

# OCORRÊNCIA DE RESÍDUOS DO INSETICIDA DISSULFOTON EM FOLHAS DE CAFEIEIRO APÓS A SUA APLICAÇÃO NO SOLO<sup>1</sup>

RENÉ LUÍS DE O. RIGITANO<sup>2</sup> e JÚLIO CÉSAR DE SOUZA<sup>3</sup>

**RESUMO** - Objetivou-se, neste trabalho, determinar os teores de dissulfoton e seus metabólitos ativos em folhas de cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho), em diferentes intervalos após a aplicação de uma formulação granulada do composto (10%) no solo, e correlacioná-los com a eficiência de controle do bicho-mineiro (*Perileucoptera coffeella*). Os experimentos foram conduzidos em cafezais nos municípios de Lavras e Patrocínio, MG, com a aplicação do composto (25 e 50 g p.c./cova), sendo realizada em 08.11.89. Os resíduos foram determinados por cromatografia gás-líquido, com detector fotométrico de chama. Constataram-se teores máximos de resíduos nas folhas ao final de janeiro, nas concentrações de 3,9 e 9,3 ppm em Patrocínio e 6,9 e 17,7 ppm em Lavras, para as dosagens de 25 e 50 g/cova, respectivamente. Em Patrocínio, onde a infestação da praga foi maior, a aplicação de 50 g/cova resultou em controle da praga até o final de maio, quando os níveis residuais dos compostos nas folhas diminuíram para valores em torno de 2 ppm.

Termos para indexação: período chuvoso, *Perileucoptera coffeella*, bicho-mineiro, cafezais, 'Catuaí', cromatografia.

## OCCURRENCE OF DISSULFOTON RESIDUES IN COFFEE LEAVES FOLLOWING A SOIL APPLICATION OF THE INSECTICIDE

**ABSTRACT** - The accumulation of disulfoton residues in coffee (*Coffea arabica* L. cv. 'Catuaí' Vermelho) leaves was investigated following a soil application of a granular formulation of the insecticide (Solvirex 10G) in field plots of 'Catuaí' coffee located in Lavras and in Patrocínio, MG, Brazil. The control of the coffee leaf miner (*Perileucoptera coffeella*), the most important insect pest of coffee in Minas Gerais, was also evaluated. The insecticide was applied at the beginning of the rainy season (early November) at the rates of 25 and 50 g of the formulation per tree. Samples of leaves were collected at fifteen-day intervals and the residues of disulfoton and its toxic oxidation products were determined by liquid-gas chromatography using a flame photometric detector. Maximum rates of residues were found in the leaves in the 3.9 and 9.3 ppm concentrations about the end of January in Patrocínio, and in the 6.9 and 17.7 ppm concentrations in Lavras for the 25 and 50 g/tree, respectively. In Patrocínio, where the infestation was higher, the application of 50 g/tree resulted in a control of the leaf miner up to the end of May, when the residues levels decreased to about 2 ppm.

Index terms: rainy season, *Perileucoptera coffeella*, leaf miner, 'Catuaí' coffee, chromatography.

## INTRODUÇÃO

O bicho-mineiro (*Perileucoptera coffeella*) é a principal praga do cafeeiro nas regiões Sul de Minas e Alto Paranaíba, do Estado de Minas Ge-

rais. Prejuízos da ordem de 50% na produção já têm sido caracterizados como decorrentes do ataque desse inseto (Souza et al., 1981; Reis et al., 1984).

O controle do bicho-mineiro tem sido feito quase que exclusivamente através do uso de inseticidas químicos, alguns dos quais são aplicados em pulverização sobre as folhas, enquanto que outros, com propriedade sistêmica, são formulados em grãos e incorporados ao solo. Na região Sul de Minas, onde a praga apresenta o seu pico

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 4 de janeiro de 1994

<sup>2</sup> Eng.-Agr., Ph.D., Esc. Sup. de Agric. de Lavras (ESAL), CEP 37200-000 Lavras, MG.

<sup>3</sup> Eng.-Agr., M.Sc., EPAMIG/CRSM, CEP 37200-000 Lavras, MG.

populacional nos meses de setembro e outubro, uma ou duas pulverizações com inseticidas organofosforados ou piretróides nos meses de julho a agosto têm resultado em controle satisfatório da praga. Por outro lado, na região do Alto Paranaíba (Patrocínio, Monte Carmelo, São Gotardo, etc.) ocorrem dois picos populacionais, nos meses de abril e maio e setembro e outubro, levando à necessidade de várias pulverizações durante o ano (Souza & Reis, 1992). Nessa região, principalmente no caso de lavouras extensas, o uso de inseticidas granulados sistêmicos em aplicação única tem sido prática bastante comum, principalmente pelo fato de diminuir ou mesmo eliminar a necessidade de pulverizações.

O inseticida dissulfoton, em formulação granulada a 10%, vem sendo bastante utilizado para o controle do bicho-mineiro. Originalmente, a aplicação desse inseticida foi preconizada para o final de março (Souza et al., 1981), mas os resultados obtidos nem sempre foram satisfatórios, provavelmente devido à diminuição do grau de umidade do solo associada à baixa solubilidade do dissulfoton em água. Além disso, o composto precisa ser oxidado no solo, visto que seus produtos de oxidação, ativos como inseticidas, é que são eficientemente transportados para as folhas (Briggs, 1984). Assim, a antecipação da aplicação do produto para o início do período chuvoso pode ser vantajosa, conquanto os níveis residuais do composto ou de seus produtos de oxidação nas folhas sejam suficientes para assegurar a proteção das plantas por alguns meses após a aplicação. Isso reduziria os focos de infestação da praga e evitaria o pico de infestação em abril e maio, que caracteristicamente ocorre na região Alto Paranaíba.

Este trabalho teve como objetivo determinar os teores de dissulfoton e seus produtos de oxidação em folhas de cafeeiros, em diferentes intervalos após a aplicação do composto no solo, no início do período chuvoso, e correlacionar a eficiência de controle do bicho-mineiro com a concentração dos compostos nas folhas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos: um, no mu-

nício de Lavras, e outro, em Patrocínio, respectivamente, nas regiões cafeeiras do sul de Minas e Alto Paranaíba. Em Lavras, o experimento foi instalado em lavoura de café com a cultivar "Catuaí Vermelho" CH-2077-2-5-44, com seis anos de idade, altura média de 2,2 m, espaçamento de 2,6 x 0,8 m, uma planta por cova. Em Patrocínio, o experimento foi instalado em lavoura da mesma cultivar, porém com dez anos de idade, altura média de 2,8 m, espaçamento de 3,5 x 2,0 m, duas plantas por cova. Em ambos os experimentos foram conduzidos três tratamentos, dois dos quais referentes à aplicação do dissulfoton (Solvirex<sup>R</sup> 10G) nas dosagens de 25 ou 50 g do produto comercial por cova, mais o tratamento-testemunha. No experimento em Lavras, foram conduzidas cinco repetições para cada tratamento, cada qual constituída de uma linha de plantio com oito covas. Em Patrocínio, foram conduzidas quatro repetições, cada qual com uma linha de plantio com quatro covas. Em ambos os casos, o delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com uma linha entre blocos como bordadura e foco de infestação da praga.

O inseticida foi aplicado manualmente em dois sulcos contínuos, um em cada lado da linha, na projeção da copa das plantas. A aplicação foi feita no início do período chuvoso, no dia 08.11.90 em Lavras, e 09.11.90 em Patrocínio.

As avaliações da infestação do bicho-mineiro foram feitas em ramos previamente marcados nas plantas, no terço médio/superior das mesmas, tendo sido marcados 24 ramos/parcela. Em cada ramo marcado, as folhas minadas foram retiradas aos 15 dias após a aplicação do inseticida, partindo-se, assim, de uma infestação da praga igual a zero. As avaliações foram feitas quinzenalmente, através da contagem do número total de folhas e do número de folhas minadas em todos os ramos marcados em cada parcela. Para a análise estatística dos resultados, as parcelas foram consideradas subdivididas, adotando-se os tratamentos como fator principal, e as datas de amostragem, como fator secundário (Snedecor & Cochran, 1980; Steel & Torrie, 1980).

Para análise de resíduos do dissulfoton e seus produtos de oxidação nas folhas, foram coletadas, quinzenalmente, 50 folhas de cada parcela dos tratamentos com o inseticida, sendo as coletas feitas aleatoriamente dentre as folhas do segundo ao quinto pares de ramos situados no terço médio/superior das plantas. As folhas obtidas de cada tratamento foram misturadas, e uma subamostra de 50 g foi separada para a determinação dos resíduos.

A determinação dos resíduos nas folhas foi feita

segundo o método analítico desenvolvido pela Sandoz Agro Ltd. (1972). Através desse método, o dissulfoton e seus produtos de oxidação ativos (sulfóxido e sulfona de dissulfoton, dissulfotoxon, sulfóxido e sulfona de dissulfotoxon) foram conjuntamente determinados nas formas de dissulfoton sulfona e dissulfotoxon sulfona. Os compostos foram extraídos em um liquidificador, utilizando-se acetonitrilo como solvente extrator. Após filtragem do material e eliminação do solvente com auxílio de um rotavapor, o extrato foi tratado com uma solução de permanganato de potássio, para a oxidação do dissulfoton e seus metabólitos ativos às formas dissulfoton sulfona e dissulfoton análogo oxigenado (dissulfotoxon) sulfona. Em seguida, esses compostos foram extraídos através de partições sucessivas com diclorometano. Após evaporação desse solvente e subsequente diluição dos resíduos em hexano, procedeu-se à determinação dos compostos por cromatografia gás-líquido, utilizando-se um detector fotométrico de chama operando com filtro para fósforo. Foi utilizada uma coluna de vidro (1/8" de diâmetro, 2 m de comprimento) preenchida com 5% de OV-101 em chromosorb W/AW/DMCS, 80/100 mesh. As temperaturas da coluna, injetor e detector foram 200, 210 e 220°C, respectivamente. Os fluxos do gás de arraste (N) e dos gases auxiliares (H<sub>2</sub> e ar sintético) foram, respectivamente, de 60, 120 e 160 ml/min. Nessas condições, os tempos de retenção do dissulfoton sulfona e dissulfotoxon sulfona foram de 1,7 e 1,2 min, respectivamente. Os padrões analíticos de dissulfoton e seus produtos de oxidação foram obtidos junto à Companhia Sandoz S/A e tinham especificação de pureza superior a 98%.

Foram realizados testes para determinação da porcentagem de recuperação do dissulfoton e de seus produtos de oxidação em amostras de folhas que receberam a adição de quantidades conhecidas dos compostos. As amostras foram individualmente fortificadas com os compostos, na concentração de 1 ppm, aplicando-se o composto, diluído em 1 ml de acetona, diretamente sobre a amostra colocada no copo de liquidificador.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Controle do bicho-mineiro

Os resultados obtidos nas avaliações da infestação do bicho-mineiro no experimento em Lavras são apresentados na Fig. 1. Foi observada uma baixa infestação da praga, em todos os tratamen-

tos, até o início de fevereiro. A partir de então, houve um expressivo aumento da infestação no tratamento-testemunha, o que é atribuído à estiagem prolongada ocorrida em janeiro/fevereiro, favorecendo o aumento populacional da praga. Foi constatado que o inseticida dissulfoton, nas duas dosagens, controlou o bicho-mineiro até o final de março. Em 26.03.92, quando a infestação no tratamento-testemunha foi máxima (27%), os níveis de infestação nos demais tratamentos foram de 7,3 e 2,4%, respectivamente, para as dosagens de 25 e 50 g/cova. A partir do final de março, com o reinício das chuvas, que são desfavoráveis à praga, a infestação no tratamento-testemunha decresceu, como resultado do intenso enfolhamento observado nas plantas. Com isso, o efeito residual do dissulfoton em ambos os tratamentos não pode ser adequadamente avaliado.

A Fig. 2 mostra a evolução da infestação do bicho-mineiro no experimento em Patrocínio. A exemplo do experimento em Lavras, foi constatada uma baixa infestação da praga em todos os tratamentos até o início de fevereiro. Nesse mês, devido também à estiagem prolongada, houve um acentuado aumento na infestação no tratamento-testemunha, que atingiu 23,8% em 22.02.92. Nessa data, as percentagens de infestação nos tratamentos com o inseticida foram de 10,4 e 4,0%, respectivamente, para a menor e maior dosagens, o que indica um controle eficiente da praga, principalmente no caso da maior dosagem. Nos meses de março, abril e maio, foram constatadas oscilações nos níveis de infestação do bicho-mineiro em todos os tratamentos, embora os níveis encontrados nos tratamentos com o dissulfoton tenham sido consistentemente menores que no tratamento-testemunha. Nas fases de aumento nos níveis de infestação, esse foi mais significativo no tratamento-testemunha, o que indica um efeito residual do produto até meados de maio, especialmente para a dosagem de 50 g/cova. Em junho, foi constatada uma acentuada queda de folhas nos ramos marcados, devido à incidência severa de cercosporiose na área experimental. Avaliações feitas em junho, em folhas coletadas aleatoriamente, entre as do segundo ao quinto pares em ramos localizados no terço médio/superior das plantas, revelaram uma evolução na infesta-

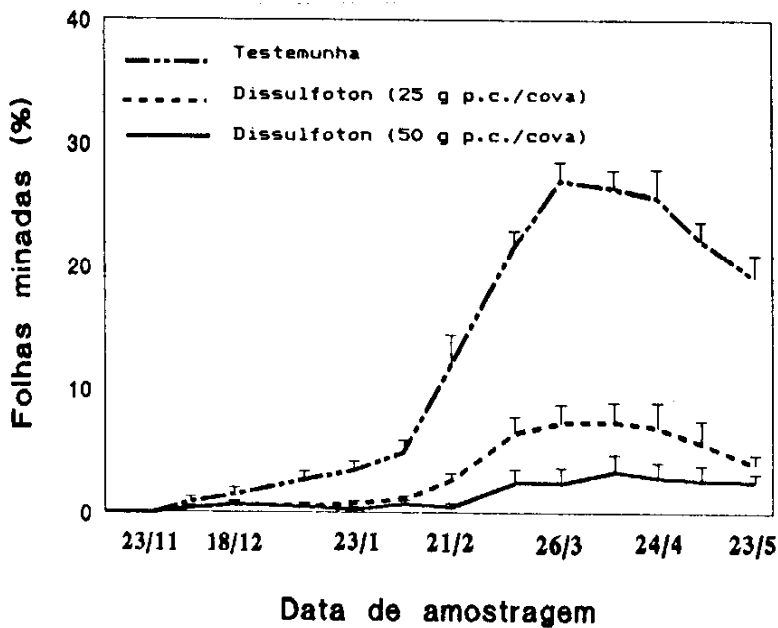


FIG. 1. Evolução da infestação do bicho-mineiro nos diferentes tratamentos em Lavras, MG. As barras verticais indicam o erro-padrão da percentagem média de folhas minadas.

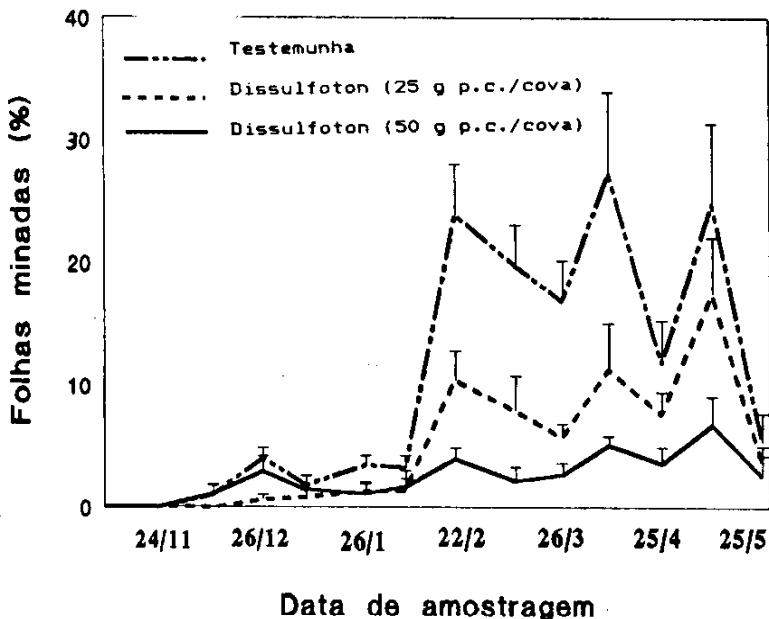


FIG. 2. Evolução da infestação do bicho-mineiro nos diferentes tratamentos em Patrocínio, MG. As barras verticais indicam o erro-padrão da percentagem média de folhas minadas.

ção em todos os tratamentos. Em 22.06.92, os níveis de infestação foram 79, 37 e 26%, respectivamente no tratamento-testemunha e nos tratamentos com o inseticida nas dosagens de 25 e 50 g/cova, o que indica que os resíduos de dissulfoton e seus produtos de oxidação nas folhas haviam diminuído para níveis insuficientes para protegê-las adequadamente contra o ataque da praga.

A análise estatística dos resultados obtidos a partir de 22.2.92, quando a infestação do bichomineiro aumentou no tratamento-testemunha, revelou que os fatores tratamentos e datas foram significativos, tanto em Lavras [F (tratamentos) = 32,25; F (datas) = 23,08; P < 0,001] como em Patrocínio [F (tratamentos) = 14,07; F(datas) = 9,87; P < 0,001]. A decomposição da soma de quadrados (contrastes), estabelecida para comparar tratamentos, indicou diferenças significativas para as duas dosagens do inseticida, tanto em Lavras (F = 53,11; P < 0,001) como em Patrocínio (F = 13,37; P < 0,001). A interação entre tratamentos e datas foi significativa apenas no ex-

perimento em Lavras (F = 2,35; P < 0,05), o que é atribuído às diferenças entre a testemunha e os demais tratamentos (Fig. 1).

### Resíduos de inseticidas nas folhas

Os resultados obtidos nas determinações do dissulfoton e seus produtos de oxidação das folhas são mostrados nas Fig. 3 e 4. As quantidades de dissulfoton sulfona e dissulfotoxon sulfona encontradas foram transformadas em quantidades equivalentes de dissulfoton, e portanto, os valores expressam a somatória de dissulfoton e seus produtos de oxidação ativos. Foi constatada a presença dos compostos nas folhas logo aos 15 dias após a aplicação. A concentração dos compostos nas folhas aumentou nas datas seguintes, atingindo valores máximos no final de janeiro, cerca de 80 dias após a aplicação. A partir do final de janeiro, os níveis residuais dos compostos nas folhas começaram a diminuir, em função de sua degradação nas folhas. Os teores dos compostos foram maiores nas folhas provenientes do ex-

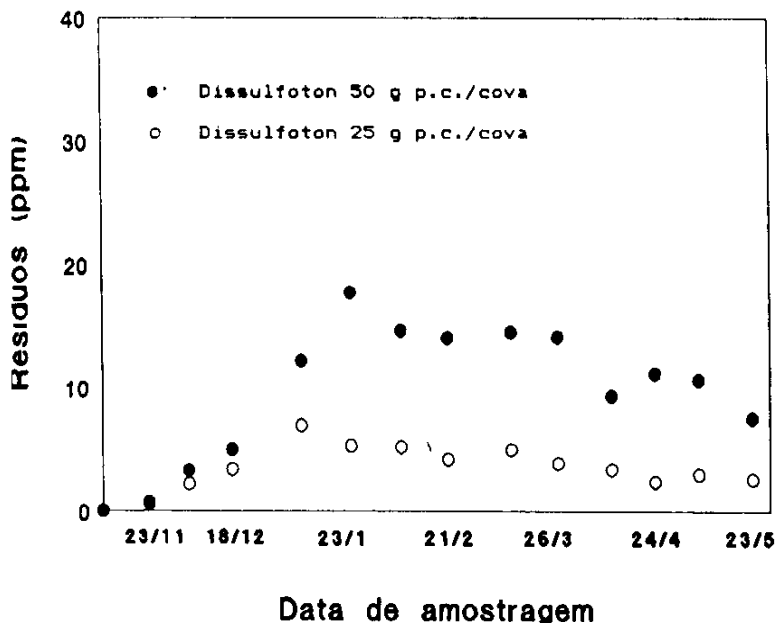


FIG. 3. Resíduos totais de dissulfoton e seus produtos de oxidação em folhas de café após a aplicação do inseticida no solo em 8.11.89. Lavras, MG.

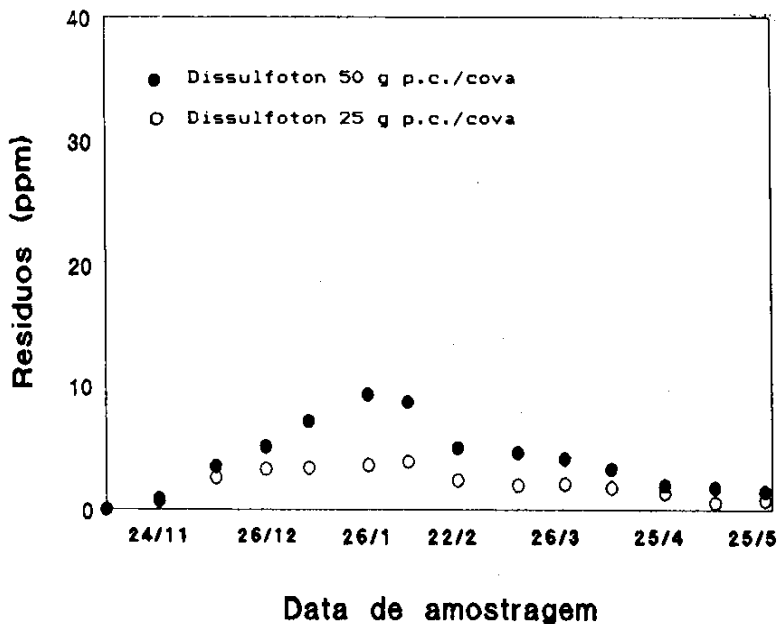


FIG. 4. Resíduos totais de dissulfoton e seus produtos de oxidação em folhas de cafeeiros após a aplicação do inseticida no solo em 8.11.89. Patrocínio, MG.

perimento em Lavras, o que é atribuído, pelo menos em parte, ao maior porte das plantas em Patrocínio, e, conseqüentemente, à diluição dos resíduos nas folhas. Conforme esperado, os teores dos compostos nas folhas foram consistentemente maiores para a maior dosagem utilizada.

No caso do experimento em Lavras, enquanto houve aumento na infestação do bicho-mineiro na região, até o princípio de abril, os níveis residuais dos compostos nas folhas foram superiores a 3 ppm, com eficiente controle da praga em ambos os tratamentos com o inseticida. Em Patrocínio, o controle da praga no tratamento com o dissulfoton na dosagem de 50 g/cova estendeu-se até maio, quando os níveis residuais dos compostos nas folhas estavam em torno de 2 ppm. Nessa data, os níveis residuais dos compostos no tratamento referente à dosagem de 25 g/cova estavam em níveis inferiores a 1 ppm, com reduzida eficiência no controle da praga. Esses resultados indicam que níveis residuais dos compostos nas fo-

lhas acima de 2 ppm são necessários para protegê-las contra o ataque do bicho-mineiro.

A acumulação lenta e gradual dos produtos de oxidação do dissulfoton nas folhas, conforme observada no presente trabalho, foi consistente com os resultados obtidos por Szeto et al. (1983), os quais observaram que os teores dos compostos na parte aérea de plantas de aspargo atingiram valores máximos aos 70 dias após a aplicação. Com base trabalho de Briggs (1984), vê-se que o dissulfoton não possui ação sistêmica em plantas, mas sim, os seus produtos de oxidação. Assim, a acumulação lenta e gradual dos compostos nas folhas de cafeeiro pode ser explicada como sendo devida à gradual oxidação do dissulfoton no solo. Já foi demonstrado que tal não é tão rápida, pois Szeto et al. (1983) observaram que, aos 14 dias após a aplicação, cerca de 50% dos resíduos no solo encontravam-se ainda na forma de dissulfoton. A acumulação lenta dos resíduos nas folhas pode também ser explicada admitindo-se que a

ação sistêmica dos produtos de oxidação do dissulfoton não seja tão rápida. De fato, com base nos trabalhos de Briggs et al. (1982) e Briggs (1984), sabe-se que os produtos de oxidação do dissulfoton possuem coeficientes de lipofilicidade um pouco afastados do valor ótimo para ação sistêmica via solo. A acumulação lenta e gradual dos produtos de oxidação do dissulfoton nas folhas pode explicar a observação prática de que a eficiência do dissulfoton aplicado ao solo começa a ser notada apenas cerca de quatro a cinco semanas após a aplicação.

É esperado que o acúmulo dos produtos de oxidação do dissulfoton nas folhas após a aplicação do produto no final do período chuvoso ocorra ainda mais lentamente e em menor nível, dada a diminuição do teor de água no solo, que restringe a oxidação do dissulfoton, em função de sua baixa solubilidade em água e reduz o transporte de seiva bruta nas plantas. Isso explicaria, pelo menos em parte, o controle errático do bicho-mineiro, quando o inseticida dissulfoton é aplicado no final de março. Por outro lado, conforme observado no presente trabalho, a aplicação do produto no início do período chuvoso resultou em níveis relativamente altos de resíduos inseticidas nas folhas durante vários meses após a aplicação. Em Patrocínio, a aplicação do inseticida em novembro, na dosagem de 50 g/cova, proporcionou um controle satisfatório da praga até maio, enquanto que na dosagem de 25 g/cova, o controle estendeu-se apenas até março/abril. Em condições práticas, é desejável que o efeito residual do produto se estenda até o final de maio, para evitar o pico de infestação da praga em abril/maio, que caracteristicamente ocorre na região de Patrocínio. A aplicação do produto em dezembro poderia estender o seu período residual, viabilizando o seu emprego em dosagens inferiores a 50 g/cova. Contudo, a adoção prática da aplicação desse produto em novembro ou dezembro visando o controle do bicho-mineiro fica na dependência de estudos confirmatórios da eficiência de controle e também de estudos comparativos para estabelecimento da dosagem do produto a ser recomendada.

### CONCLUSÕES

1. A aplicação do inseticida dissulfoton em

meados de novembro, visando o controle do bicho-mineiro em cafeeiros no município de Patrocínio, proporcionou um controle satisfatório da praga até março/abril ou até maio, respectivamente, para as dosagens 25 ou 50 g do produto comercial por cova.

2. Em Lavras, a aplicação do produto, na mesma época e dosagens, resultou em controle efetivo da praga até março, quando os níveis de infestação naturalmente decresceram na região.

3. A acumulação dos resíduos de dissulfoton e seus produtos de oxidação nas folhas revelou-se bastante lenta, com níveis máximos ocorrendo somente cerca de 80 dias após a aplicação.

4. Os níveis de resíduos nas folhas foram consistentemente maiores para a maior dosagem utilizada.

5. Níveis de resíduos nas folhas acima de 2 ppm revelaram-se necessários para a sua proteção contra o ataque do bicho-mineiro.

### REFERÊNCIAS

- BRIGGS, G.G. Factors affecting the uptake of soil-applied chemicals by plants and other organism. In: HANCE, R.J. (Ed.) *Soils and crop protection chemicals*. Croydon, UK: British Crop Protection Council, 1984. p.35-48. (Monogr., 27).
- BRIGGS, G.G.; BROMLOW, R.H.; EVANS, A.A. Relationships between lipophilicity and root uptake and translocation of non-ionised chemicals by barley. *Pesticide Science*, v.13, p.495-504, 1982.
- REIS, R.R.; SOUZA, J.C.; MELLES, C.C.A. Pragas do cafeeiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, n.109, Jan. 1984. 72p.
- SANDOZ AGRO LTD. *GLC determination of dissulfoton residues in plant material and soil*. Basiléia, Suíça: Sandoz Agro, 1972. 5p.
- SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. *Statistical methods*. 7.ed. Ames, Iowa: The Iowa University Press, 1980. 507p.
- SOUZA, J.C.; REIS, P.R. *Bicho-mineiro do cafeeiro: biologia, dano e manejo integrado*. Belo Horizonte: EPAMIG, 1992. 28p. (Boletim Técnico, 37).

- SOUZA, J.C.; SALGADO, L.O.; MELLES, C.C.A. **Pragas do cafeeiro**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1981. 65p.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. 2.ed. New York: McGraw Hill, 1980. 633p.
- SZETO, S.Y.; VERNON, R.S.; BROWN, M.J. Degradation of disulfoton in soil and its translocation into asparagus. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.31, p.217-220, 1983.