

**EFEITO DA ASSOCIAÇÃO DE MÉTODOS NO CONTROLE DE  
PLANTAS DANINHAS E SOBRE MICRORGANISMOS DO SOLO  
NUMA LAVOURA CAFEEIRA (*Coffea arabica* L.)**

**Emílio Takashi Ishida**

**2003**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos  
da  
Biblioteca Central da UFLA**

Ishida, Emílio Takashi

Efeito da associação de métodos no controle de plantas daninhas e sobre microrganismos do solo numa lavoura cafeeira (*Coffea arabica* L.) / Emílio Takashi Ishida. -- Lavras : UFLA, 2003.

41 p. : il.

Orientador: Itamar Ferreira de Souza.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. *Eleusine indica*. 2. *Bidens pilosa*. 3. *Portulaca oleraceae*. 4. Biomassa microbiana. 5. Respiração do solo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.7398  
-633.7395

**EFEITO DA ASSOCIAÇÃO DE MÉTODOS NO CONTROLE DE  
PLANTAS DANINHAS E SOBRE MICRORGANISMOS DO SOLO  
NUMA LAVOURA CAFEIEIRA (*Coffea arabica* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Itamar Ferreira de Souza

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2003

**EMÍLIO TAKASHI ISHIDA**

**EFEITO DA ASSOCIAÇÃO DE MÉTODOS NO CONTROLE DE  
PLANTAS DANINHAS E SOBRE MICRORGANISMOS DO SOLO  
NUMA LAVOURA CAFEEIRA (*Coffea arabica* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal  
de Lavras, como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área  
de concentração Fitotecnia, para a obtenção do  
título de “Mestre”.

APROVADA em 28 de fevereiro de 2003

Prof. Dr. Romildo da Silva

UFLA

Dr. Elifas Nunes de Alcântara

EPAMIG

Prof. Dr. Itamar Ferreira de Souza

(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

Aos meus pais Sekigai e Sachiko  
e irmãos, Susumu e Midori, ao  
Sr. Renato e Sra. Suduco, Tânia,  
Evandro e Fábio pelo apoio e  
confiança,

OFEREÇO

À Alessandra, minha querida esposa,  
companheira e mãe da nossa linda  
filha Ana Carolina, que com  
paciência, compreensão, carinho e  
sabedoria me mostrou o caminho de  
mais uma conquista,

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Agricultura, por proporcionarem a realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro concedido para a realização do curso.

À EMBRAPA/PNP&D–Café pelo apoio e financiamento deste trabalho.

Ao professor Itamar Ferreira de Souza, pela amizade, orientação, paciência e dedicação dispensada durante a realização deste trabalho.

Ao professor Romildo da Silva, pelas sugestões e participação na Banca Examinadora.

Ao Dr. Elifas Nunes Alcântara, pelas sugestões, amizade, e participação na Banca Examinadora.

Ao Departamento de Solos da UFLA, em especial o Professor Marco Aurélio Carbone e o laboratorista Manoel, pela ajuda na realização de parte deste trabalho.

Aos professores e funcionários da Escola Agrotécnica Federal de Bambuí, pela amizade e convivência.

Aos amigos queridos do grupo de plantas daninhas Adenilson, Neymar, Cláudio, Oscar Cordoba, Lúcia, Luiz Penãhera, Núbia, Bottino e Luiz Wagner, pela convivência, amizade e apoio nas horas difíceis.

Ao Danilo Augusto Furtado, amigo dedicado, que desde o início dos trabalhos auxiliou na condução do experimento.

Aos colegas do curso de Mestrado, pelo apoio durante o transcorrer do curso.

E a todas as demais pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a finalização do curso.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>03</b>
2.1 Cultura do cafeeiro.....	03
2.2 Controle de plantas daninhas.....	04
2.3 Biomassa microbiana do solo.....	09
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>13</b>
3.1 Caracterização da Área Experimental.....	13
3.2 Delineamento experimental e aplicação dos tratamentos.....	13
3.3 Avaliações.....	13
3.4 Coleta e armazenamento das amostras.....	16
3.5 Determinação da biomassa microbiana.....	19
3.5.1 Preparo das amostras.....	19
3.5.2 Extração do carbono orgânico pelo método de fumigação-extração (Vance et al., 1987).....	20
3.5.3 Oxidação e digestão do carbono.....	20
3.5.4 Titulação.....	20
3.5.5 Cálculo do carbono orgânico extraído.....	21
3.6 Respiração microbiana do solo.....	22
3.6.1 Procedimento.....	22
3.6.2 Estimativa do CO <sub>2</sub> .....	22
3.6.3 Cálculo da taxa de respiração.....	22
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>23</b>
4.1 Controle de picão preto ( <i>Bidens pilosa</i> ).....	23
4.2 Controle do capim pé de galinha ( <i>Eleusine indica</i> ).....	27
4.3 Controle de beldroega ( <i>Portulaca oleracea</i> ).....	31
4.4 Biomassa microbiana.....	34
4.5 Respiração microbiana.....	36
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>38</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>39</b>

## RESUMO

ISHIDA, E.T. **Efeito da associação de métodos no controle de plantas daninhas e sobre microrganismos do solo numa lavoura cafeeira (*Coffea arabica* L.)**. Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2003. 41p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)

O uso de vários métodos de controle de plantas daninhas se torna favorável quando permite que o trabalho seja eficaz e econômico. A utilização da associação de métodos é o que os produtores têm de mais moderno no uso desta prática. A utilização constante de defensivos pode contaminar os solos e interferir na comunidade microbiana. O presente trabalho teve como objetivos avaliar a associação alguns métodos para o controle de *Bidens pilosa*, *Eleusine indica* e *Portulaca oleraceae* numa lavoura de café de 5 anos de idade e avaliar o comportamento destas associações na microbiota do solo através da determinação do carbono da biomassa microbiana e respiração microbiana do solo. Os métodos utilizados foram: aplicações de herbicida de pós-emergência (paraquat + diuron e glyphosate), aplicações de herbicida de pré-emergência (ametrine + simazine), roçadeira e capina manual. Os tratamentos que utilizaram a associação de herbicidas de pós-emergência (paraquat + diuron) e de pré-emergência (ametrine + simazine) foram os que controlaram de forma mais eficiente as plantas daninhas. O uso de roçadeira no período das águas teve baixa eficiência, devido a velocidade de brotação das partes vegetativas remanescentes, ocasionando controle insatisfatório aos 30 dias após a roçada. O uso de paraquat + diuron para o controle de capim pé de galinha não foi satisfatório no primeiro ano de aplicação. Os melhores resultados de controle foram obtidos pela associação de herbicidas de pré e pós emergência. As amostras de solo, para determinação do carbono da biomassa microbiana e respiração microbiana, foram coletadas na profundidade de 0-20 cm, em quatro épocas (novembro/1999, abril/2000, maio/2000 e novembro/2000). Os maiores valores de carbono da biomassa e respiração microbiana foram obtidos dos tratamentos que utilizaram três aplicações sequenciais de herbicida de pós-emergência (paraquat + diuron). O uso de roçadeira seguidas de duas aplicações de glyphosate, mostraram um comportamento estável para os níveis de carbono da biomassa microbiana. O uso de associações de métodos amparados pela análise microbiológica do solo permite uma avaliação mais adequada do comportamento dessas associações em relação ao meio ambiente.

---

\*Orientador: Itamar Ferreira de Souza – UFLA

## ABSTRACT

ISHIDA, E.T. **Effects of association of methods on weed control and soil microorganisms in coffee (*Coffea arabica* L.)**. Lavras: UFLA, 2003. 41p.  
(Dissertation – Master Program in Agronomy)\*

Combinations of methods for weed management may be useful for effective and economical control. The use of association of methods is what the farmers have of more modern in the use of this practice. However, the inadequate use of some of these methods may transform a weed species in a problem. The continuous use of a chemical may contaminate soils and interfere on the microbial community. This work had the objectives of evaluating the association of some methods for *Bidens pilosa*, *Eleusine indica* and *Portulaca oleracea* control in a 5 year-old coffee plantation and the effectiveness of these associations on soil microorganisms through determination of carbon microbial biomass and microbial respiration of the soil. The association of post-emergence (paraquat + diuron) and of pre-emergence (ametrine + simazine) herbicides were more efficient for weed control. Mower used in the rainy period had low efficacy, due to weed sprouting at 30 days after treatment. Paraquat + diuron did not showed good *Eleusine indica* control in the first year of application. The sequential application of post-emergence herbicide provided the highest carbon content of the biomass and soil respiration. Mower following two glyphosate applications, did not alter carbon level of the microbial biomass over time. The use of associations of methods, aided by the microbial analysis of the soil, allows a more precise evaluation of the behavior of these associations on the environment.

---

\* Adviser: Itamar Ferreira de Souza – UFLA

## 1 INTRODUÇÃO

O controle de plantas daninhas numa lavoura de café é realizada anualmente para minimizar a competição por elementos igualmente necessários ao desenvolvimento da espécie daninha e da cultura. O poder competitivo dessas plantas é devido à sua alta capacidade de produzir sementes, a não serem exigentes quanto às condições para germinação, ao desenvolvimento rápido em condições favoráveis, à dormência das sementes, à adaptabilidade às condições adversas e à alta capacidade de dispersão. Além destas, a planta pode liberar substâncias alelopáticas e hospedar pragas e doenças, causando danos indiretos.

A constante necessidade de manejar as plantas daninhas utilizando qualquer forma de controle em lavouras exploradas racionalmente pode ocasionar graves desequilíbrios no ambiente, ora compactando o solo, diminuindo sua capacidade de absorver água, ora pelo uso indiscriminado de defensivos químicos, resultando na contaminação do solo e reservas hídricas. Além destas consequências, a pressão de seleção exercida na população destas plantas pode ocasionar o surgimento de plantas resistentes ao manejo tradicional, como a trapoeraba (*Commelina* spp), resistente ao glyphosate.

Existem hoje várias alternativas para o manejo dessas plantas na cultura do café, todas elas eficientes em maior ou menor grau, de acordo com a época de aplicação. É necessário compreender que eficiência no manejo significa um controle satisfatório, permitindo que a cultura se desenvolva livre de concorrência na época crítica, com baixo custo e sem causar dano ao meio ambiente.

Diante disto, é necessário que se busquem alternativas mais racionais para um adequado programa de manejo de plantas daninhas através da associação de métodos culturais e químicos de forma rotacionada. Entretanto, um dos maiores obstáculos para a aplicação de métodos de controle de plantas

daninhas é a falta de informações básicas de seu uso pelos produtores.

O presente trabalho teve como objetivos estudar a associação de métodos de controle de plantas daninhas e o seu efeito na microbiota do solo em resposta à associação de métodos de controle.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Cultura do cafeeiro**

A importância do café para a economia brasileira é indiscutível, principalmente pelas divisas internacionais que ela proporciona, além de absorver um grande número de mão-de-obra. Em virtude do tempo de exploração, bem como da forma como é explorada, a cultura do café permitiu grandes avanços tecnológicos de exploração para otimizar seu produto final, principalmente se for observado o número de países que entraram no mercado nas últimas décadas, o que obrigou o produtor brasileiro a também ter um produto final de qualidade, embora ainda com um custo final muito elevado.

Os países que ingressaram no mercado de café nas últimas décadas vêm exigindo dos produtores nacionais criatividade para diminuir seu custo de produção, obtendo, conseqüentemente, um produto mais competitivo. Porém, a falta de incentivos por parte das esferas públicas, além da necessidade de combater as adversidades econômicas por que passa o País, fazem com que muitos produtores desistam desta fonte de riqueza (Marino, 2002).

Por outro lado, a nova visão sobre a cultura do café fez com que os produtores deixassem de considerar a atividade como herança de família e torná-la um agronegócio que exige, além de conhecimento técnico em administração, uma consciência ambientalista, fomentada pelos países consumidores deste produto.

Esta preocupação ambiental é observada pela importância dada ao meio ambiente nos últimos anos e pelo crescimento no sistema de produção através do sistema orgânico, que vem ganhando força no mercado atual. Além de produzir um café de melhor qualidade, o preço alcançado pelo produto orgânico no mercado externo é, sem dúvida, um incentivo para que produtores optem por este tipo de sistema de cultivo. Aos que não optaram por esta modalidade, resta

a necessidade de diminuir o custo sem deixar de ser competitivo no mercado atual.

Um dos fatores que ajudam a encarecer o produto final está relacionado à correta manutenção do cafezal. O cafeeiro, como outras culturas, é muito sensível à infestação e à concorrência das ervas daninhas, principalmente quando estas ultrapassam um determinado estágio de desenvolvimento. Em todas as circunstâncias, o controle é obrigatório e representa um dos maiores encargos com a exploração do cafezal, merecendo, assim, ser focado com certo detalhe (Souza et al., 1978).

## **2.2 Controle de plantas daninhas**

As plantas daninhas têm um efeito adverso na produção do café através da competição pela umidade do solo e por nutrientes essenciais. Elas também interferem nas práticas de manejo, tais como controle de pragas e doenças, fertilização e colheita. Entretanto, sua remoção pode expor o solo ao risco de erosão, a menos que sejam tomadas certas precauções. Os efeitos prejudiciais da competição das plantas daninhas variam grandemente dependendo da espécie, da fertilidade do solo e da disponibilidade da umidade do solo (Njoroge, 1994; Costa, 2002).

Embora o efeito das plantas daninhas possa não ser notado imediatamente, o não controle pode levar o cafeeiro a um estresse hídrico maior durante períodos secos, mostrando também deficiência de nutrientes essenciais, e cerejas menores, afetando a qualidade do produto (Njoroge, 1994). As plantas daninhas também dificultam o trabalho de colheita. Com isto, há a necessidade de se fazer a arruação no final do período das águas para realizar a derriça no limpo (Souza et al., 1998).

O controle de plantas daninhas no café não deve ocorrer apenas durante o período crítico de competição, que coincide com o período chuvoso do ano na

região Sul de Minas Gerais, havendo necessidade de elaborar um plano de controle que se estende do início das águas (novembro/dezembro) até a colheita (maio/junho) (Souza et al., 1998).

Numa lavoura de café fazem-se basicamente de nove a onze operações de manejo de solo, que são realizadas na seguinte ordem: esparramação, quatro ou cinco capinas, arruação, um ou dois repasses, varrição e colheita (Ueda & Costa, 1977).

A capina manual através da enxada é um meio eficaz para o controle de plantas daninhas e talvez ainda o mais largamente empregado em nossa agricultura. Com o alto custo da mão-de-obra braçal, a capina manual deixou de ser um método de controle mais econômico; apesar disso, é ainda uma prática comum na maioria das culturas como complemento a outras técnicas de controle (Lorenzi, 2000).

Com especial atenção, no período seco, o cafezal deve ser mantido completamente livre de plantas daninhas para evitar a competição por água. No período chuvoso, deve-se evitar essa situação para diminuir os riscos da erosão hídrica. É recomendado, no período das chuvas, limpar apenas as linhas do cafeeiro, mantendo-se as ruas com o mato roçado. No entanto, as capinas não devem ser profundas, para não danificar as raízes do cafeeiro, pois grande parte do sistema radicular da planta encontra-se a menos de 20 cm de profundidade (Costa, 2002). Além disso, algumas plantas daninhas não são completamente destruídas pela capina e as sementes não são afetadas, enquanto algumas plantas daninhas perenes são disseminadas ao serem cortadas em pequenos pedaços (Njoroge, 1994).

Toledo et al. (1996) estudando quatro intervalos entre capinas manuais com enxada (15, 30, 45 e 60 dias) em cafezais e uso de herbicidas (três vezes ao ano), verificaram não haver diferenças entre a capina manual e a química na produção do cafeeiro, sendo que o intervalo de 45 dias entre capinas foi o que

mais favoreceu a produção do cafeeiro, além de ser o mais econômico. Os autores verificaram que o grande desenvolvimento do mato entre o 45° e o 60° dia de intervalo entre capinas aumentou bastante o custo da capina anterior, além de haver grande absorção de  $PO_4$  pelas plantas invasoras na fase final de desenvolvimento, uma vez que, aos 60 dias, o mato encontra-se florescido e/ou frutificado.

A roçada, seja manual ou mecânica, é um instrumento de controle de plantas daninhas em pomares e cafezais, principalmente em terrenos declivosos, onde o controle da erosão é fundamental; com a disposição das linhas em curvas de nível, a entrelinha é deixada sob vegetação roçada periodicamente e, ao longo das linhas ou apenas ao redor das árvores, é mantido livre de vegetação através de outros meios de controle (Lorenzi, 2000).

No entanto, o uso intensivo do solo provoca e acelera uma série de alterações, tornando o ecossistema instável e suscetível à degradação com implicações negativas em sua capacidade produtiva (Fernandes, 1983). As características climáticas das regiões tropicais acentuam e aceleram a instabilidade do ecossistema, em especial quando se aplica intensiva movimentação do solo, através de algumas práticas da mecanização agrícola (Fernandes, 1983).

A função dos herbicidas é justamente substituir as capinas e os repasses manuais, eliminando, portanto, de cinco a sete tarefas obrigatórias. O uso de herbicidas tem sido um dos componentes mais importantes dentro de um programa integrado de controle de plantas daninhas na cultura. Vários planos podem ser estabelecidos, dependendo das condições da lavoura e disponibilidade de recursos por parte do cafeicultor, incluindo tratamentos químicos, mecânicos e culturais (Souza et al., 1998).

Em se tratando de controle químico, a escolha dos herbicidas deve ser feita com critério visando, além da eficácia dos produtos, o controle de todas as

espécies presentes na área (Souza et al., 1998), levando ainda em consideração vários fatores, como tipo e umidade do solo, vegetação, época e dosagem do produto (Costa, 2002). A rotação de produtos com mecanismos de ação diferentes, para evitar o desenvolvimento de populações resistentes, é fator primordial para o bom manejo químico das plantas daninhas (Souza et al., 1998). As principais vantagens da rotação de produtos são: menor gasto com mão-de-obra; menores danos às raízes; pode ser usada na época das chuvas; apresenta alto rendimento e controla as plantas invasoras na fase inicial de desenvolvimento. (Costa, 2002). A rotação também pode ser usada durante as chuvas, quando o solo está molhado, para o controle mecânico, e quando todo trabalho disponível é requerido para outras operações. Seu uso também permite que a cobertura de gramíneas fique retida por mais tempo nos solos tratados do que ficaria no caso com o controle mecânico. Outras vantagens incluem um controle mais seletivo e, em alguns casos, a completa erradicação de espécies de difícil controle (Njoroge, 1994).

Os herbicidas podem ter ação de contato, translocação e residuais, sendo usados normalmente em pré e pós-emergência (Costa, 2002). Segundo Ueda & Costa (1977), são duas as épocas de aplicação dos herbicidas: após a esparramação e após a arruação. Costa (2002) recomenda aplicar herbicida de pré-emergência no início do período seco, quando ainda existir umidade no solo; e de pós-emergência durante o período seco. No período chuvoso, segundo o autor, o mato deve ser controlado, sem haver competição e auxiliando no combate à erosão, com a aplicação de um herbicida, em pós-emergência, de contato ou translocação.

Souza et al. (1998), estudando o controle químico de trapoeraba, capim-pé de galinha e timbete, verificaram que, para o controle da trapoeraba, aplicações seqüenciais de paraquat + diuron, em intervalos de 60 dias, foi o tratamento que ofereceu melhores resultados. A associação com sulfosate, em

aplicações sequenciais com paraquat + diuron, também ofereceu resultados satisfatórios, porém os efeitos iniciais de controle foram mais lentos. Tanto sulfosate quanto glyphosate por si só ou associados à roçadeira não apresentaram controles satisfatórios. Para o controle do capim pé de galinha, os autores verificaram que as aplicações de sulfosate são eficientes, porém somente até aos 30 dias após as aplicações iniciais. O uso de paraquat + diuron em seqüência às aplicações de sulfosate não foi suficiente para manter um controle satisfatório no final do período. Portanto, esta seqüência deverá ser feita em intervalos menores. O uso da roçadeira em seqüência ao sulfosate ou glyphosate não apresentou nenhum efeito positivo, sendo que, para o controle do timbete, a aplicação de sulfosate manteve um controle eficiente até aos 60 dias após a aplicação. A adição de paraquat + diuron em seguida sustentou o controle por mais 60 dias. O uso de roçadeira em seqüência ao sulfosate ou glyphosate não apresentou um controle eficiente desta espécie. Para um controle eficiente de trapoeraba, timbete e pé-de-galinha, a associação seqüencial de sulfosate ou glyphosate com paraquat + diuron apresentou-se como a melhor opção de controle químico porém deverá ser aplicada em intervalos menores que 60 dias.

Todavia, alguns cuidados devem ser tomados na utilização do controle químico de plantas daninhas, tais como: os herbicidas residuais devem ser aplicados apenas uma vez por ano, após a arruação, enquanto os de contato e translocação podem ser aplicados várias vezes; deve-se evitar atingir os cafeeiros; aplicar os de pré-emergência em solo úmido, uniforme e limpo; as dosagens dos de pré-emergência variam com o tipo de solo; evitar aplicação em horas de vento forte; calcular rigorosamente a dosagem; aplicar os herbicidas de pós-emergência quando o mato estiver entre 15 a 20 cm; além do fator técnico, considerar os fatores sócio-econômicos no uso do herbicida (Costa, 2002).

Os métodos integrados de controle promovem uma redução no custo, além de englobar as vantagens de cada um dos métodos associados (Souza et al.,

1985). Carvalho (1982) mostra que a aplicação de herbicidas requer apenas 9,3% da mão de obra, quando comparado com a capina manual; a aplicação de herbicidas na linha e a roçadeira nas ruas requer 36,9% e capina manual na linha e herbicidas na rua, 53%.

Vieira et al. (1993) concluíram que o comportamento das propriedades físicas de um Latossolo Roxo Distrófico indica que os métodos de capina como roçadeira, grade, enxada rotativa, herbicida de pré-emergência e capina manual desestabilizam em maior ou menor grau a estrutura do solo e ocasionam o fenômeno da compactação, aumentando o deflúvio e favorecendo o processo erosivo.

Assim, pode-se observar a variação de métodos e as associações que podem ser aplicadas visando redução de custo, eficácia no controle das plantas daninhas e redução da agressão ao meio ambiente.

### **2.3 Biomassa microbiana do solo**

A biomassa microbiana do solo é definida como uma parte viva da matéria orgânica e, operacionalmente, atua como agente de transformação da matéria orgânica e como reservatório dinâmico de nutrientes (Jenkinson & Ladd, 1981). A biomassa pode armazenar aproximadamente 1 a 4% do carbono total, 2 a 6% do nitrogênio total e 2 a 5% do fósforo total do solo, sendo fundamental na manutenção e produtividade de vários ecossistemas naturais e de muitos agrossistemas, os quais dependem, em grande parte, de processos mediados pelos microrganismos, como a decomposição da matéria orgânica do solo (Jenkinson & Ladd, 1981). Consequentemente, o tamanho da comunidade microbiana e a sua atividade determinam a intensidade com que os processos bioquímicos acontecem (Vargas & Scholles, 2000). A biomassa microbiana atua como um tampão do nitrogênio do solo, uma vez que controla a disponibilidade desse nutriente por meio dos processos de mineralização e imobilização. Em

diferentes sistemas de manejo do solo, a microbiota recebe estímulos diferenciados devido à composição dos resíduos das espécies vegetais e aos métodos de preparo do solo. Isto resulta em diferenças na atividade microbiana, na relação imobilização-mineralização do nitrogênio e nas taxas de decomposição dos resíduos (Vargas & Scholles, 1998).

A estimativa da biomassa microbiana pode fornecer dados úteis sobre modificações nas propriedades biológicas dos solos, decorrentes de práticas agrícolas, como diferentes tipos de manejo dos solos e diferentes culturas (Vargas & Scholles, 1998; 2000), efeito do uso de fertilizantes (Guerra et al., 1995), desmatamento e implantação da cultura da laranja (Sanches et al., 1999), além de ser um indicador sensível de mudanças edáficas e biológicas que afetam a qualidade dos solos por metais pesados (Dias-Júnior et al., 1998).

Os sistemas de manejo, com diferenças no revolvimento do solo e na composição dos resíduos vegetais, alteram as propriedades biológicas do solo, com reflexos na qualidade do solo e na produtividade das culturas (Vargas & Scholles, 2000), principalmente quando ocorre a remoção do horizonte superficial do solo juntamente com a matéria orgânica (Duda et al., 1999). O preparo convencional caracteriza-se pela incorporação dos resíduos, promovendo maior aeração do solo e disponibilização de substratos, mediante o rompimento de agregados (Salinas-Garcia et al., 1997), podendo estimular a atividade microbiana imediatamente após o preparo do solo.

Vargas & Scholles (1998), avaliando o nitrogênio da biomassa microbiana em sistemas de manejo do solo (convencional, reduzido e plantio direto) e de culturas (aveia-preta/milho e aveia + vica/milho + caupi), verificaram que os maiores valores de N microbiano ocorreram no plantio direto e no sistema aveia + vica/milho + caupi, na camada de 0-5 cm. Em 2000, os autores observaram, na camada de 0-5 cm, os maiores valores de biomassa e de

atividade nos preparos conservacionistas e no sistema aveia + vica/milho + caupi.

As diferentes espécies vegetais determinam a quantidade, a qualidade e a persistência dos resíduos, alterando o crescimento microbiano (Vargas & Scholles, 2000). A retirada da vegetação natural e a implantação da cultura da laranja alteraram as características químicas, a densidade do solo e a atividade microbiana do solo, principalmente na camada de 0-20 cm (Sanches et al., 1999). Estes mesmos autores observaram que o monocultivo provocou reduções no pH, na saturação por bases, nos teores de matéria orgânica, na CTC e na atividade microbiana do solo.

Além do manejo inadequado do solo, a contaminação por metais pesados e defensivos agrícolas também afeta a biomassa microbiana do solo. Estudando solos altamente contaminados por metais pesados, Dias-Júnior et al. (1998) verificaram que todas as características biológicas avaliadas foram afetadas pelos elevados teores de metais, sendo que o carbono da biomassa apresentou redução acima de 80% em relação ao local fora da área contaminada. Os autores observaram, ainda, tendência de maior densidade e atividade microbiana nos locais contaminados do que naqueles que continham algum tipo de vegetação.

A persistência de um herbicida no solo é definida como o período de tempo em que ele permanece ativo. O caso de herbicidas é particularmente importante porque, por um lado, determina o período no qual as plantas daninhas podem ser controladas, mas, por outro, efeitos fitotóxicos tardios podem prejudicar as culturas subsequentes. A persistência também tem influência no risco da lixiviação do herbicida para as camadas mais profundas do solo, causando contaminação e degradação microbiana (Fuscaldo et al., 1999). Nakagawa et al. (1995), estudando a persistência, a mobilidade e as constantes de adsorção da atrazina em dois tipos de solo (Gley Húmico e Latossolo

Vermelho-Escuro) em condições de laboratório, verificaram que a meia-vida da atrazina foi de 56 dias no solo Gley Húmico e 54 dias no solo Latossolo Vermelho-Escuro, sendo que o principal produto da degradação detectado nos dois solos foi a hidroxiatrazina. Os autores verificaram, ainda, que a atrazina apresentou baixos valores de adsorção nos dois solos. Fuscaldo et al. (1999), estudando a persistência dos herbicidas atrazine, metribuzin e simazine em dois tipos de solo, verificaram que a persistência foi maior com altas doses dos herbicidas, com baixo conteúdo de matéria orgânica e alto pH (6,7) dos solos.

Os sistemas de manejo do solo com diferentes métodos de preparo de solo e diferentes culturas resultam em ambientes totalmente distintos, com reflexos na comunidade microbiana. Uma vez que a microbiota afeta mais indiretamente que diretamente a produtividade agrícola, a avaliação e o conhecimento dos processos em que a biomassa microbiana está envolvida tornam-se de inegável importância para um manejo adequado do solo, visando a sua conservação e a produtividade das culturas.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Caracterização da área experimental**

O experimento foi conduzido no município de Lavras, em uma lavoura de café Catuaí-vermelho com 5 anos de idade, plantada num espaçamento de 4,0 metros entre linhas e 1,0 metro entre plantas, sobre um solo caracterizado como Latossolo Vermelho-Escuro. A precipitação pluviométrica ocorrida durante o período experimental está apresentada na Figura 1.

### **3.2 Delineamento experimental e aplicação dos tratamentos**

O experimento foi montado em um delineamento de blocos ao acaso com 8 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram da associação de métodos de controle de plantas daninhas (Quadro 1), aplicados em 1999/2000 (início: dezembro/1999, término: abril/2000) e repetidos em 2000/2001 (início: dezembro/2000, término: abril/2001), na área central das ruas, numa faixa aproximada de 1,20 m de largura. Cada parcela foi constituída por duas ruas adjacentes com 10 plantas de café. Nos tratamentos com herbicidas foi utilizado um pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub> (40 psi), munido de uma barra com 4 bicos Quick-jet 110-02, a uma velocidade de aproximadamente 1 m/s, gastando entre 200 a 300 l/ha de calda. Nos tratamentos com roçadeira foi utilizada roçadeira costal motorizada, simulando a roçadeira tratorizada, e as capinas foram manuais com enxada. O tratamento adotado pelo produtor foi considerado padrão ou testemunha e comparado com os outros tratamentos.

### **3.3 Avaliações**

As avaliações visuais de porcentagem de controle (0 = controle ineficaz e 100% = controle total) foram realizadas por 2 avaliadores aos 7, 15 e 30 dias após a aplicação dos tratamentos. Os dados obtidos foram submetidos à análise

de variância e à comparação das médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

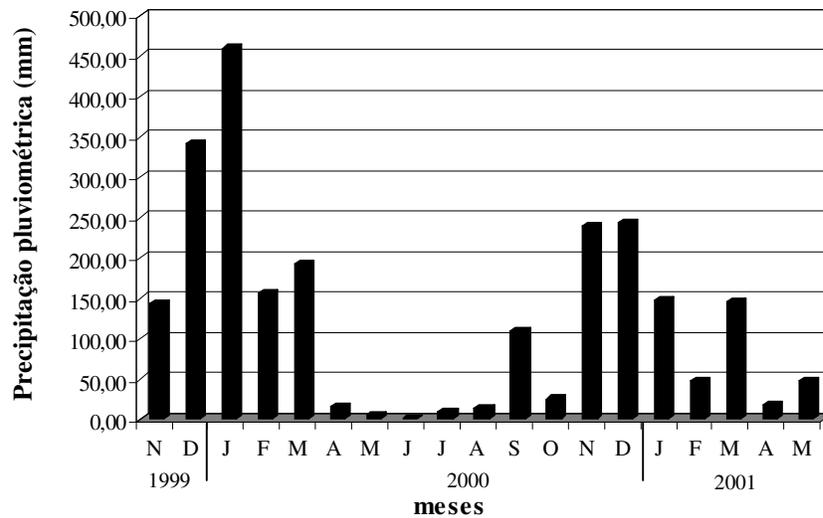


Figura 1 – Precipitação pluviométrica média ocorrida durante o período experimental de novembro de 1999 a maio de 2001 (Estação climatológica, Depto. de Engenharia, UFLA).UFLA, Lavras –MG, 2002

Quadro 1. Tratamentos utilizados no experimento “Efeito da associação de métodos de controle de plantas daninhas sobre microrganismos do solo numa lavoura cafeeira (*Coffea arabica* L.)”. UFLA, Lavras - MG, 2002.

Tratamentos	Meses da aplicação					
	Dez/99	Fev/00	Abr/00	Dez/00	Fev/01	Abr/01
1	Pré <sup>1</sup>	Pós <sup>2</sup>	Roçadeira	Pré	Pós	Roçadeira
2	Pós	Pré	Roçadeira	Pós	Pré	Roçadeira
3	Pós	Pós	Pós	Pós	Pós	Pós
4	Pós	Pós	Roçadeira	Pós	Pós	Roçadeira
5	Pré	Pós	Pós	Pré	Pós	Pós
6	Pré	Pós	Pré	Pré	Pós	Pré
7	Pós	Pré	Capina	Pós	Pré	Capina
8	Roçadeira	Gly <sup>3</sup>	Gly	Gly	Gly	Gly

<sup>1</sup>Pré = herbicida de pré-emergência (ametrine + simazine); 5,0 L/ha

<sup>2</sup>Pós = herbicida de pós-emergência (paraquat + diuron); 2,0 L/ha

<sup>3</sup>Gly = glyphosate (padrão); 2,0 L/ha

### **3.4 Coleta e armazenamento das amostras**

As amostras de solo foram coletadas em 4 épocas: novembro/1999, abril/2000, maio/2000 e novembro/2000 (Quadro 2), sendo que a primeira coleta, em novembro/1999, foi realizada antes das aplicações dos tratamentos para efeito de comparação.

As amostras de solo para as análises químicas e de matéria orgânica foram coletadas em fevereiro de 2000, e os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Foram coletadas 10 subamostras na profundidade de 0-20cm em cada parcela; estas foram homogeneizadas e peneiradas em peneira de 4 mm para remover resíduos de restos vegetais e organismos macroscópicos para compor uma amostra, totalizando 32 amostras/coleta. As amostras foram armazenadas a 4 °C, em sacos não hermeticamente fechados, até serem analisadas respeitando o limite de validade de 3 a 4 semanas, para posterior determinação da biomassa microbiana e da respiração microbiana. A capacidade de campo de cada amostra de solo foi determinada e a umidade, ajustada para 60% mediante acréscimo de água, quando necessário. Antes da determinação da biomassa e respirometria, as amostras foram incubadas por 8 dias no escuro a  $\pm 25$  °C.

Tabela 1- Resultado da análise de solos coletados em Fevereiro de 2000 no local do experimento. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Elemento	Unidade	TRATAMENTOS							
		1	2	3	4	5	6	7	8
pH em água		6,4	6,5	6,5	6,4	6,5	6,4	6,6	6,6
P	mg/dm <sup>3</sup>	12,0	12,8	12,5	10,0	12,0	13,8	11,3	14,8
K	mg/dm <sup>3</sup>	184,5	152,3	197,0	160,5	211,0	179,3	182,5	186,0
Ca	cmolc/dm <sup>3</sup>	4,8	4,6	4,4	4,2	11,8	4,3	4,4	4,3
Mg	cmolc/dm <sup>3</sup>	1,9	1,6	1,9	2,2	1,9	1,9	2,0	1,8
Al	cmolc/dm <sup>3</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
H + Al	cmolc/dm <sup>3</sup>	1,6	2,0	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,8
S.B.	cmolc/dm <sup>3</sup>	7,2	6,6	6,8	6,9	14,2	6,7	6,8	6,6
t	cmolc/dm <sup>3</sup>	7,2	6,6	6,8	6,9	14,2	6,7	6,8	6,6
T	cmolc/dm <sup>3</sup>	8,8	8,6	8,6	8,7	16,1	8,6	8,7	8,4
m	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
V	%	81,6	76,9	79,5	79,7	83,8	77,6	78,2	79,2
Ca /T	%	54,2	53,3	51,2	47,8	61,3	50,4	49,9	51,7
Mg/T	%	21,8	19,0	22,5	25,7	17,5	21,8	22,9	21,7
K/T	%	5,4	4,6	5,9	6,2	5,1	5,4	5,4	5,7
Ca/Mg		2,5	2,9	2,3	1,9	6,7	2,4	2,2	2,6
Ca/K		10,4	11,7	8,8	7,8	26,8	9,5	9,4	9,1
Mg/K		4,2	4,2	3,8	4,2	3,6	4,1	4,3	3,9
Matéria Orgânica	dag/kg	3,2	3,4	3,2	3,2	3,2	3,3	3,5	3,4

Quadro 2. Tratamentos utilizados no experimento “Efeito da associação de métodos de controle de plantas daninhas sobre microrganismos do solo numa lavoura cafeeira (*Coffea arabica* L.)” e data das coletas de amostras de solo submetidas a determinação da biomassa microbiana e respirometria. UFLA, Lavras - MG, 2002.

Tratamentos	Meses da aplicação dos tratamentos e coleta das amostras de solo									
	Nov/99	Dez/99	Fev/00	Abr/00	Maio/00	Nov/00	Dez/00	Fev/01	Abr/01	
1	Primeira coleta das amostras de solo	Pré <sup>1</sup>	Pós <sup>2</sup>	Segunda coleta das amostras de solo	Roçadeira	Terceira coleta das amostras de solo	Quarta coleta das amostras de solo	Pré	Pós	Roçadeira
2		Pós	Pré		Roçadeira			Pós	Pré	Roçadeira
3		Pós	Pós		Pós			Pós	Pós	Pós
4		Pós	Pós		Roçadeira			Pós	Pós	Roçadeira
5		Pré	Pós		Pós			Pós	Pós	Pós
6		Pré	Pós		Pré			Pré	Pós	Pré
7		Pós	Pré		Capina			Capina	Pré	Capina
8		Roçadeira	Gly <sup>3</sup>		Gly			Gly	Gly	Gly

<sup>1</sup>Pré = herbicida de pré-emergência (ametrine + simazine); 5,0 L/ha

<sup>2</sup>Pós = herbicida de pós-emergência (paraquat + diuron); 2,0 L/ha

<sup>3</sup>Gly=glyphosate(padão);2,0L/h

Tabela 2 – Dados de temperatura máxima e mínima (°C) durante o período experimental (Determinação da biomassa microbiana do solo e respirometria). UFLA, Lavras - MG, 2002.

Meses	Temperatura máxima	Temperatura mínima
Novembro/99	26,6	15,5
Dezembro/99	27,4	17,5
Janeiro/00	28,4	18,4
Fevereiro/00	28,5	18,1
Março/00	27,9	17,7
Abril/00	27,4	15,1
Mai/00	25,1	12,2
Novembro/00	26,9	17,1

### 3.5 Determinação da Biomassa Microbiana

#### 3.5.1 Preparo das amostras

Para a determinação da biomassa microbiana foram utilizadas 2 subamostras por amostra, que continham o equivalente a 25 g de solo úmido corrigido (60% da capacidade de campo). Destas subamostras, uma foi utilizada como controle, e o carbono foi extraído logo após a pesagem (item 3.5.2), e a outra foi submetida ao tratamento com clorofórmio livre de etanol ( $\text{CHCl}_3$ ).

No tratamento com  $\text{CHCl}_3$ , as subamostras foram colocadas em um dessecador contendo papel toalha molhado para manter a umidade, juntamente com um Becker que continha algumas bolas de vidro e aproximadamente 25 ml de  $\text{CHCl}_3$ . O dessecador foi tampado e nele, aplicado um vácuo de aproximadamente 600 mm Hg por 2-5 minutos após o início da ebulição do  $\text{CHCl}_3$ . Em seguida, as subamostras foram incubadas no escuro a 27 °C por 24

horas. Após este período, foram retirados o papel toalha e o Becker com  $\text{CHCl}_3$  e efetuado o vácuo sucessivo para retirar o excesso do fumigante.

### **3.5.2 Extração do Carbono Orgânico pelo Método de Fumigação-Extração (Vance et al., 1987)**

Em cada subamostra foram acrescentados 100 ml de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  0,5 M com pH ajustado para 6,5 - 6,8. Em seguida, as subamostras foram agitadas por 30 minutos a 220 rpm. Para a decantação do solo, as subamostras foram deixadas em repouso por 30 minutos e, em seguida, o sobrenadante foi filtrado em papel de filtro Whatman 42. Como testemunha, foram feitas 3 amostras sem solo (branco).

### **3.5.3 Oxidação e digestão do Carbono**

Foram retiradas alíquotas de 8 ml do extrato filtrado e acrescentados: 2 ml de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  66,7 mM; 10 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (98%); 5 ml de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (88%) e 15 ml mistura  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e  $\text{H}_3\text{PO}_4$  na proporção de 2:1. As amostras foram aquecidas em chapa térmica por refluxo durante 3 minutos após o surgimento da primeira bolha.

### **3.5.4 Titulação**

Após o resfriamento, adicionaram-se 10 ml de  $\text{H}_2\text{O}$  destilada e 3 gotas de difenilamina 1% em meio ácido  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado como indicador, e na titulação foi utilizado  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2 (\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  33,3 mM até mudança de cor do amarelo para o verde garrafa.

Devido à instabilidade do titulante ( $\text{Fe} (\text{NH}_4)_2 (\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ), antes de cada análise realizou-se sua padronização (Anderson & Ingram, 1993), que consiste na titulação de 1 ml de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  66,7 mM na presença do indicador

difenilamina a 1%, sendo que a exata concentração do  $\text{Fe} (\text{NH}_4)_2 (\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  foi dada pela fórmula:

$$\text{Concentração do } \text{Fe} (\text{NH}_4)_2 (\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} = 0,4 / v,$$

em que:  $v$  = volume gasto de  $\text{Fe} (\text{NH}_4)_2 (\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  na titulação

### 3.5.5 Cálculo do carbono orgânico extraído

O carbono da biomassa microbiana foi calculado pelas fórmulas:

$$C_{\text{oxidável do solo}} (\mu\text{gC} \cdot \text{g}^{-1} \text{ de solo seco}) = \frac{(Br - A) \times m \times 0,003 \times 100 \times 10^6}{8 \times PS}$$

em que:  $Br$  = volume gasto para titular o branco;

$A$  = volume gasto para titular a amostra;

$m$  = molaridade exata do sulfato ferroso amoniacal;

0,003 = meq do C;

100 = volume do extrator;

8 = volume da alíquota;

$PS$  = peso seco da amostra;

$10^6$  = fator de conversão para  $\mu\text{g C}$

Carbono da biomassa microbiana = ( $\mu\text{g C} \cdot \text{g}^{-1}$  de solo seco)

$$C_{mic} = (C_F - C_{NF}) \cdot kc$$

em que:  $C_{mic}$  = carbono da biomassa microbiana do solo;

$C_F$  = carbono da amostra fumigada;

$C_{NF}$  = carbono da amostra não fumigada;

$kc = 2,78$  (fator de correção obtido por Vance et al, 1987)

Para a análise dos dados foram aplicadas a análise de variância e a comparação de médias pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### **3.6 Respiração microbiana do solo**

#### **3.6.1 Procedimento**

Para a determinação da respiração microbiana do solo, pesaram-se 25 g de solo úmido corrigido (60% da capacidade de campo) por amostra, em vidros de 50 ml, os quais foram colocados no fundo de recipientes plásticos com tampa, dos quais foram pipetados 20 ml NaOH (0,05 M), e imediatamente fechados hermeticamente. Foram incubados por 3 dias a  $27 \pm 2$  °C. Para testemunhas, foram utilizados três recipientes plásticos com NaOH (0,05 M) sem solo.

#### **3.6.2 Estimativas do CO<sub>2</sub>**

Após a incubação, os recipientes plásticos foram abertos e sua superfície interna foi lavada água destilada para deixar toda a solução de NaOH dentro do recipiente. Adicionaram-se 5 ml de solução de BaCl<sub>2</sub> · 2 H<sub>2</sub>O (0,5 M) e algumas gotas do indicador (fenolftaleína 0,1%). Foi adicionado HCl (0,05 M) em gotas sob agitação até que a cor mudasse de vermelho para incolor.

#### **3.6.3 Cálculo da Taxa de Respiração**

$$CO_2(mg)/PS/t = \frac{V_0 - V \times 1,1}{pss}$$

em que: PS = quantidade de solo seco em gramas;

t = tempo de incubação em horas;

V<sub>0</sub> = volume de HCl usado para titulação do controle em ml;

V = volume do HCl usado para a amostra de solo em ml;

pss = peso seco de 1 g de solo úmido;

1,1 = fator de conversão 1 ml 0,05 M NaOH igual a 1,1 mg CO<sub>2</sub>.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Controle de picão preto (*Bidens pilosa*)

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados das aplicações do primeiro ano (1999/2000). De acordo com os dados obtidos, todos os tratamentos aplicados em dezembro de 1999 controlaram o picão preto até 30 dias após a aplicação (daa) (controle acima de 90%), exceto o tratamento em que se utilizou a roçadeira (T8), o qual foi eficiente apenas até os 7 daa. Aos 7 daa, os tratamentos em que se utilizou herbicida de pré-emergência (T1, T5 e T6) foram melhores do que os tratamentos que utilizaram herbicida de pós-emergência (T2, T3, T4 e T7). No entanto, aos 15 e 30 daa, o controle foi satisfatório para ambos os herbicidas (controle acima de 97,5%).

Em fevereiro de 2000, nos locais em que a roçadeira foi substituída por glyphosate, e foram feitas algumas inversões entre herbicidas de pré e pós-emergência, todos os tratamentos foram eficientes até aos 30 daa (controle acima de 95%), exceto o tratamento 4 (herbicida de pós-emergência), que aos 30 daa apresentou controle de 88%. A mesma tendência foi observada no tratamento 3 (95%), em que também foi utilizado herbicida de pós-emergência. Este comportamento foi observado nos tratamentos em que foram utilizadas aplicações sequenciais de herbicida de pós-emergência, evidenciando o efeito guarda-chuva nestes dois tratamentos.

Na aplicação realizada em abril de 2000, os tratamentos com roçadeira (T1, T2 e T4) apresentaram controle mediano (76 a 88% de controle) aos 15 daa, enquanto os demais tratamentos apresentaram 100% de controle. Aos 30 daa, com a estiagem (Figura 1) e o final de ciclo da espécie, o picão preto se apresentava com uma baixa população.

Tabela 3 – Porcentagens de controle de picão preto obtidas no experimento “Efeito da associação de métodos de controle de plantas daninhas sobre microrganismos do solo numa lavoura cafeeira (*Coffea arabica* L.)”. UFLA, Lavras-MG, 1999/00.

Tratamentos	1 <sup>a</sup> Aplicação (dez/99)			2 <sup>a</sup> Aplicação (fev/00)			3 <sup>a</sup> Aplicação (abril/00)	
	7daa <sup>1</sup>	15daa	30daa	7daa	15daa	30daa	7daa	15daa
1	94,75 a <sup>3</sup>	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	80,00 b	80,00 b
2	90,00 b	100 a	100 a	100 a	100 a	98,75 ab	76,25 b	76,25 b
3	90,00 b	100 a	100 a	100 a	100 a	95,00 ab	100 a	100 a
4	90,00 b	100 a	97,50 a	100 a	96,25 a	88,75 b	93,75 a	88,75 ab
5	95,00 a	98,75 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
6	95,00 a	98,75 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
7	90,00 b	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
8	90,00 b	78,75 b	0 b	87,50 b	97,50 a	97,50 ab	97,50 a	97,50 a
<b>C.V.<sup>2</sup> (%)</b>	0,19	1,55	2,03	1,80	1,87	4,75	4,65	5,92

<sup>1</sup>daa – dias após aplicação

<sup>2</sup>C.V. – coeficiente de variação

<sup>3</sup>médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Portanto, no primeiro ano (1999/2000), os melhores tratamentos para o controle de picão preto foram os que associaram herbicidas de pré e pós-emergência (T5, T6 e T7), enquanto que os tratamentos que utilizaram roçadeira apresentaram controle mediano, o que está de acordo com os resultados de Alcântara & Ferreira (2000), que verificaram, em dezoito anos de experimento, que a roçadeira e a testemunha sem capina apresentaram os menores rendimentos em sacos beneficiados/ha, ao passo que os tratamentos com roçadeira, grade e capina manual apresentaram os maiores rendimentos.

Os resultados obtidos nas aplicações do segundo ano de experimento (2000/2001) estão apresentados na Tabela 4. Na aplicação de dezembro de 2000, aos 7 daa todos os tratamentos foram eficientes para o controle de picão preto (100% de controle), exceto a aplicação de glyphosate (T8 - padrão) (75%), que apresentou um comportamento esperado devido ao seu caráter sistêmico, necessitando de pelo menos 7 dias para apresentar sinais de injúria; no entanto, aos 15 daa pôde-se observar um controle de 100% neste tratamento. Portanto, nesta aplicação, todos os tratamentos controlaram o picão preto até aos 30 daa (controle acima de 91,5%).

Em fevereiro de 2001 não havia picão preto na área, possivelmente devido à aplicação anterior. Em abril de 2001, o picão preto foi controlado eficientemente por todos os tratamentos. No entanto, o tratamento que utilizou o glyphosate (T8 - padrão) controlou efetivamente apenas após os 15 daa, já que o glyphosate é um herbicida sistêmico de pós-emergência. A baixa precipitação da época (Figura 1) favoreceu o controle de picão preto, pois no 30<sup>o</sup> dia da avaliação já não havia picão preto na área.

Tabela 4 – Porcentagens de controle de picão preto obtidas no experimento “Efeito da associação de métodos de controle de plantas daninhas sobre microrganismos do solo numa lavoura cafeeira (*Coffea arabica* L.)”. UFLA, Lavras-MG, 2000/01.

Tratamentos	1 <sup>a</sup> Aplicação (dez/00)			2 <sup>a</sup> Aplicação (fev/01)			3 <sup>a</sup> Aplicação (abril/01)	
	7daa <sup>1</sup>	15daa	30daa	7daa	15daa	30daa	7daa	15daa
1	100 a <sup>3</sup>	100 a	98,75 a	-	-	-	90,00 a	100 a
2	100 a	100 a	93,75 ab	-	-	-	97,50 a	100 a
3	100 a	100 a	93,75 ab	-	-	-	100 a	100 a
4	100 a	97,50 a	93,75 ab	-	-	-	90,00 a	100 a
5	100 a	100 a	100 a	-	-	-	100 a	100 a
6	100 a	100 a	98,75 a	-	-	-	100 a	100 a
7	100 a	100 a	93,75 ab	-	-	-	100 a	97,50 ab
8	75,00 b	100 a	91,25 b	-	-	-	65,00 b	85,00 b
<b>C.V.<sup>2</sup> (%)</b>	2,11	1,77	3,00	-	-	-	9,15	6,37

<sup>1</sup>daa – dias após aplicação

<sup>2</sup>C.V. – coeficiente de variação

<sup>3</sup>médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### **4.2 Controle do capim pé de galinha (*Eleusine indica*)**

Observando os resultados da aplicação de dezembro de 1999 (Tabela 5), durante o primeiro ano (1999/2000) verifica-se que os melhores resultados foram observados nos tratamentos que utilizaram herbicida de pré-emergência (T1, T5 e T6) nas três avaliações, com resultados acima de 83% de controle até aos 30 daa. Os tratamentos com herbicida de pós-emergência (T2, T3, T4 e T7) não foram eficientes no controle desta espécie, exceto aos 7 daa (controle de 90%), sendo que aos 30 daa o controle nestes tratamentos variou de 52 a 62%, o mesmo resultado apresentado por Souza et al. (1998), segundo os quais o uso de herbicidas de pós-emergência em sequência não foram suficientes para manter um controle satisfatório do capim pé de galinha no final do período. A utilização de roçadeira (T8) para não se mostrou eficiente, pois aos 30 dias seu controle foi nulo.

Em fevereiro de 2000, o capim pé-de-galinha não se manifestava com uma população suficiente para uma avaliação confiável, razão pela qual não foi considerada.

Em abril de 2000, aos 7 daa, o uso de herbicida de pós-emergência (T3 e T5) apresentou um baixo controle em relação aos outros tratamentos (máximo de 87%). Os tratamentos que utilizaram a roçadeira (T1, T2 e T4) tiveram um controle intermediário, sendo que, aos 15 daa, os tratamentos que utilizaram a capina, os herbicidas de pré-emergência e o glyphosate foram os melhores tratamentos (T7, T6 e T8, respectivamente), com 100% de controle. Os tratamentos com capina são ideais para esta época do ano devido ao baixo risco de erosão hídrica, porém o solo fica descoberto, perdendo umidade em comparação aos outros tratamentos (Njoroge, 1994; Costa, 2002), além do alto custo da mão-de-obra (Carvalho, 1982; Alcântara & Ferreira, 2000)

Tabela 5 – Porcentagens de controle de pé de galinha obtidas no experimento “Efeito da associação de métodos de controle de plantas daninhas sobre microrganismos do solo numa lavoura cafeeira (*Coffea arabica* L.)”. UFLA, Lavras-MG, 1999/00.

Tratamentos	1 <sup>a</sup> Aplicação (dez/99)			2 <sup>a</sup> Aplicação (fev/00)			3 <sup>a</sup> Aplicação (abril/00)	
	7daa <sup>1</sup>	15daa	30daa	7daa	15daa	30daa	7daa	15daa
1	94,75 a <sup>3</sup>	98,75 ab	83,75 ab	-	-	-	85,00 b	85,00 a
2	90,00 b	80,00 c	57,50 c	-	-	-	90,00 ab	90,00 a
3	90,00 b	93,75 ab	62,50 bc	-	-	-	70,00 c	86,25 a
4	90,00 b	87,50 bc	61,25 bc	-	-	-	93,75 ab	93,75 a
5	95,00 a	100 a	87,50 a	-	-	-	70,00 c	87,50 a
6	95,00 a	98,75 ab	92,50 a	-	-	-	100 a	100 a
7	90,00 b	78,75 c	52,50 c	-	-	-	100 a	100 a
8	90,00 b	78,75 c	0 d	-	-	-	97,50 ab	100 a
<b>C.V.<sup>2</sup> (%)</b>	0,19	5,37	16,75	-	-	-	6,98	7,38

<sup>1</sup>daa – dias após aplicação

<sup>2</sup>C.V. – coeficiente de variação

<sup>3</sup>médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

No segundo ano de aplicação (2000/2001) houve diferenças nos resultados das aplicações de dezembro de 2000. Esta diferença é notada pelo aumento no controle aos 30 daa (Tabela 6), quando comparado com o mesmo período do ano anterior. Os melhores resultados foram obtidos após a aplicação do herbicida de pré-emergência (T1, T5 e T6), proporcionando controle acima de 93%. Nos tratamentos em que foi aplicado herbicida de pós-emergência (T2, T3, T4 e T7) houve um aumento no controle (acima de 90%) em relação ao ano anterior, porém o tratamento 3, após 3 aplicações sequenciais de herbicida de pós-emergência, não se mostrou eficiente (87% de controle) aos 30 daa. No tratamento 8, a roçadeira utilizada no ano anterior foi substituída por glyphosate, proporcionando controle satisfatório (92%).

Na aplicação de fevereiro de 2001, os tratamentos que utilizaram herbicida de pós-emergência (T1, T3, T4, T5 e T6) não controlaram esta espécie de forma eficiente, com valores máximos de 76% de controle aos 30 daa. Nos tratamentos em que foram aplicados os herbicidas de pré-emergência (T2 e T7) e glyphosate (T8), o controle foi satisfatório (acima de 95%).

Em abril de 2001, todos os tratamentos controlaram de forma satisfatória; porém, nos tratamentos em que foi utilizada roçadeira, antecedida por aplicações de herbicida de pós-emergência (T1 e T4), o controle aos 15 daa foi no máximo 93%, quando a roçadeira foi antecedida por herbicida de pré-emergência, o controle foi total (100%).

Tabela 6 – Porcentagens de controle de pé de galinha obtidas no experimento “Efeito da associação de métodos de controle de plantas daninhas sobre microrganismos do solo numa lavoura cafeeira (*Coffea arabica* L.)”. UFLA, Lavras-MG, 2000/01.

Tratamentos	1 <sup>a</sup> Aplicação (dez/00)			2 <sup>a</sup> Aplicação (fev/01)			3 <sup>a</sup> Aplicação (abril/01)	
	7daa <sup>1</sup>	15daa	30daa	7daa	15daa	30daa	7daa	15daa
1	100 a <sup>3</sup>	100 a	95,00 a	60,00 c	70,50 c	72,50 bc	90,00 a	93,75 b
2	78,75 b	91,25 bc	90,00 ab	100 a	100 a	97,50 a	95,00 a	100 a
3	81,25 b	86,25 c	87,50 b	63,75 c	70,50 c	67,50 c	90,00 a	96,25 b
4	81,25 b	92,50 bc	91,25 ab	60,00 c	70,50 c	62,50 c	90,00 a	93,75 b
5	100 a	100 a	93,75 ab	60,00 c	70,50 c	76,25 abc	90,00 a	96,25 b
6	100 a	100 a	95,00 a	60,00 c	70,50 c	70,00 c	100 a	100 a
7	88,75 ab	93,75 ab	91,25 ab	100 a	100 a	97,50 a	92,50 a	100 a
8	30,00 c	100 a	92,50 ab	80,00 b	90,50 b	95,25 ab	75,00 a	100 a
<b>C.V.<sup>2</sup> (%)</b>	5,80	2,84	3,00	4,34	0,33	12,10	12,30	1,58

<sup>1</sup>daa – dias após aplicação

<sup>2</sup>C.V. – coeficiente de variação

<sup>3</sup>médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### **4.3 Controle de beldroega (*Portulaca oleracea*)**

Pela Tabela 7, observa-se que esta espécie foi controlada satisfatoriamente (controle acima de 90%) pelo herbicida de pré-emergência (T1, T5 e T6). O controle não foi satisfatório (máximo 10%) aos 30 dias após a aplicação de herbicida de pós-emergência (T2, T3, T4 e T7) e pela roçadeira (T8), fato explicado pelas plantas remanescentes que rebrotaram. No momento da aplicação em fevereiro e abril de 2000, não havia esta espécie na área.

No segundo ano (2000/2001 – Tabela 8), nas aplicações de dezembro de 2000 o controle seguiu a mesma tendência do ano anterior, porém com elevação na porcentagem de controle. As aplicações de herbicida de pré-emergência (T1, T5 e T6) foram as que proporcionaram um controle satisfatório (95%) aos 30 daa. Com a substituição da roçadeira por glyphosate (T8), o controle aos 30 daa foi de 91%. O controle foi ineficaz (62%) no tratamento que utilizou herbicida de pós-emergência (T3) antecedido por 3 aplicações sequenciais de herbicida de pós-emergência (Quadro 1).

Na aplicação de fevereiro de 2001, os melhores resultados (97% de controle) aos 30 dias foram observados nos tratamentos em que foram aplicados herbicidas de pré-emergência (T2 e T7). Os tratamentos cujo controle foi mediano (máximo de 92%) foram aqueles aplicados com herbicida de pós-emergência (T1, T3, T4, T5, T6 e T8). Pode-se observar, nestes tratamentos que os resultados iniciais mostram um controle satisfatório aos 7 dias, porém com um decréscimo devido à parte vegetativa remanescente, explicado pela baixa translocação do produto de pós-emergência utilizado (paraquat + diuron). Ao contrário do glyphosate (T8), que também é um herbicida de pós-emergência, porém sistêmico, houve um baixo controle inicialmente (60,25%), mas aos 30 daa observou-se que seu controle foi satisfatório (92%).

Tabela 7 – Porcentagens de controle de beldroega obtidas no experimento “Efeito da associação de métodos de controle de plantas daninhas sobre microrganismos do solo numa lavoura cafeeira (*Coffea arabica* L.)”. UFLA, Lavras-MG, 1999/00.

Tratamentos	1 <sup>a</sup> Aplicação (dez/99)			2 <sup>a</sup> Aplicação (fev/00)			3 <sup>a</sup> Aplicação (abril/00)	
	7daa <sup>1</sup>	15daa	30daa	7daa	15daa	30daa	7daa	15daa
1	98,75 a <sup>3</sup>	100 a	93,75 a	-	-	-	-	-
2	90,00 c	92,50 b	0 b	-	-	-	-	-
3	90,00 c	93,75 ab	0 b	-	-	-	-	-
4	90,00 c	95,00 ab	10,00 b	-	-	-	-	-
5	100 a	100 a	100 a	-	-	-	-	-
6	95,00 b	98,75 ab	90,00 a	-	-	-	-	-
7	90,00 c	93,75 ab	5,00 b	-	-	-	-	-
8	90,00 c	78,75 c	0 b	-	-	-	-	-
<b>C.V.<sup>2</sup> (%)</b>	0,95	3,36	12,79	-	-	-	-	-

<sup>1</sup>daa – dias após aplicação

<sup>2</sup>C.V. – coeficiente de variação

<sup>3</sup>médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 8 – Porcentagens de controle de beldroega obtidas no experimento “Efeito da associação de métodos de controle de plantas daninhas sobre microrganismos do solo numa lavoura cafeeira (*Coffea arabica* L.)”. UFLA, Lavras-MG, 2000/01.

Tratamentos	1 <sup>a</sup> Aplicação (dez/00)			2 <sup>a</sup> Aplicação (fev/01)			3 <sup>a</sup> Aplicação (abril/01)	
	7daa <sup>1</sup>	15daa	30daa	7daa	15daa	30daa	7daa	15daa
1	100 a <sup>3</sup>	100 a	95,00 a	90,25 b	75,00 cd	88,75 ab	90,00 ab	100 a
2	81,25 a	72,50 ab	83,75 ab	100 a	100 a	97,50 a	100 a	100 a
3	36,25 b	57,50 b	62,50 b	70,25 c	70,25 cd	89,00 ab	100 a	100 a
4	80,00 a	85,00 ab	87,50 ab	70,25 c	70,25 cd	92,50 ab	90,00 ab	100 a
5	100 a	100 a	95,00 a	90,25 b	90,25 ab	80,25 b	100 a	100 a
6	100 a	100 a	95,00 a	90,25 b	80,00 bc	87,25 ab	100 a	100 a
7	85,00 a	83,75 ab	87,50 ab	100 a	100 a	97,50 a	92,50 ab	100 a
8	10,00 c	93,75 a	91,25 ab	60,25 d	60,25 d	92,50 ab	80,00 b	95,00 a
<b>C.V.<sup>2</sup> (%)</b>	14,35	14,80	14,28	0,28	7,85	8,00	8,73	3,56

<sup>1</sup>daa – dias após aplicação

<sup>2</sup>C.V. – coeficiente de variação

<sup>3</sup>médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em abril de 2001, além do término do período das chuvas intensas ter (Figura 1) colaborado com o controle, todos os tratamentos aplicados resultaram em controle satisfatório da beldroega (acima de 95%).

#### 4.4 Biomassa microbiana

Os resultados apresentados na tabela 9 indicam que antes das aplicações dos tratamentos (Coleta 1) o teor de carbono da biomassa microbiana variava entre os tratamentos, possivelmente pelas diferenças populacionais existentes no solo.

Tabela 9 - Biomassa microbiana do solo ( $\mu\text{g}$  de C.  $\text{g}^{-1}$  solo seco) após aplicação dos tratamentos no experimento com associação de métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro.1999/2001

Tratamentos	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4
	Nov/1999	Abr/2000	Mai/2000	Nov/2000
1	177,23 a <sup>1</sup> A <sup>2</sup>	143,65 bAB	41,24 bcC	117,16 bcB
2	73,17 cB	168,70 abA	66,25 abB	78,59 cB
3	156,84 abA	127,70 bA	36,83 cB	197,68 aA
4	108,11 bcAB	156,13 abA	69,85 aB	123,51 bcAB
5	147,63 abAB	160,78 abA	30,05 cC	128,39 bcB
6	131,73 abcA	148,10 bA	29,51 cB	158,05 abA
7	151,16 abB	234,18 aA	45,40 abcC	143,12 abB
8	135,65 abcA	118,73 bA	43,64 abcB	108,59 bcA
C.V.	21,28	21,33	25,47	18,60

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra (minúscula) nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup>Médias seguidas de mesma letra (maiúscula) nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na coleta 2, isto é, após duas aplicações sequenciais dos tratamentos (Dezembro de 1999 e Fevereiro de 2000 - Quadro 2), os valores de carbono da biomassa não variaram nos tratamentos em que foram aplicados herbicidas de pré-emergência, seguidos de herbicidas de pós-emergência (T1, T5 e T6). O mesmo ocorreu nos tratamentos que receberam duas aplicações de herbicida de pós-emergência (T3 e T4). Porém, houve um aumento significativo nos tratamentos que receberam aplicações de herbicida de pós-emergência seguidas de aplicações de herbicidas de pré-emergência (T2 e T7). A utilização de carbono do herbicida pelos microrganismos pode ter favorecido esse aumento, como constatado por Souza et al. (1999), pois nos outros tratamentos a cobertura vegetal foi mantida pela natureza do método de controle.

Os menores teores de carbono da biomassa foram obtidos na coleta 3 (Tabela 8), que foi realizada em maio de 2000, época de baixa precipitação e baixa umidade do solo, porém houve diferenças no carbono da biomassa. Os tratamentos que receberam aplicações de roçadeira em abril/2000 (T2 e T4) foram os que apresentaram os mais altos teores de carbono, entretanto o tratamento que recebeu aplicações de herbicida de pré-emergência e pós-emergência antes da roçadeira (T1) apresentou-se com um valor mais baixo. Os menores valores de carbono da biomassa foram encontrados naqueles tratamentos em que se utilizaram aplicações de herbicidas, independentemente da seqüência aplicada, mostrando que pode haver uma ação dos mesmos na microbiota do solo.

A coleta 4 foi realizada em novembro de 2000, ou seja, 6 meses após a aplicação dos tratamentos do primeiro ano. Pode-se observar que os valores da biomassa (Tabela 8) não diferiram dos valores apresentados na coleta 1, exceto o tratamento 1, que recebeu a seqüência de aplicações de herbicida de pré-emergência, herbicida de pós-emergência e roçadeira, indicando que o resultado

desta sequência de aplicação de métodos interfere diminuindo o teor de carbono na biomassa microbiana do solo.

#### 4.5 Respiração microbiana

De acordo com os resultados da respiração do solo da coleta 1 (Tabela 10), podemos observar que a taxa de respiração não diferiu entre os tratamentos; porém, após duas aplicações sequenciais dos tratamentos (Dezembro de 1999 e Fevereiro de 2000 - Quadro 2), houve uma diminuição significativa nesta taxa (coleta 2) entre as épocas, evidenciando uma resposta aos tratamentos utilizados na taxa respiratória do solo.

Tabela 10 - Respiração microbiana (mg CO<sub>2</sub>/g de solo) do solo após aplicação dos tratamentos no experimento com associação de métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro. UFLA, Lavras – MG, 1999/2001.

Tratamentos	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4
	Nov/1999	Abr/2000	Mai/2000	Nov/2000
1	4,12 a <sup>1</sup> AB <sup>2</sup>	1,44 aB	7,22 aA	2,74 bB
2	6,77 aA	1,56 aB	8,78 aA	2,68 bB
3	5,33 aB	2,16 aC	10,89 aA	8,48 aA
4	5,07 aAB	1,54 aB	7,32 aA	3,13 bAB
5	3,51 aB	1,71 aB	8,39 aA	3,24 bB
6	3,35 aAB	1,53 aB	7,66 aA	3,56 bAB
7	6,19 aAB	1,56 aC	8,28 aA	2,63 bBC
8	5,13 aB	1,93 aB	8,64 aA	1,80 bB
C.V.	34,10	22,38	28,33	44,53

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra (minúscula) nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup>Médias seguidas de mesma letra (maiúscula) nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Entretanto, uma baixa umidade do solo devido à baixa precipitação (Figura 1) poderia estar associado à baixa atividade respiratória, como constatado por Souza et al. (1999), segundo os quais a umidade de 40% proporcionou as menores respostas da atividade dos microrganismos num experimento com glyphosate e imazapyr.

Na coleta 3, após a terceira aplicação dos tratamentos (Abril de 2000 – Quadro 2), houve um aumento na taxa respiratória nos tratamentos que receberam três aplicações sequenciais de herbicida de pós-emergência (T3 – Quadro 2), provavelmente devido à manutenção dos restos vegetais no local da aplicação. O mesmo ocorreu com os tratamentos que receberam aplicações de herbicida de pós-emergência nas duas últimas aplicações (T5 e T8), independentemente do método de controle usado na primeira aplicação. Este comportamento foi observado por Machado et al. (1999) quando houve um aumento na liberação de CO<sub>2</sub> mediante acréscimo de restos vegetais de poaia branca em areia quartzosa.

Após as três aplicações do primeiro ano, foi realizada a coleta 4 (Novembro de 2000), ou seja, após um longo período entre a última aplicação dos tratamentos e a coleta das amostras. Pelos resultados, podemos observar que a maior taxa de respiração foi obtida apenas no tratamento com aplicações sequenciais de herbicida de pós-emergência (T3), evidenciando quantitativamente que essa sequência provavelmente pode manter boa atividade microbiológica do solo.

## 5 CONCLUSÕES

- A melhor associação de métodos para o controle de *Eleusine indica*, *Bidens pilosa* e *Portulaca oleraceae* foi a combinação de herbicidas de pré-emergência (ametyn + simazine) e de pós-emergência (paraquat + diuron).
- A associação de roçadeira com herbicidas foi o tratamento que proporcionou períodos maiores de controle.
- O herbicida paraquat + diuron não controlou eficientemente *Eleusine indica*.
- Aplicações sequenciais de paraquat + diuron não controlaram eficientemente *Portulaca oleraceae*.
- A sequência em que são aplicados os herbicidas de pré-emergência (ametyn + simazine) e pós-emergência (paraquat + diuron) interferiu no valor de carbono da biomassa microbiana do solo.
- A sequência roçadeira/glyphosate/glyphosate manteve os níveis de carbono da biomassa do solo estáveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, E.N.; FERREIRA, M.M. Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas sobre a produção de cafeeiros instalados em latossolo roxo distrófico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.1, p.54-61, 2000.

ANDERSON, J.M.; INGRAM, J.S. **Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods**. 1993. p. 62-70.

CARVALHO, F. O controle das plantas daninhas. **Correio Agrícola**, v.1, p.369-371, 1982.

COSTA, R.S.C. **Controle de plantas daninhas no cafezal**. Disponível em: <<http://www.embrapa.br:8080/aplic/cafenews.nsf/vwinfotec/11AC0749D06EC00E03256C2F00602AB1>>. Acesso em: 18 set. 2002.

DIAS-JÚNIOR, H.E. et al. Metais pesados, densidade e atividade microbiana em solo contaminado por rejeitos de indústria de zinco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.631-640, 1998.

DUDA, G.P. et al. Avaliação de frações da matéria orgânica do solo para caracterização de áreas degradadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.723-728, 1999.

FERNANDES, M.R. Efeitos da mecanização intensiva em áreas de cerrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 103, p.12-18, 1983.

FUSCALDO, F.; BEDMAR, F.; MONTERUBBIANESI, G. Persistence of atrazine, metribuzin and simazine herbicides in two soils. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.11, p.2037-2044, 1999.

GUERRA, J.G.M. et al. Conteúdo de fósforo da biomassa microbiana de um solo cultivado com *Brachiaria decumbens* Staff.. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.4, p.543-551, 1995.

JENKINSON, D.S.; LADD, J.N. Microbial biomass in soil: Measurement and Turnover. In: PAUL, E.A.; LADD, J.M. (Ed.). **Soil biochemistry**. New York: Marcel Dekker, 1981. v.5. p.415-471.

LORENZI H. **Manual de identificação e de controle de plantas daninhas:** plantio direto e convencional. 5.ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2000.

MARINO, L.K. Expansão desordenada da produção cafeeira. In: ANUÁRIO da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2002. p.210-214.

MACHADO, E.S.; MINHONI, M.T.A.; BULL, L.T. Liberação de CO<sub>2</sub>, biomassa microbiana e fósforo disponível em solo adicionado de matéria seca de poaia branca. **Planta Daninha**, v.17, n.1, p.73-81, 1999.

NAKAGAWA, L.E. et al. Comportamento da atrazina em solos brasileiros em condições de laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.4, p.471-476, 1995.

NJOROGE, J.M. Weeds and weed control in coffee. **Expl. Agric.**, v.30, p.421-429, 1994.

SALINAS-GARCIA, J.R.; HONS, F.M.; MATOCHA, J.E. Long-term effects of tillage and fertilization on soil organic matter dynamics. **Soil Science Society Journal**, v.61, p.152-159, 1997.

SANCHES, A.C. et al. Impacto do cultivo de citros em propriedades químicas, densidade do solo e atividade microbiana de um podzólico vermelho-amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.91-99, 1999.

SOUZA, A.P. et al. A. Respiração microbiana do solo sob doses de glyphosate e de imazapyr. **Planta Daninha**, v.17, n.3, p.387-398, 1999.

SOUZA, I.F.; ALCÂNTARA, E.N.; MELLES, C.C.A. XI – Controle de ervas daninhas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.4, n.44, p.56-66, 1978.

SOUZA, I.F.; MELLES, C.C.A. ; GUIMARÃES, P.T.G. Plantas daninhas e seu controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 126, p. 59-65, 1985.

SOUZA, I.F.; VIEIRA NETO, J.C.; ABREU, C.V. Sistema integrado de controle de plantas daninhas em café (*Coffea arabica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas, MG. **Resumos...** Rio de Janeiro: SDR/PROCAFE/PNFC, 1998. p.261-264.

TOLEDO, S.V.; MORAES, M.V.; BARROS, I. Efeito da frequência de capinas na produção do cafeeiro. **Bragantia**, v.55, n.2, p.317-324, 1996.

UEDA, A.; COSTA, L.M.K. Herbicidas garantem maior rendimento no café. **Agroquímica**, CIBA-GEIGY. n. 7, p. 6-13, 1977 .

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. Na extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.19, p.559-565, 1987.

VARGAS, L.K; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO<sub>2</sub> e N mineral de um podzólico vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.35-42, 2000.

VARGAS, L.K; SCHOLLES, D. Nitrogênio da biomassa microbiana, em solo sob diferentes sistemas de manejo, estimado por métodos de fumigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.411-417, 1998.

VIEIRA, T.G.C.; ALCANTARA, E.N. ; SOUZA, I.F. Efeito de métodos de capina na cultura do café sobre algumas propriedades físicas do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: 1993. p.85-86.