

## ANÁLISE DE RESÍDUOS DE HERBICIDAS EM SOLO COM CAFEEIROS (*Coffea arabica* L.)

NETTO, L.B.<sup>1</sup> e SOUZA, I.F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro-Agrônomo, D.S., <bottino@ufla.br>, Rua Santa Helena, 08 – 37200-000, Lavras-MG; <sup>2</sup> Engenheiro-Agrônomo, D.S., Prof. DAG/UFLA – Caixa Postal 37 – 37200-000, Lavras-MG.

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo estudar a persistência de herbicidas, oxyfluorfen, simazine+ametryn e diuron, através de análises cromatográficas no perfil do solo, plantado com café (*Coffea arabica* L.). O experimento foi instalado em 3 de fevereiro de 1999 na Fazenda da Baunilha, Lavras, MG. A área experimental consistiu de uma lavoura de café Catuaí Vermelho, com três anos de idade, espaçada de 3,5 m entre linhas e 0,7 m entre plantas, em Latossolo Vermelho-Amarelo, de topografia ligeiramente declivosa. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial (4 tratamentos x 4 profundidades x 2 épocas de amostragens) com quatro repetições, utilizando os seguintes herbicidas e doses: oxyfluorfen 1.440 g/ha; simazine+ametryn 1.750 g/ha +1.750 g/ha e diuron 3.200 g/ha. Para o teste de persistência química foi utilizada detecção por HPLC. O diuron foi o herbicida de maior persistência química. A análise química mostrou a presença de todos os herbicidas aos 145 d.a.a. O ametryn manteve-se apenas na camada de 0 a 5 cm; o diuron e simazine atingiram até a camada de 5 a 15 cm; e o oxyfluorfen, até a camada de 15 a 40 cm de profundidade. A presença de resíduos dos herbicidas, aos 145 d.a.a., indica que estes possuem potencial de contaminar o solo e as águas.

**Palavras-chave:** herbicidas, resíduos, persistência, café, contaminação.

## RESIDUAL ANALYSIS OF HERBICIDES IN SOIL PLANTED WITH COFFEE (*COFFEA ARABICA* L.)

**ABSTRACT:** One field experiment was established on February 3, 1999, at Baunilha Farm, Lavras, MG, Brazil, to determine herbicide residues in soil layers. The experiment consisted of an area planted with coffee (*Coffea arabica*), Catuai vermelho-amarelo variety, with 3 years old in a 3.5 x 0.7m spacing. The experimental design was a randomized block in a 4 x 4 x 2 factorial scheme with four replications. The following herbicides were tested: oxyfluorfen at 1,440 g/ha simazine+ametryn at 1,750+1,750g/ha and diuron at 3,200 g/ha Diuron persisted in the soil at higher concentrations than the other herbicides. HPLC

analysis revealed the presence of all herbicides up to 145 days after application (daa). Ametryn kept at 0-5cm soil layer while diuron and simazine up to 5-15cm and oxyfluorfen up to 15-40cm depth. The residues of these herbicides in the soil up to 145 daa.

**Key words:** herbicides, residues, persistence, coffee, HPLC, bioassays, contamination.

## INTRODUÇÃO

Vários esforços têm se verificado para a obtenção de formas eficientes de manejo na cultura cafeeira, e os métodos de manejo das plantas daninhas têm cada vez mais convergido para o controle químico destas. O uso de herbicidas tem demonstrado grande eficiência no campo, mas o impacto ambiental causado por esta prática pouco ou nenhum estudo tem recebido. O ecossistema cafeeiro oferece condições distintas, quando comparado com outras culturas, pois é uma cultura perene e com um sistema radicular característico; portanto, não podemos prever o comportamento dos herbicidas nessas condições, bem como não é prudente fazer uso de resultados obtidos em outros países, uma vez que as condições climáticas e os tipos de solos e flora microbiana são muito distintos (Silva, 1988).

A velocidade de degradação dos herbicidas no solo é determinada por um complexo de processos físicos, químicos e biológicos (Kaufman, 1974; Kaufman e Kearney, 1976; Goring et al., 1975; Mc Ewen e Stephenson, 1979; Pramer e Bartha, 1990).

As condições ideais para que ocorra rápida decomposição microbiana dos herbicidas, devido ao bom desenvolvimento da comunidade microbiológica no solo, são: umidade do solo entre 50 e 100% da capacidade de campo, boa aeração, temperatura entre 27 e 32°C, índice de pH de 6,5 a 8,0 e altos teores de matéria orgânica (Alexander, 1965, 1977). Segundo este autor, a decomposição microbiana dos herbicidas, em geral, ocorre de forma mais significativa na camada de 0 a 30 cm da superfície do solo.

O presente trabalho teve como objetivo estudar aspectos ligados à movimentação no solo dos herbicidas mais usuais na cultura cafeeira (oxyfluorfen, ametryn, simazine e diuron), buscando prever o seu comportamento no ambiente (persistência), adequando-os à prática cultural de controle de plantas daninhas (às condições de topografia, por exemplo) e dando sustentabilidade às práticas de manejo, sem promover a degradação do ambiente.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em 3 de fevereiro de 1999, em uma área de produção de café denominada Fazenda da Baunilha, em Lavras-MG. A área experimental consistiu de uma lavoura de café Catuaí Vermelho (IAC 99) com três anos de idade, com um espaçamento de 3,5 metros entre linhas e 0,7 metro entre plantas, sobre um solo caracterizado como Latossolo Vermelho-Amarelo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial (4 tratamentos x 4 profundidades x 2 épocas de amostragem) com quatro repetições, estando os tratamentos descritos na Tabela 1.

As parcelas foram constituídas por quatro ruas (entre linhas) de cafeeiros com 8,0 metros de comprimento cada uma, com área útil reduzida às duas ruas centrais, desprezando 1,0 metro no início e no final de cada parcela. A aplicação dos herbicidas foi efetuada em uma única época, utilizando pulverizador pressurizado a CO<sub>2</sub> com pressão constante de 40 lb/pol<sup>2</sup>, munido de barra com quatro bicos de pulverização do tipo leque (11002), proporcionando uma vazão de 220 l/ha, na parte matutina do dia 3 de fevereiro de 1999.

**Tabela 1** - Descrição dos tratamentos referentes aos herbicidas utilizados e respectivas dosagens. UFLA, Lavras-MG, 1999

Tratamentos	Ingrediente ativo	Dose i.a. (g./ha)	Abreviação	Concentração inicial no solo (0-5cm)
1	Testemunha	--0--	T	--0--
2	Oxyfluorfen	1.440	Oxy 6,0	2,88 ppm
3	Simazine+ametryn	1.750+1.750	S+A 7,5	3,50 + 3,50 ppm
4	Diuron	3.200	Di 6,4	6,40 ppm

O solo foi coletado em diversas camadas (0 a 5 cm; 5 a 15 cm; 15 a 40 cm; 40 a 60 cm), possibilitando assim o estudo da mobilidade dos herbicidas através de análises cromatográficas (HPLC).

As amostras de solo foram coletadas em 30 de março e 28 de junho do ano de 1999, aos 55 e 145 dias após a aplicação (d.a.a.), respectivamente, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas à temperatura de -15 °C negativos até a execução dos testes e análises.

Para os procedimentos analíticos, os materiais coletados do bloco I foram reunidos aos do bloco III e os do bloco II aos do bloco IV, reduzindo-se assim para duas amostras por profundidade e época, de modo a se ter apenas duas repetições.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Verificou-se que ocorreram efeitos significativos para os tratamentos, as profundidades e as épocas, e a interação entre profundidade e época também foi significativa.

**Tabela 2** - Concentração de resíduos de herbicidas (ppm), em duas épocas de coleta de solo e quatro profundidades, em função dos tratamentos aplicados. UFLA, Lavras-MG, 1999.

ÉPOCAS	PROFUNDIDADES (cm)				MÉDIAS
	5	15	40	60	
55 d.a.a.	0,48 A	0,05 A	0,01 A	0,00 A	<b>0,13 A</b>
145 d.a.a.	0,25 B	0,02 A	0,01 A	0,00 A	<b>0,07 B</b>
<b>MÉDIAS</b>	<b>0,37</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>0,10</b>

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott, a 1%.

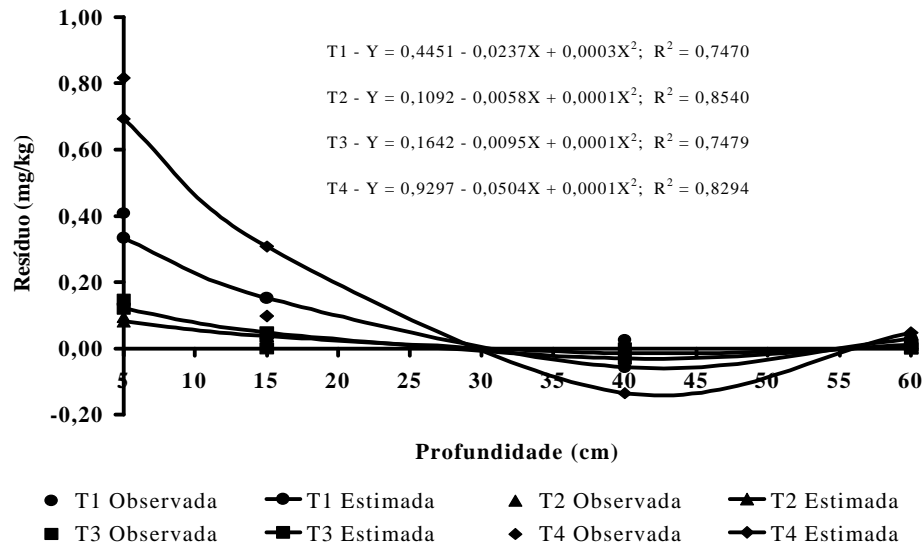
Analisando a época de coleta de solo (Tabela 2), pode-se constatar que aos 55 d.a.a. os resíduos de herbicidas foram superiores aos valores encontrados aos 145 d.a.a., porém extremamente inferiores aos valores de contaminação inicial. Portanto, considerando os valores de contaminação inicial, verificou-se que nos primeiros 55 dias após aplicação a redução na concentração para cada herbicida foi extremamente pronunciada.

**Tabela 3** - Concentração de resíduos de herbicidas (ppm), em quatro profundidades de solo, em função dos tratamentos aplicados. UFLA, Lavras-MG, 1999

HERBICIDAS	PROFUNDIDADES (cm)				MÉDIAS
	5	15	40	60	
Oxyfluorfen (Oxy 6,0)	0,41 B	0,03 A	0,03 A	0,00 A	<b>0,11 B</b>
Simazine (S 7,5)	0,10 C	0,01 A	0,00 A	0,00 A	<b>0,03 C</b>
Ametryn (A 7,5)	0,15 C	0,00 A	0,00 A	0,00 A	<b>0,04 C</b>
Diuron (Di 6,4)	0,82 A	0,10 A	0,00 A	0,00 A	<b>0,23 A</b>
<b>MÉDIAS</b>	<b>0,37</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>0,10</b>

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott, a 1%.

Entre os herbicidas utilizados (tratamentos), o diuron foi o mais persistente, o ametryn e o simazine foram os de menor persistência e o oxyfluorfen mostrou-se com valores intermediários (Tabela 3).



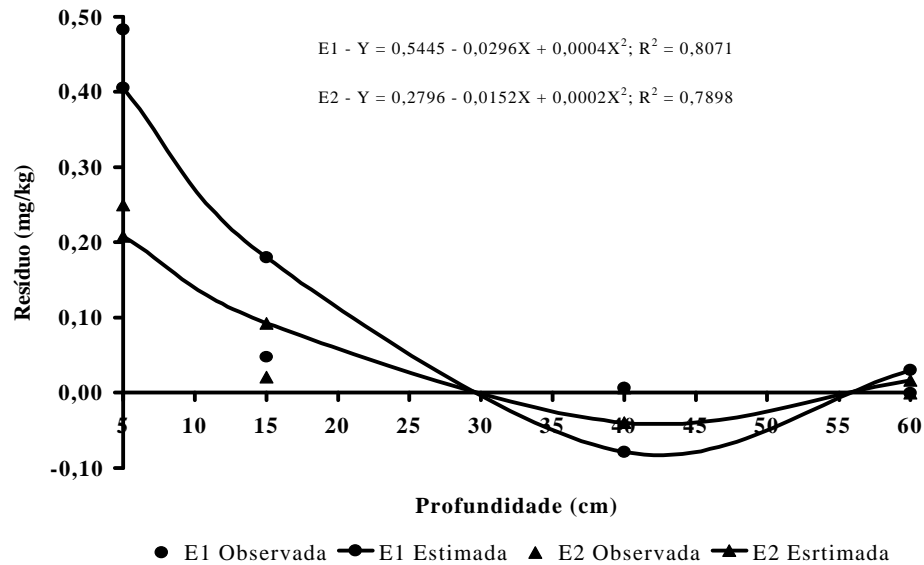
**Figura 1** - Concentração de resíduos de quatro herbicidas (ppm) distribuídos em quatro profundidades de solo, em função dos tratamentos aplicados (T1 = oxyfluorfen/Oxy 6,4; T2 = simazine/S 7,5; T3 = ametryn/A 7,5; T4 = diuron/Di 6,4), para três épocas. UFLA, Lavras-MG, 1999.

Com relação à persistência química, todos os herbicidas utilizados foram encontrados aos 145 d.a.a. no solo; o ametryn conteve-se apenas na camada de 0 a 5 cm, o diuron e simazine atingiram até a camada de 5 a 15 cm e o oxyfluorfen atingiu até a camada de 15 a 40 cm de profundidade.

O fato de o oxyfluorfen ter atingido essas camadas pode ser devido às chuvas de alta intensidade que ocorreram nos dias que precederam a instalação do experimento de campo, o que pode ter proporcionado a percolação do oxyfluorfen, que é classificado como produto de improvável contaminação (GUS = -1,09) conforme a Weed Science Society of América (1994).

Portanto, pode-se afirmar que a degradação inicial dos herbicidas foi muito pronunciada, diminuindo a partir dos 55 d.a.a..

A presença de resíduos químicos aos 145 d.a.a., ligados a uma baixa taxa de degradação ocorrida entre 55 d.a.a. e 145 d.a.a., indicou que estes permanecem no ambiente e podem contaminar outras camadas de solo e atingir as águas de subsolo, principalmente no caso do diuron, que apresentou concentrações superiores aos demais na camada de solo que vai de 5 a 15 cm de profundidade (Figuras 1 e 2) e menor taxa de degradação entre 55 e 145 dias após a aplicação.



**Figura 2** - Concentração de resíduos de herbicidas (ppm) em função da época de amostragem (E1 = 55 d.a.a.; E2 = 145 d.a.a.), distribuídos em quatro profundidades de solo, em função dos tratamentos aplicados. UFLA, Lavras-MG, 1999.

## CONCLUSÕES

- O diuron foi o herbicida de maior persistência química no solo, enquanto o ametryn e o simazine foram os de menor persistência. O oxyfluorfen apresentou valores intermediários.
- A análise química mostrou a presença de todos os herbicidas aos 145 d.a.a. O ametryn manteve-se apenas na camada de 0 a 5 cm, o diuron e o simazine atingiram até a camada de 5 a 15 cm e o oxyfluorfen, até a camada de 15 a 40 cm de profundidade.
- A presença de resíduos dos herbicidas, aos 145 d.a.a., indica que eles possuem potencial para contaminar o solo e as águas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, M. **Introduction to soil microbiology**. 2.ed. New York: John Wiley e Sons, 1977. 467p.
- ALEXANDER, M. Persistence and biological reaction of pesticides in soil. **Soil Science of American Proceedings**, Madison, v.29, n.1, p.1-7, Jan./Feb. 1965.

- GORING, C.A.I.; LASKOWSKI, D.A.; HAMAKER, J.M.; MEIKLE, R.M. Principles of pesticides degradation in soil. In: HAQUE, R.; FREED, V. H. **Environmental dynamics of pesticides**. New York: Plenum, 1975. p.135-172.
- KAUFMAN, D.D. Degradation of pesticides by soil microorganisms. In: GUENZI, W.D. **Pesticides in soil and water**. 2.ed. Madison: Soil Science Society of America, 1974. p.133-202.
- KAUFMAN, D.D.; KEARNEY, P.C. Microbial transformation in the soil. In: AUDUS, L.J. **Herbicides: Physiology, biochemistry, ecology**. London: Academic Press, 1976. p.51-95.
- Mc EWEN, F.L.; STEPHENSONM, G.R. **The use and significance of pesticides in the environment**. New York: J. Wiley, 1979. 538p.
- PRAMER, D.; BARTHA, R. How pesticides affect the soil. **The Ecologist**, Camelford, v.10, p.83-86, 1990.
- SILVA, J.F. **Herbicidas, formulações, misturas, interações e seletividade de herbicidas** - módulo 1-4. Brasília: CAPES/ABEAS, 1988. 134p.
- WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. **Herbicide handbook**. 7.ed. Champaign, 1994. 301p.