostigmata) along a gradient of land use types in New York. **Applied Soil Ecology**. v.3, p.140–153, 2007.

MUSSURY, R. M.; SCALON, S. de P. Q.; SILVA, S. V., SOLIGO, R. V. Study of Acari and Collembolas population in four cultivation systems Dourados, MS. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v. 45, p. 257-263, 2002.

OLIVEIRA, A.R.; SILVA, L.F.V. Oribatida (Arachnida: Acari) em caixas entomológicas e filtros de ar condicionado do setor de zoologia agrícola (Esalq/Usp), Piracicaba, SP. **Anais 15º Encontros de Biólogos: Resumos.** São Paulo: Conselho Regional de Biologia, 2004.

PANKHURST, C.E.; LYNCH, J.M. The role of the soil biota in sustainable agriculture. In: PANKHURST, C.E.; DOUBE, B.M.; GUPTA, V.V.S.R.; GRACE, P.R. **Soil Biota: management in sustainable farming systems**. Melbourne: CSIRO. p.3-12. 1994.

PAOLETTI, M.G.; FAVRETTO, M.R.; STINNER, B.R.; PURRINGTON, F.F.; BATEER, J.E. Invertebrates as bioindicators of soil use. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 34, p. 341-362. 1991.

PASCHOAL, A.D.; MONTEIRO, A.R.; FERRAZ, L.C.C.B.; MARICONI, F.A.M.; INOMOTO, M.M. **Fundamentos de zoologia agrícola e parasitologia: animais do meio rural e sua importância**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1996. 224p.

PRIMAVESI, A. **Agroecologia: ecosfera, tecnosfera e agricultura**. São Paulo: Nobel, 1997. 199p.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. 9.ed., São Paulo: Nobel, 2002. 549p.

POGGIANI, F.; OLIVEIRA, R.E. de.; CUNHA, G.C. da. **Práticas de ecologia florestal**. Documentos florestais, n.16, p. 1-44, 1996.

ROGRIGUES, C.M. **Efeito da aplicação de resíduo da indústria de papel e celulose nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, na nutrição e biomassa do *Pinus taeda***. 2004. 112f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.

ROMERA, V.M. **Flutuação populacional da comunidade de ácaros edáficos (Arachnida: Acari) em sistemas de plantio direto de sequeiro e irrigado em Dourados, Mato Grosso do Sul**. 2006. 13f. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

SAUTTER, K.D. Avaliação da estrutura da população da mesofauna edáfica, em diferentes regimes de reabilitação de um solo degradado pela mineração do xisto. **Agrárias**. v.13, p.31-34, 1994.

SAUTTER, K.D. **Comparação da população de Collembola (Insecta) e Oribatei (Acari: Cryptostigmata) entre plantio direto em três níveis de fertilidade, plantio convencional e um ecossistema natural (Campo)**. 1995, 98f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.

SAUTTER, K.D.; MOTTA NETO, J.A.; MORAES, A.; SANTOS, H.R.; RIBEIRO JÚNIOR, P.J. População de Oribatei e Collembola em pastagens na recuperação de solos degradados pela mineração do xisto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.33, p.1509-1513, 1998.

SAUTTER, K.D. **Efeito da compactação de um latossolo vermelho-escuro, causada pela colheita de *Eucalyptus grandis*, sobre alguns organismos do solo**. 2001, 105f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.

SEASTED, T.R.; CROSSLEY, D.A. Effects of microarthropods on the seasonal dynamics of nutrients in forests litter. **Soil Biology and Biochemistry**, v.12, p.337-342, 1980.

SEASTEDT, T.R. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. **Annual Review of Entomology**, v.29, p.25-46, 1984.

SEPLAN – Secretaria de Planejamento e Coordenação de Mato Grosso do Sul. **Atlas Multireferencial de Mato Grosso do Sul**. 1990. 28p.

SINGH, J.; PILLAI, K.S. Soil animals in relation to agricultural practices and soil productivity. **Revue d' Ecologie et Biologie du Sol**, v.12, p.579-590, 1975.

TAYLOR, A. R.; WOLTERS, V. Responses of oribatid mite communities to summer drought: The influence of litter type and quality. **Soil Biology and Biochemistry**. v.37, p. 2117–2130, 2005.

TÓTOLA, M.R.; CHAER, G.M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. In: ALVAREZ V., V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R.; BARROS, N.F.; MELLO, J.W.V.; COSTA, L.M., eds. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. v.2. p.196-275.

USHIWATA, C.T.; SAUTTER, K.D.; KOBIYAMA, M. Influence of compactation of a forest soil on the soil fauna in a subtropical region. I. Oribatei (Acari: Cryptostigmata) and Collembola (Insecta). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, n.12, v.4, p.905-913, 1995.

VIEIRA, M.H.P. **Flutuação populacional da mesofauna edáfica em sistemas de plantio direto e convencional na região de Dourados-MS, Brasil**. 1999. 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dourados-MS.

VIEIRA, M.H.P.; SANTOS, H.R. Impacto de herbicidas sobre a mesofauna edáfica em sistema de plantio direto. **Cerrados: Revista de Ciências Agrárias**, p.17-19, 2001.

VIEIRA, M. H. P.; SANTOS, H. R.; IRBER, M. V. Impacto da mistura de glifosate + 2-4 D na artropodofauna edáfica em sistema de plantio direto na região de Dourados - MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17. Rio de Janeiro, 1998. Anais. p.871.

VIEIRA, M.H.P.; SANTOS, H.R.; BINSFELD, R.; NOGUEIRA, A.P.; SOUZA, E.A. de.; LOPES, S.M.; SILVA, F.A. da. Mesofauna edáfica e populações de Acari, Collembola e Insecta em ambientes com e sem serapilheira. **Cerrados: Revista de Ciências Agrárias**, v.5, p. 29-32, 2002.

VIVIAN, R.; REIS, M.R.; JAKELAITIS, A.; SILVA, A.F.; GUIMARÃES, A.A.; SANTOS, J.B.; SILVA, A.A. Persistência de sulfentrazone em Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.24, p. 741-750, 2006.

WALLWORK, J.A. **Ecology of soil animals**. England, McGraw: Hill Publishing Company Ltd. 1970. 283p.

WALLWORK, J.A. Acari. In: BURGESS, A.; RAW, F. **Biología del suelo**. Barcelona: Ediciones Omega, 1971. p.425-459.

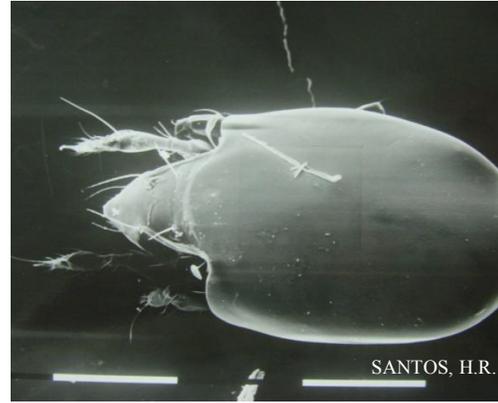
WALLWORK, J.A. **The distribution and diversity of soil fauna**. London: Academic Press, 1976. 355p.

WHELAN, J. Seasonal fluctuations and vertical distribution of the acarine fauna of three grassland sites. **Pedobiologia**, v.28, p.191-201, 1985.

7. ANEXOS



ANEXO 1: Vista geral da diversidade de Acari observado em microscópio estereoscópico.



ANEXO 2: Vista de Acari edáfico observado em microscópio de varredura (SANTOS, H.R.).