

CROP PROTECTION

Resíduos de Tiametoxam, Aldicarbe e de seus Metabólitos em Folhas de Cafeeiro e Efeito no Controle de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae)GABRIELA I. DIEZ-RODRÍGUEZ^{1,2}, GILBERTO C. DE BAPTISTA¹, LUIZ R.P. TREVIZAN¹, MARINÉIA L. HADDAD¹ E DORI E. NAVA¹¹Depto. Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola - USP/ESALQ, C. postal 9, 13418-310, Piracicaba, SP²Bolsista FAPESP

Neotropical Entomology 35(2):257-263 (2006)Residues of Thiamethoxam, Aldicarb and its Metabolites in Coffee Leaves and effect on the Control of *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae)

ABSTRACT - The coffee leaf miner *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville), one of the major pests of coffee crops in Brazil, is mainly controlled with insecticides. The objective of this study was to evaluate the residues and the translocation of the insecticide thiamethoxam in coffee leaves, as well as to study its effect on the coffee leaf miner control, comparing it with aldicarb, used as standard. One experiment was set up in the county of Garça, SP from December/2001 to August/2002. The treatments used were: aldicarb 150 G at the rates of 2.25 and 4.50 g a.i./pit, thiamethoxam 10 GR, at the rates of 0.15 and 0.30 g a.i./pit and check. Twig samples were collected prior to and 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 and 240 days after the application, at three coffee plant heights (lower, middle and upper third), and the percentage of mined leaves was evaluated. The determination of aldicarb residues, including their sulphoxide and sulfone metabolites and of thiamethoxam were performed by gas chromatography with a nitrogen-phosphorus and mass spectrometer detectors, respectively. The results indicated a uniform translocation of both insecticides in all three thirds of the coffee plants when applied to the soil. A higher persistence of thiamethoxam was verified with its residues being found for as far long as eight months following the application, while aldicarb residues, including the sulphoxide and sulfone metabolites, were found only until four to six months after the application. Control of the coffee leaf miner was observed with both insecticides.

KEY WORDS: Coffee leaf miner, pesticide residue, neonicotinoid, carbamate

RESUMO - O bicho-mineiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville), uma das pragas mais importantes da cafeicultura brasileira, é controlado principalmente com inseticidas. O objetivo deste trabalho foi estudar os resíduos e a translocação do inseticida tiametoxam em folhas de cafeeiros, bem como avaliar seu efeito no controle do bicho-mineiro, comparando-o com o aldicarbe, utilizado como padrão. Para isto, foi instalado um experimento no município de Garça, SP, no período de dezembro/2001 a agosto/2002. Os tratamentos utilizados foram: aldicarbe 150 G, nas doses de 2,25 e 4,50 g i.a./cova, tiametoxam 10 GR, nas doses de 0,15 e 0,30 g i.a./cova e testemunha (sem aplicação). Amostras de ramos foram colhidas em pré-contagem e aos 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 e 240 dias após a aplicação, em três alturas dos cafeeiros (terços inferior, médio e superior), avaliando-se a porcentagem de folhas minadas. As determinações de aldicarbe e seus metabólitos ativos, aldicarbe sulfoxido e sulfona, e os de tiametoxam foram feitas por cromatografia em fase gasosa usando-se detector de nitrogênio-fósforo e de espectrometria de massas, respectivamente. Os resultados indicaram translocação uniforme de ambos inseticidas nos três terços das plantas de café, quando aplicados no solo. Foi constatada também, a maior persistência do tiametoxam, cujos resíduos foram encontrados até oito meses após a aplicação, enquanto os metabólitos sulfoxido e sulfona foram encontrados entre quatro e seis meses após a aplicação. Foi observado controle do bicho-mineiro pela aplicação de ambos inseticidas.

PALAVRAS-CHAVE: Bicho-mineiro, café, resíduo de pesticidas, neonicotinóide, carbamato

O bicho-mineiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) é uma das pragas mais importantes da cafeicultura brasileira, podendo provocar sérios prejuízos à produção, bem como redução no rendimento e na longevidade dos cafeeiros (Souza *et al.* 1998). Os danos são ocasionados pela lagarta que, após a eclosão, penetra na folha destruindo o parênquima e diminuindo a capacidade fotossintética da planta. Infestações severas podem provocar elevados níveis de desfolha, fazendo com que as lavouras demorem até dois anos para se recuperar. Altas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e distribuição irregular das chuvas, com períodos secos prolongados, assim como lavouras mais arejadas, favorecem a rápida evolução da praga (Reis & Souza 1998).

O controle do bicho-mineiro tem sido realizado, principalmente, por meio da utilização de inseticidas, seja em pulverização na parte aérea ou aplicação no solo, como é o caso dos granulados sistêmicos. Estes destacam-se pela elevada eficiência, longo período residual e seletividade para predadores e parasitóides, sendo, desta forma, apropriados para a implementação de programas de manejo integrado de pragas. Entretanto, a ação e o poder residual desses inseticidas depende da atividade de seus metabólitos, natureza química, dose e da época de aplicação dentro do período chuvoso (Souza *et al.* 1998).

O inseticida aldicarbe, utilizado no controle do bicho-mineiro, apesar de eficiente (Almeida *et al.* 1977, Reis & Souza 1996) é conhecido também por sua elevada toxicidade a mamíferos. A existência de um átomo de enxofre em sua cadeia alifática permite que seja oxidado a sulfóxido e sulfona, também metabólitos ativos, como a própria molécula original. O aldicarbe é rapidamente oxidado a sulfóxido, porém este último é lentamente convertido em sulfona (Tomlin 1995).

Os neonicotinóides representam uma nova classe de inseticidas, mais seguros para o homem e o meio ambiente, relacionados estrutural e funcionalmente à nicotina e que atuam ao nível de receptores nicotínicos da acetilcolina (Stenersen 2004). O tiametoxam, considerado como o primeiro inseticida da segunda geração de neonicotinóides, representa uma alternativa para o controle do bicho-mineiro; no entanto, seu comportamento ainda é pouco conhecido nos cafezais brasileiros.

Desta forma, objetivou-se com a presente pesquisa avaliar os resíduos e a translocação do inseticida tiametoxam em cafeeiro, assim como estudar seu efeito no controle do bicho-mineiro, comparando-o com o aldicarbe, utilizado como padrão.

Material e Métodos

Campo. O experimento foi conduzido em cultura de café da Estação Experimental da Cooperativa dos Cafeicultores da Região de Garça (GARCAFÉ), no município de Garça, SP, em argissolo vermelho-amarelo, textura arenosa (82% areia; 4% silte e 14% argila).

A instalação deu-se em 7 de dezembro de 2001, em cafezal da cultivar Mundo Novo, com oito anos de idade, espaçamento 4 x 1,3 m, com duas plantas por cova. O

delineamento experimental utilizado foi em parcelas subdivididas com três repetições e 18 covas/parcela. A bordadura foi formada por cinco covas entre parcelas contíguas.

Os inseticidas foram aplicados em ambos os lados da projeção da saia dos cafeeiros, em solo úmido, com auxílio de uma granuladora manual tipo “matraca”, marca Mebuki®, de uso próprio nessas operações de aplicação de inseticidas. Os demais tratamentos culturais foram os praticados normalmente para a cultura.

Os inseticidas utilizados foram aldicarbe 150 G (150 g do ingrediente ativo.kg⁻¹ do produto comercial) e tiametoxam 10 GR (10 g do ingrediente ativo.kg⁻¹ do produto comercial), ambos em formulação granulada. Os tratamentos experimentais foram os seguintes: aldicarbe 150 G nas doses de 2,25 e 4,50 g i.a./cova, tiametoxam 10 GR nas doses de 0,15 e 0,30 g i.a./cova e testemunha (sem aplicação).

As avaliações foram realizadas em pré-contagem e aos 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 e 240 dias após a aplicação (DAA), coletando-se um ramo do terço inferior, um do médio e um do superior por cova, totalizando 54 ramos por parcela.

As avaliações da infestação do bicho-mineiro foram realizadas contando-se o número total de folhas e de folhas minadas nos seis primeiros pares de folhas de cada ramo, calculando-se posteriormente a porcentagem de folhas minadas, segundo metodologia adaptada de Portillo Avilés (1991).

Análises de laboratório. Logo após colhidas, as folhas correspondentes a cada altura foram separadas dos ramos e trituradas/homogeneizadas em liqüidificador, sendo uma sub-amostra de aproximadamente 100 g retirada e armazenada em freezer a -20°C, para determinação dos resíduos de aldicarbe, sulfóxido, sulfona e tiametoxam, nas mesmas datas em que a avaliação da infestação do bicho-mineiro foi realizada, com exceção da pré-contagem.

Aldicarbe. O método de análise de aldicarbe, sulfóxido e sulfona foi adaptado de McGarvey *et al.* (1986). A extração dos resíduos totais de aldicarbe foi feita tomando-se 10 g das amostras homogeneizadas (folhas) em frasco Duran-Schott de 100 ml, ao qual foram agregados 50 ml de uma mistura de acetona/água (3/1, v/v), sendo o material triturado em aparelho Ultra-turrax por 4 min a 26.000 rpm. Na seqüência, o extrato foi filtrado em funil de Büchner, forrado ao fundo com papel de filtro, recoberto por uma camada de Celite 545 para um kitazato com auxílio de vácuo, após o que, foi tomada alíquota de 20 ml que foi transferida para tubo de polipropileno de 50 ml.

A limpeza do extrato foi inicialmente feita por partição do extrato com 2 x 10 ml de clorofórmio, no próprio tubo de polipropileno, sendo tomadas as duas frações nesse solvente orgânico em outro tubo, com auxílio de pipeta graduada de 10 ml por sucção da camada orgânica inferior. Após adição de 200 µl de óleo Nujol, o extrato foi evaporado até secar em manifold e banho-maria a 50°C com auxílio de fluxo de ar previamente seco em filtro de sílica-gel dessecante azul. A seguir, a limpeza do extrato teve prosseguimento em coluna cromatográfica de sílica-gel, usando-se 2 g desse adsorvente, colocadas em uma seringa hipodérmica de

10 ml, sendo a coluna condicionada com 10 ml de uma mistura de hexano/acetato de etila (9/1, v/v). A transferência dos resíduos para a coluna deu-se com 2 x 5 ml da mesma mistura, descartando-se o eluato. A eluição da coluna teve seguimento com a passagem de uma mistura de 2 x 5 ml hexano/acetato de etila (3/1, v/v), sendo, igualmente descartado o eluato. A seguir, foram passados pela coluna mais 2 x 5 ml da mesma mistura (1/1, v/v), tendo sido descartados os primeiros 5 ml e, recolhidas os outros 5 ml em um tubo de centrifuga de 15 ml (aldicarbe). A eluição teve prosseguimento, passando mais 2 x 5 ml da mistura (1/3, v/v), coletando-se os primeiros 5 ml no mesmo tubo de centrifuga (aldicarbe sulfona) e desprezando-se os últimos 5 ml. A seguir, o extrato foi evaporado até cerca de 2 ml, em manifold e banho-maria a 50°C com auxílio de fluxo de ar. Finalmente, a eluição da coluna foi concluída, passando-se 2 x 5 ml de uma mistura de acetato de etila / metanol (9/1, v/v), coletando-se o eluato no mesmo tubo de centrifuga (aldicarbe sulfóxido). Na seqüência, o extrato foi evaporado com auxílio de ar movente, em manifold em banho-maria a 50°C para 1 ml. O volume foi completado no tubo de centrifuga para 10 ml com acetato de etila, sendo repetida a operação de evaporação para volume de 1 ml. Em seguida, foi acrescentado 1 ml de ciclohexano ao tubo. O extrato foi, então, filtrado em membrana Millipore, Millex FG, poro de 0,22 mm e coletado em frascos de vidro de 4 ml, com tampa rosqueável, usando-se vedação com septo de teflon. A limpeza do extrato foi completada aplicando-se técnica de cromatografia de permeação em gel (GPC) em coluna PLGel, usando-se como fase móvel uma mistura de acetato de etila/ciclohexano (1/1, v/v), com fluxo de 1 ml.min⁻¹, desprezando-se o eluato durante os primeiros 15 min e coletando-se a fração em eluição nos 4 min subseqüentes.

O extrato contendo os resíduos de aldicarbe e seus metabólitos foi levado à determinação quantitativa por técnica de cromatografia em fase gasosa, usando um cromatógrafo de gás ThermoQuest, modelo Trace 2000, equipado com detector de nitrogênio-fósforo, coluna capilar HP-1, com 30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro e 0,5 µm de espessura de filme. As condições de operação foram: temperaturas: coluna 45°C (inicial) por 30 segundos; 90°C (rampa de 40°C.min⁻¹) por 30 segundos; 110°C (rampa de 5°C.min⁻¹) por 1 min; 280°C (rampa de 30°C.min⁻¹) por 4 min; injetor 175°C; detector 300°C; gás de arraste: He, fluxo 1 ml.min⁻¹; make-up N₂, 15 ml.min⁻¹; ar, 60 ml.min⁻¹; H₂, 2,3 ml.min⁻¹. Nessas condições, os tempos de retenção foram: aldicarbe 4 min e cinco segundos, aldicarbe sulfóxido 6 min e 25 segundos e aldicarbe sulfona 7 min. Os resíduos foram quantificados, usando-se software ChromQuest, versão 3.0, dividindo-se a massa de cada analito, em ng, diretamente calculada da curva de calibração, previamente traçada pela massa da amostra injetada (folhas), em mg.

Tiametoxam. O método de análise de tiametoxam foi adaptado de Novartis Crop Protection (1998). Para a extração dos resíduos 10 g da amostra homogeneizada (folhas) foram colocados em frascos Duran-Schott de 100 ml, no qual foram acrescentados 50 ml de acetato de etila e 10 g de Na₂SO₄. O material foi então triturado em aparelho Ultra-turrax por 2 min a 26.000 rpm e, na seqüência,

centrifugado a 2.000 rpm por 10 min, para melhor separação do material em suspensão. A seguir, 15 ml do extrato foram tomados em um tubo de centrifuga de 15 ml; o extrato foi então evaporado em aparelho Turbo-Vap, em banho-maria a 35°C com auxílio de ar movente até secar.

A limpeza do extrato foi feita em coluna cromatográfica de sílica-gel, usando 2 g desse adsorvente colocados em uma seringa hipodérmica de 10 ml, sendo a coluna condicionada com 10 ml de uma mistura de hexano/acetato de etila (3/1, v/v). Os resíduos foram, a seguir, transferidos com 3 x 5 ml da citada mistura, introduzida na coluna sendo descartado o eluato; os resíduos de tiametoxam foram eluídos com 2 x 5 ml de acetona e o eluato coletado em um tubo de centrifuga de 15 ml. Após nova concentração em aparelho Turbo-Vap, os resíduos foram ressuspensos em 1,5 ml de uma mistura de ciclohexano/acetato de etila (1/1, v/v). Em seguida, o extrato foi passado em filtro de membrana Millipore, Millex FG, poro de 0,22 mm e coletado em frasco de vidro de 2 ml, vedado com septo de teflon e tampa rosqueável. A limpeza foi completada aplicando-se técnica de cromatografia de permeação em gel (GPC), em coluna PLGel, usando-se como fase móvel a mesma mistura de ciclohexano/acetato de etila, com fluxo de 1 ml.min⁻¹, desprezando o eluato durante os 28 min iniciais e coletando a fração em eluição nos 4 min subseqüentes.

As determinações quantitativas foram feitas por cromatografia em fase gasosa, usando um cromatógrafo de gás Hewlett Packard, modelo 6890 Plus, equipado com detector seletivo de massas, coluna capilar HP-5, com 30 m de comprimento, 0,5 mm de diâmetro e 0,25 µm de espessura do filme. As condições de operação foram: temperaturas: coluna 100°C (inicial) por 1 min, 280°C (rampa de 20°C.min⁻¹) por 4 min; injetor 220°C; detector 280°C; gás de arraste He, fluxo de 1 ml.min⁻¹; fragmento de confirmação (m/z) 247; fragmento de quantificação (m/z) 212. Nessas condições, o tempo de retenção para o tiametoxam foi de 9 min e 45 segundos. Os resíduos foram quantificados usando-se workstation Hewlett Packard, modelo Kayak XA, portando software G-2170AA, dividindo-se a massa de tiametoxam, em ng, diretamente calculada da curva de calibração, previamente traçada, pela massa da amostra injetada (folhas), em mg.

Validação dos métodos de análise. Os métodos analíticos foram validados com os estudos de fortificação e porcentagens de recuperação. Para tanto, foram fortificadas amostras de folhas, de modo a se obter concentrações nos níveis: 10; 2 e 0,5 mg.kg⁻¹, para aldicarbe e seus metabólitos, e de 1,00; 0,20 e 0,02 mg.kg⁻¹, para tiametoxam. Nos estudos, todos os níveis de fortificação foram feitos em triplicata e resultados obtidos entre 70% e 120% de recuperação foram considerados satisfatórios, dando, assim, suporte à validade aos referidos métodos analíticos. Desse modo, baseados na relação sinal/ruído (que é admitido ser de três vezes), o limite de quantificação (LQ) do aldicarbe, sulfóxido e sulfona foi de 0,5 mg.kg⁻¹, com porcentagens de recuperação de 101-118%, 88-101% e 98-105%, respectivamente. Para tiametoxam, o LQ foi de 0,02 mg.kg⁻¹ com porcentagens

de recuperação entre 79-88%.

Análise estatística. Os dados de resíduos, assim como os de infestação do bicho-mineiro, foram submetidos à análise da variância, com delineamento experimental em parcelas sub-subdivididas, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Os efeitos dos fatores e de suas interações, quando não significativos, foram eliminados da análise da variância. Para as parcelas foram considerados os diferentes inseticidas; as sub-parcelas foram constituídas pelos três terços das plantas (inferior, médio e superior) e as sub-sub-parcelas pelos períodos de amostragem (dias após a aplicação).

Resultados e Discussão

Resíduos de aldicarbe sulfóxido e sulfona. Resíduos de aldicarbe e seus metabólitos sulfóxido e sulfona não foram encontrados nas amostras testemunhas analisadas até o limite de quantificação ($< 0,05 \text{ mg/kg}^{-1}$). Resíduos de aldicarbe sulfóxido foram encontrados até 120 DAA, nas três alturas das plantas de café, para os dois tratamentos avaliados (Tabela 1). Na dose de 2,25 g i.a./cova, resíduos de aldicarbe sulfona foram observados, nos três terços e até 120 DAA. Na dose de 4,50 g i.a./cova, resíduos de aldicarbe sulfona foram encontrados até 180 DAA, nos terços inferior e médio e até 150 DAA, no terço superior (Tabela 2). Desta forma, a ocorrência dos metabólitos nas folhas correspondentes aos três terços das plantas de café demonstra a translocação do inseticida, desde as raízes até a parte aérea.

Por outro lado, ao se compararem os níveis de resíduos nas diferentes alturas, numa mesma data de avaliação, não foram observados níveis significativamente diferentes dos metabólitos, para o tratamento aldicarbe 2,25 g i.a./cova. Já para o tratamento aldicarbe 4,50 g i.a./cova, os níveis de aldicarbe sulfóxido e sulfona foram estatisticamente superiores no terço médio dos cafeeiros, 30 DAA (Tabelas 1 e 2). Desta forma, a distribuição dos metabólitos nas três

alturas das plantas de café foi bastante uniforme.

Quando os resíduos foram analisados ao longo do tempo, níveis máximos de aldicarbe sulfóxido e sulfona foram detectados 30 DAA, para as duas doses testadas, porém, diferenças significativas foram observadas apenas com 4,50 g i.a./cova (Tabelas 1 e 2). Assim, aos 30 DAA, os níveis dos metabólitos foram significativamente superiores, no terço médio, quando comparados com as datas posteriores. No terço inferior, os níveis de resíduos dos metabólitos não diferiram significativamente entre si, aos 30 DAA e 60 DAA. Já para o terço superior, o nível de sulfóxido 30 DAA foi significativamente superior aos restantes; entretanto o nível de sulfona, na mesma data, não diferiu daqueles encontrados 60 DAA e 90 DAA (Tabela 2). Desta forma, verificou-se uma redução gradual nos níveis de resíduos, a partir dos 30 DAA. De acordo com Rigitano *et al.* (1993), a acumulação do inseticida aldicarbe nas folhas dos cafeeiros ocorre rapidamente, alcançando níveis máximos após 35 dias decorridos da aplicação. Resultados similares foram relatados por Albelda *et al.* (1995), para folhas de laranjeira. Esses autores também encontraram concentrações de sulfóxido e sulfona superiores às de aldicarbe, na análise efetuada 20 dias após a aplicação, indicando a rápida transformação da molécula original em seus produtos de oxidação.

Foi também constatado que os níveis de resíduos foram maiores no tratamento que recebeu 4,50 g i.a./cova, sendo esses valores, em algumas datas, superiores ao dobro do tratamento com 2,25 g i.a./cova, e, em outros, menores do que o dobro. Batista *et al.* (1986) obtiveram resultados semelhantes quando aldicarbe foi aplicado nas doses de 20 e 40 g i.a./laranjeira.

Resíduos de tiametoxam. Resíduos de tiametoxam não foram encontrados nas amostras testemunhas analisadas. Eles foram encontrados até 240 DAA, nas três alturas dos cafeeiros, para as duas doses avaliadas, sendo, de modo geral,

Tabela 1. Médias (\pm EPM) dos resíduos de aldicarb sulfóxido (mg.kg^{-1}) em folhas de cafeeiros. Garça, SP, janeiro-agosto/2002.

Tratamento	Dias após aplicação	Terço da planta ¹		
		Inferior	Médio	Superior
Aldicarbe 2,25 g i.a./cova	30	2,32 \pm 0,09 aA	2,95 \pm 0,17 aA	2,51 \pm 0,76 aA
	60	1,49 \pm 0,14 aA	1,43 \pm 0,25 aA	1,07 \pm 0,16 aA
	90	1,20 \pm 0,54 aA	1,14 \pm 0,36 aA	0,62 \pm 0,00 aA
	120	0,63 \pm 0,07 aA	0,83 \pm 0,19 aA	0,52 \pm 0,02 aA
Aldicarbe 4,50 g i.a./cova	30	4,96 \pm 1,74 aB	7,73 \pm 0,47 aA	5,32 \pm 1,98 aB
	60	3,04 \pm 0,37 abA	1,88 \pm 0,12 bA	1,40 \pm 0,42 bA
	90	1,35 \pm 0,64 bA	1,22 \pm 0,14 bA	1,35 \pm 0,23 bA
	120	0,95 \pm 0,26 bA	0,75 \pm 0,25 bA	0,60 \pm 0,10 bA

¹Médias de três repetições

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e mesma letra maiúscula, na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

Tabela 2. Médias (\pm EPM) dos resíduos de aldicarb sulfona (mg.kg^{-1}) em folhas de cafeeiros. Garça, SP, janeiro-agosto/2002.

Tratamento	Dias após aplicação	Terço da planta ¹		
		Inferior	Médio	Superior
Aldicarbe 2,25 g i.a./cova	30	1,68 \pm 0,18 aA	1,60 \pm 0,26 aA	1,76 \pm 0,56 aA
	60	0,80 \pm 0,14 aA	1,28 \pm 0,28 aA	1,13 \pm 0,16 aA
	90	0,84 \pm 0,29 aA	1,12 \pm 0,46 aA	0,58 \pm 0,04 aA
	120	0,72 \pm 0,18 aA	0,53 \pm 0,03 aA	0,64 \pm 0,12 aA
Aldicarbe 4,50 g i.a./cova	30	4,17 \pm 1,18 aB	6,08 \pm 0,71 aA	3,64 \pm 0,93 aB
	60	2,58 \pm 0,44 abA	2,37 \pm 0,30 bA	2,15 \pm 0,10 abA
	90	1,55 \pm 0,16 bA	2,72 \pm 0,78 bA	1,97 \pm 0,48 abA
	120	1,18 \pm 0,17 bA	1,27 \pm 0,32 bA	1,24 \pm 0,13 bA
	150	1,18 \pm 0,42 bA	1,29 \pm 0,13 bA	1,31 \pm 0,29 bA
	180	0,75 \pm 0,25 bA	1,23 \pm 0,62 bA	-

¹Médias de três repetições

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e mesma letra maiúscula, na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

os maiores níveis correspondentes ao tratamento que recebeu 0,30 g i.a./cova (Tabela 3). Assim, igualmente, a ocorrência do inseticida nas folhas correspondentes aos terços inferior, médio e superior dos cafeeiros demonstra a translocação, desde as raízes até a parte aérea.

Quando os níveis de resíduos foram comparados nas diferentes alturas dos cafeeiros, na mesma data de avaliação, verificou-se uma concentração significativamente maior nos terços inferior e superior do tratamento tiametoxam 0,15 g i.a./cova, 30 DAA e 150 DAA. No tratamento tiametoxam 0,30 g i.a./cova, diferenças significativas foram encontradas 150 DAA, quando o terço superior apresentou nível maior do inseticida, porém, sem diferir do médio (Tabela 3). Assim sendo, a distribuição de tiametoxam nas três alturas das plantas de café foi bastante uniforme durante o período de avaliação.

Quando os resíduos foram avaliados ao longo do tempo, níveis máximos de tiametoxam foram obtidos 30 DAA para os terços inferior e médio da menor dose testada, embora diferenças significativas tenham sido observadas apenas para o terço inferior, quando comparado com avaliações realizadas 30 DAA. Para o terço superior, o maior nível do inseticida foi encontrado 150 DAA, porém sem diferir estatisticamente daquele correspondente aos 30 DAA (Tabela 3).

Para a dose de 0,30 g i.a./cova, não foram observadas diferenças significativas entre os níveis de resíduos do terço inferior. Para o terço médio, os maiores níveis corresponderam aos 150 DAA, porém sem diferir estatisticamente daqueles encontrados aos 30 DAA e 180 DAA. Para o terço superior, maior nível de resíduos de tiametoxam foi observado 150 DAA, de forma similar ao constatado para a dose de 0,15 g i.a./cova (Tabela 3).

Infestação de bicho-mineiro. A infestação da praga foi baixa durante a execução do experimento. A porcentagem de folhas

minadas antes da aplicação dos inseticidas não apresentou diferenças significativas entre os cinco tratamentos, indicando que a infestação inicial do bicho-mineiro foi uniforme. Diferenças significativas na porcentagem de folhas minadas foram observadas entre os 90 DAA e 240 DAA. Assim, 90 DAA, a infestação no tratamento aldicarbe 4,50 g i.a./cova foi significativamente inferior à da testemunha, porém, sem diferir dos demais tratamentos. Todos os tratamentos diferiram significativamente da testemunha, 120 DAA. Resultado similar foi constatado 150 DAA e 180 DAA, com exceção do tratamento aldicarbe 2,25 g i.a./cova, cuja infestação foi estatisticamente semelhante à da testemunha. Todos os tratamentos com inseticidas diferiram estatisticamente da testemunha aos 210 DAA; entretanto, apenas aqueles com tiametoxam diferiram aos 240 DAA (Fig. 1).

O aldicarbe na maior dose e o tiametoxam em ambas as doses usadas contribuíram para manter a infestação do bicho-mineiro inferior à da testemunha, nas avaliações realizadas entre os 90 DAA e 210 DAA e os 120 DAA e 240 DAA, respectivamente. Rigitano *et al.* (1993) constataram que a aplicação de aldicarbe 150 G, no início de novembro, controlou o bicho-mineiro até o final de março, na região de Lavras, MG.

A aplicação de aldicarbe 4,50 g i.a./cova até os 180 DAA, com apenas a presença do metabólito sulfona (uma vez que o sulfóxido já havia se dissipado), revela que a concentração de cerca de 1 mg.kg^{-1} da sulfona (média dos terços inferior e médio da planta, Tabela 2) foi suficiente para controlar a praga, com diferença significativa em relação à testemunha. Após esse período, nas análises e levantamentos com 210 DAA, embora os resíduos estivessem abaixo do LD ($< 0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$) nesse tratamento (4,50 g i.a. por cova), a diferença estatística em relação à testemunha pode ser explicada pela grande população do

Tabela 3. Médias (\pm EPM) dos resíduos de tiametoxam (mg.kg^{-1}) em folhas de cafeeiros. Garça, SP, janeiro-agosto/2002.

Tratamento	Dias após aplicação	Terço da planta ¹		
		Inferior	Médio	Superior
Tiametoxam 0,15 g i.a./cova	30	0,17 \pm 0,06 aA	0,09 \pm 0,02 aB	0,08 \pm 0,02 abB
	60	0,06 \pm 0,02 bA	0,05 \pm 0,00 aA	0,05 \pm 0,01 bA
	90	0,03 \pm 0,01 bA	0,03 \pm 0,00 aA	0,02 \pm 0,00 bA
	120	0,06 \pm 0,02 bA	0,05 \pm 0,02 aA	0,05 \pm 0,00 bA
	150	0,05 \pm 0,02 bB	0,08 \pm 0,04 aB	0,17 \pm 0,01 aA
	180	0,06 \pm 0,00 bA	0,06 \pm 0,01 aA	0,05 \pm 0,01 bA
	210	0,03 \pm 0,01 bA	0,03 \pm 0,00 aA	0,02 \pm 0,00 bA
	240	0,02 \pm 0,00 bA	0,02 \pm 0,00 aA	0,02 \pm 0,00 bA
Tiametoxam 0,30 g i.a./cova	30	0,12 \pm 0,02 aA	0,16 \pm 0,03 abA	0,11 \pm 0,05 bA
	60	0,08 \pm 0,02 aA	0,07 \pm 0,01 cA	0,12 \pm 0,03 bA
	90	0,05 \pm 0,01 aA	0,05 \pm 0,01 cA	0,05 \pm 0,01 bA
	120	0,07 \pm 0,01 aA	0,08 \pm 0,02 bcA	0,11 \pm 0,03 bA
	150	0,11 \pm 0,02 aB	0,18 \pm 0,06 aAB	0,23 \pm 0,11 aA
	180	0,12 \pm 0,02 aA	0,10 \pm 0,02 abcA	0,10 \pm 0,03 bA
	210	0,07 \pm 0,03 aA	0,07 \pm 0,01 cA	0,10 \pm 0,05 bA
	240	0,04 \pm 0,00 aA	0,04 \pm 0,01 cA	0,07 \pm 0,03 bA

¹Médias de três repetições

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e mesma letra maiúscula, na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

inseto na testemunha, comparada ao tratamento com o inseticida. Com relação a tiametoxam, foi observado controle até a última avaliação aos 240 DAA, com ambas as doses. Assim, o menor valor de concentração desse inseticida, consignado em $0,02 \text{ mg.kg}^{-1}$ na dose de $0,15 \text{ g i.a./cova}$ (Tabela 3), indica ser este teor nas folhas suficiente para o

controle da praga.

Quando as três alturas da planta foram comparadas, observou-se infestação da praga geralmente maior nos ponteiros. Diferenças significativas entre as alturas, contudo, foram constatadas aos 210 DAA e 240 DAA, nos tratamentos aldicarbe 2,25 e 4,50 g i.a./cova. Para os tratamentos com

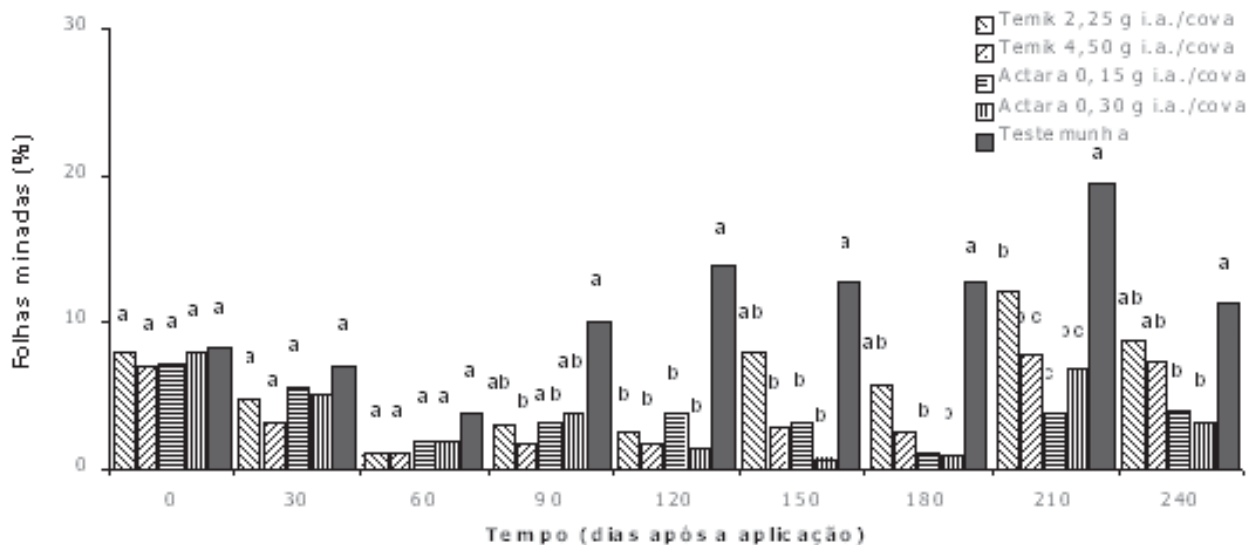


Figura 1. Porcentagem média de folhas minadas. Garça, SP, no período de dezembro de 2001 a agosto de 2002. Barras seguidas pela mesma letra, para cada época de avaliação, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

tiametoxam 0,15 e 0,30 g i.a./cova, não foram observadas diferenças significativas na infestação; entretanto, no tratamento testemunha a incidência da praga foi significativamente maior no terço superior, a partir de 90 DAA. De acordo com Villacorta (1980) e Bearzoti & Aquino (1994), o maior número de folhas minadas encontra-se no topo das plantas de café, principalmente em época de grande infestação. Já Reis & Souza (1998) observaram que cafeeiros que sofrem intenso ataque do bicho-mineiro apresentam os ponteiros desfolhados, devido à própria distribuição do inseto.

O baixo nível populacional do bicho-mineiro, observado durante a execução do experimento, não favoreceu de modo satisfatório a comparação da infestação com os níveis de resíduos encontrados nas diferentes alturas das plantas de café nem da infestação na pré-contagem com as restantes datas de avaliação. No entanto, por meio da comparação da infestação nos tratamentos, com a testemunha, constatou-se controle da praga entre 90 DAA e 210 DAA, para aldicarbe 4,50 g i.a./cova, sendo encontrados neste tratamento, o metabólito sulfóxido até 120 DAA, nos três terços, e a sulfona até 180 DAA, nos terços inferior e médio e até 150 DAA, nos ponteiros das plantas de café. Para aldicarbe, aplicado na dose de 2,25 g i.a./cova, o sulfóxido e a sulfona foram encontrados até os 120 DAA, porém o controle do bicho-mineiro foi menos eficiente quando comparado com a dose dobrada. De maneira análoga, a presença de tiametoxam nos três terços avaliados dos cafeeiros, até o final do experimento, teve decisiva importância no controle do bicho-mineiro entre 120 DAA e 240 DAA nas doses avaliadas.

Quanto às condições climáticas, Reis & Souza (1986) consideram as temperaturas elevadas fator de influencia positiva na infestação do bicho-mineiro, ao contrário de chuvas intensas e umidades relativas altas, considerados fatores que desfavorecem a infestação da praga. Assim, as chuvas ocorridas durante o período do experimento parecem ter contribuído diretamente para o controle, propiciando a absorção e translocação dos inseticidas para a parte aérea das plantas de café.

A aplicação de tais inseticidas sistêmicos, aliada à sua seletividade ecológica na preservação da entomofauna benéfica da parte aérea, representa importante e interessante opção no controle eficiente dessa importante praga da cultura do café.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão de Bolsa de Doutorado à primeira autora (Proc. FAPESP nº 00/12949-5) e de Auxílio à Pesquisa (Proc. FAPESP nº 00/12948-9)

À Cooperativa dos Cafeicultores da Região de Garça (GARCAFÉ) e a seus funcionários, pela área cedida para a instalação dos experimentos e pela colaboração nas coletas de campo.

Referências

- Albelda, C., Y. Pico, J.C. Molto, G. Font & J. Mañes. 1995. Evaluation of the fate of aldicarb and its metabolites in oranges. *Int. J. Environ. Anal. Chem.* 58: 315-326.
- Almeida, P.R., H.V. Arruda & L.C.E. Pereira. 1977. Eficiência de alguns inseticidas sistêmicos, granulados, no controle ao "bicho mineiro" - *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Mèn., 1842) - do cafeeiro. *Biológico* 43: 29-31.
- Batista, G.C., P.H. Dorizotto, L.R. Boscariol, F.A.M. Mariconi & J.F. Franco. 1986. Resíduos de aldicarb em laranjas Valência e Natal determinados por cromatografia de gás. *Pesq. Agropec. Bras.* 21: 593-596.
- Bearzoti, E. & L.H. Aquino. 1994. Plano de amostragem sequencial para avaliação da infestação de bicho-mineiro (Lepidoptera: Lyonetiidae) no sul de Minas Gerais. *Pesq. Agropec. Bras.* 29: 695-705.
- Gravena, S. 1983. Táticas de manejo integrado do bicho mineiro do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842): II-Amostragem da praga e de seus inimigos naturais. *An. Soc. Entomol. Brasil.* 12: 272-281.
- McGarvey, B.D., M. Chiba & A.B. Broadbent. 1986. Simplified cleanup and capillary gas chromatographic analysis of residues of aldicarb and its oxidation products in chrysanthemum leaves. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 69: 852-855.
- Novartis Crop Protection Ag Rem 179.03. 1998. Determination of CGA 293343 and CGA 322704 by HPLC. 46p.
- Portillo Avilés, D. 1991. Avaliação das populações do bicho-mineiro do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) e de seus parasitoides e predadores: Metodologias de estudo e flutuação estacional. Dissertação de mestrado, UFV, Viçosa, 127p.
- Reis, P.R. & J.C. Souza. 1986. Influência das condições do tempo sobre a população de insetos e ácaros. *Inf. Agropec.* 12: 25-30.
- Reis, P.R. & J.C. Souza. 1996. Manejo integrado do bicho-mineiro, *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae), e seu reflexo na produção de café. *An. Soc. Entomol. Brasil.* 25: 77-82.
- Reis, P.R. & J.C. Souza. 1998. Manejo integrado das pragas do cafeeiro em Minas Gerais. *Inf. Agropec.* 19: 17-25.
- Rigitano, R.L.O., J.C. Souza & A. Tonhasca. 1993. Ocorrência de aldicarbe em folhas do cafeeiro e seu efeito no controle do bicho-mineiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842). *Ciê. Prát.* 17: 43-48.
- Souza, J.C., P.R. Reis & R.L.O. Rigitano. 1998. Bicho-mineiro do cafeeiro: biologia, danos e manejo integrado. Belo Horizonte, EPAMIG, 48p.
- Stenersen, J. 2004. Chemical pesticides: Mode of action and toxicology. CRC Press, 276p.
- Tomlin, C. 1995. The Pesticide Manual. 10th ed. Cambridge, The Royal Society of Chemistry, 1341p.
- Villacorta, A. 1980. Alguns fatores que afetam a população estacional de *Perileucoptera coffeella* Guérin-Mèneville, 1842 (Lepidoptera: Lyonetiidae) no norte do Paraná, Londrina, PR. *An. Soc. Entomol. do Brasil* 9: 23-32.

Received 14/1/05. Accepted 11/IX/05.