

Interação entre inseticidas e umidade do solo no controle do pulgão e da mosca-branca em algodoeiro

Jorge Braz Torres⁽¹⁾ e Christian Sherley Araujo da Silva-Torres⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/no, Dois Irmãos, CEP 52171-900 Recife, PE. E-mail: jtorres@depa.ufrpe.br, sherleyjbt@yahoo.com

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o controle exercido por tiametoxam e pimetozine, em aplicação foliar ou ao solo, sobre *Bemisia tabaci* e *Aphis gossypii*, em algodoeiro, e determinar a interação entre formas de aplicação e a umidade do solo, em diferentes intervalos após a aplicação. Foram aplicados inseticidas via pulverização ou esguicho ao solo, em plantas de algodoeiro submetidas a três faixas de umidade do solo. Os inseticidas foram testados separadamente, em arranjos fatoriais, com formas de aplicação (tiametoxam), pragas (pimetozine) e teores de umidade no solo como fatores de variação, com as avaliações repetidas no tempo. Foram realizadas avaliações após 3 horas e aos 3, 6, 12, 24 e 32 dias após a aplicação. Os inseticidas, em pulverização, apresentaram controle superior a 80%, até 6 dias depois da aplicação, para mosca-branca e pulgão. O uso de tiametoxam com esguicho, na menor faixa de umidade, propiciou controle inferior a 60%, no dia da aplicação, superior a 90%, aos 3 e 6 dias, e superior a 80%, aos 12 dias após aplicação. O grau de estresse hídrico em que se encontra a planta é importante para a escolha do inseticida e da modalidade de aplicação mais adequados ao controle das pragas avaliadas.

Termos para indexação: *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci*, *Gossypium hirsutum*, método de aplicação, pimetozine, tiametoxam.

Interaction between insecticides and soil moisture in the control of whitefly and aphid in cotton

Abstract – The objective of this work was to evaluate the control, in cotton plants, of *Bemisia tabaci* and *Aphis gossypii* by thiamethoxam and pymetrozine, with foliar or soil drench applications, and to determine the interaction between application method and soil humidity, in different intervals after insecticide application. Insecticide application consisted of foliar spray and soil drench, using cotton plants submitted to three levels of soil moisture. The insecticides were tested separately, in factorial arrangements, with application methods (thiamethoxam), pest species (pymetrozine) and soil moisture levels, as treatments, with repeated measures on time. Evaluations were carried out after 3 hours, and at 3, 6, 12, 24, and 32 days after application. Foliar spray of both insecticides provided over 80% control, for both pests, up to 6 days after application. Thiamethoxam applied in soil exhibited control below 60%, at the day of application, over 90%, at 3 and 6 days, and over 80%, 12 days after application. Plant water stress levels are important to be considered in selection of most suited insecticides and application methods, for control of the evaluated pests.

Index terms: *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci*, *Gossypium hirsutum*, application method, pymetrozine, thiamethoxam.

Introdução

Amosca-branca, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae), e o pulgão-do-algodoeiro, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), são pragas polífagas que causam perdas econômicas em diferentes plantas cultivadas (Basu, 1995; Van Emden & Harrington, 2007). Essas duas pragas ocorrem em todas as regiões

do mundo em que o algodoeiro é cultivado e são citadas como as mais importantes pragas sugadoras dessa cultura, causadoras de danos diretos e indiretos às plantas, como a sucção de seiva e a transmissão de viroses (Leclant & Deguine, 1994).

A busca da maximização da produtividade tem levado a mudanças nos sistemas de produção do algodoeiro, tais como: adubações nitrogenadas excessivas, áreas

contínuas de plantio e uso de variedades melhoradas, que podem apresentar elevado potencial produtivo, mas muitas vezes são suscetíveis às pragas. Esses fatores, aliados à freqüente irregularidade na precipitação, levam o algodoeiro à predisposição ao ataque de insetos sugadores, como moscas-brancas e pulgões (Basu, 1995; Van Emden & Harrington, 2007). O método mais recomendado de manejo contra pragas sugadoras e transmissoras de viroses é a aplicação preventiva de inseticidas com longo residual de controle (Perring et al., 1999). Inseticidas sistêmicos têm sido utilizados em algodoeiro, para o controle de moscas-brancas e pulgões, por meio do tratamento de sementes, aplicação em sulco de plantio e pulverizações foliares (Leclant & Deguine, 1994).

A aplicação de inseticidas busca atingir, com a máxima eficiência, o alvo biológico, que é a praga. Inseticidas sistêmicos com alta solubilidade, aplicados ao solo, podem ser lixiviados se forem aplicados antes de um bom desenvolvimento do sistema radicular; quando possuem baixa solubilidade no solo, seu controle dependerá do local de aplicação e da umidade do solo (Woodford et al., 1988; Chapman et al., 1994; Perring et al., 1999). Assim, a reduzida eficiência de inseticidas sistêmicos aplicados ao solo geralmente é conseqüência de entraves em sua absorção (Palumbo et al., 1996; Perring et al., 1999; Mowry, 2005). Uma alternativa para se maximizar a eficiência de inseticidas sistêmicos é aplicá-los, dissolvidos em água, ao solo, sem contato com a planta, para se evitar perda de produto e impacto sobre inimigos naturais. No entanto, a aplicação deve ser feita em condições apropriadas de umidade do solo, para propiciar boa absorção, translocação e armazenamento na planta, em quantidades suficientes para o controle eficaz das pragas-alvo (Aharanson et al., 1986; Perring et al., 1999). Assim, a eficiência de inseticidas de ação sistêmica pode variar em conseqüência da condição do estresse hídrico das plantas, já que têm sua ação diretamente influenciada pela atividade metabólica delas.

O inseticida tiametoxam tem se destacado no controle de pragas sugadoras, pela sua eficiência e versatilidade de formulações, para aplicação via solo ou pulverização (Lawson et al., 2000; Mason et al., 2000). A aplicação foliar do tiametoxam resulta em contato direto do produto com as pragas e seus inimigos naturais, no dossel das plantas, o que tem

impacto significativo sobre predadores e parasitóides (Cole & Home, 2006; Wang et al., 2008). A aplicação de tiametoxam via esguicho, com solução aplicada no solo, junto ao coleto da planta, tem apresentado seletividade a inimigos naturais (Ogata, 1999; Torres et al., 2003b).

O inseticida pimetozine tem se destacado no controle da mosca-branca e dos pulgões, e é um produto de eficiência certificada para essas pragas, mediante pulverizações (Torres et al., 2003b; Mowry, 2005). Além disso, o pimetozine apresenta baixo ou nenhum impacto sobre inimigos naturais dessas e de várias outras pragas (Ozawa et al., 1998; Slosser et al., 2000; Torres et al., 2003b). No entanto, esse produto possui atividade translaminar (Wyss & Bolsinger, 1997), e é dependente da atividade metabólica da planta, que por sua vez, é influenciada pela disponibilidade hídrica no solo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o controle exercido por tiametoxam e pimetozine, em aplicação foliar ou ao solo, sobre *Bemisia tabaci* e *Aphis gossypii*, e determinar a interação das formas de aplicação com a umidade do solo, em diferentes intervalos após a aplicação.

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados em casa telada da Área de Fitossanidade-Entomologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Plantas de algodão, cultivar CNPA Precoce 1, foram cultivadas em vasos de 5 L, em casa telada, sob cobertura de plástico (filme agrícola tipo leitoso, para estufas), para permitir o controle de umidade do solo durante o experimento.

Utilizou-se uma planta por vaso, com solo argilo-arenoso com pH 5,4 e 1,2% de matéria orgânica. A acidez e a fertilidade foram corrigidas, para o cultivo do algodoeiro, de acordo com a análise do solo e recomendação do Laboratório de Química e Fertilidade de Solos, da UFRPE. Duas adubações de cobertura foram realizadas, aos 15 e 30 dias após a emergência das plantas, com 30 mL por planta da solução composta de kistalon marrom (100 g L⁻¹) e nitrato de cálcio (84,5 g L⁻¹).

O solo utilizado apresentava ponto de murcha e capacidade de campo com 9,9 e 18,6% (p/v) de umidade, respectivamente. A umidade do solo foi controlada para submeter as plantas a três faixas de

umidade: 12,6 a 15,6%, 15,7 a 18,3%, e 18 a 18,6% (p/v), determinadas pela diferença de peso específico (Kiehl, 1979). Esses valores são correspondentes a 69–84% (umidade baixa), 85–98% (umidade média) e 97–100% (umidade alta) da capacidade de campo do solo. Para se controlar a umidade, foi adicionado ao solo um volume de água equivalente ao necessário para se manter a umidade do solo próximo às faixas determinadas, no dia seguinte e durante sete dias a partir da aplicação dos inseticidas.

Em virtude da flexibilidade na forma de aplicação, o inseticida tiametoxam foi estudado quanto ao controle de mosca-branca e do pulgão, via pulverização (1 mg de i.a. por planta, com volume de calda de 5 mL), ou via esguicho no solo (1 mg de i.a. por planta, com volume de calda de 30 mL, aplicado diretamente ao solo, próximo ao coleto da planta). Para a correção da mortalidade natural (Abbott, 1925), a testemunha recebeu pulverização, ou esguicho, com água apenas e, portanto, não foi incluída nas análises.

O experimento com tiametoxam foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com dez repetições, em arranjo fatorial composto pelas formas de aplicação (pulverização ou esguicho) e pelas três faixas de umidade do solo, com seis avaliações repetidas no tempo. Os experimentos com mosca-branca e pulgão foram conduzidos e analisados separadamente. A parcela experimental foi constituída por uma planta. Aos 20 dias após a emergência, as plantas receberam os tratamentos com o inseticida e, posteriormente, foram submetidas às faixas de umidade do solo.

As plantas foram infestadas com as pragas, nos intervalos de 3 horas após a aplicação do inseticida, ou da água, com reinfestações aos 3, 6, 12, 24 e 32 dias após a aplicação dos tratamentos. A avaliação da mortalidade foi feita 24 horas após as infestações. As infestações consistiram da instalação de gaiolas, após os tratamentos com inseticidas, de acordo com os intervalos acima, e da liberação dos insetos em seu interior. Além da mortalidade 24 horas após a liberação, foi também quantificada a produção de ninfas do pulgão, pelas fêmeas confinadas.

A gaiola de confinamento dos insetos sobre as plantas, foi confeccionada com fundo de placa de Petri (9 cm de diâmetro x 2 cm de altura). Na borda de cada placa, foi fixada, com cola quente, uma tira de espuma. A espuma permitiu o posicionamento da placa sobre as folhas do algodoeiro, e ofereceu boa acomodação sobre

as nervuras e, conseqüentemente, um bom vedamento, sem danos às folhas. Na parte central da placa, foi realizada uma abertura de 4 cm de diâmetro, que foi fechada com tecido voile, para permitir a circulação de ar e evitar condensação de umidade em seu interior. Uma segunda abertura de 0,7 cm de diâmetro foi feita para servir como local de liberação dos insetos, dentro das gaiolas, após fixação na planta. Esta abertura foi fechada com fita adesiva, após a liberação dos insetos. A gaiola foi posicionada sobre a parte adaxial da folha, e um pedaço de papelão circular, de 12 cm diâmetro, colocado na parte abaxial da folha, foi utilizado como suporte. Para fixar a gaiola e o papelão, foram utilizadas presilhas de metal. Para evitar que a folha se soltasse da planta, em razão do peso da gaiola, uma estaca de madeira foi utilizada para sustentação. As infestações consistiram do confinamento de dez adultos de mosca-branca ou dez fêmeas ápteras do pulgão, na folha expandida do ápice das plantas, com uso de uma gaiola por planta e por praga, no caso do experimento com tiametoxam, ou com ambas as pragas, no caso do experimento com pimetozine.

No experimento com o inseticida pimetozine, a aplicação se deu unicamente via pulverização, com 5 mL da solução inseticida, à concentração de 2 mg de i.a. por planta. No entanto, o confinamento da mosca-branca e do pulgão, nas gaiolas, foi conduzido simultaneamente. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com dez repetições, em arranjo fatorial composto pelas espécies de praga (mosca-branca e pulgão) e pelas faixas de umidade do solo. A parcela experimental também foi composta por uma planta apenas. Os intervalos de infestação e avaliação foram os mesmos empregados para o inseticida tiametoxam.

Em todos os experimentos, a mortalidade de mosca-branca e do pulgão foi corrigida pela mortalidade natural obtida na testemunha (somente água), por meio da fórmula de Abbott (1925). Em seguida, as percentagens de eficiência foram submetidas à análise de variância, com medidas repetidas no tempo (rmANOVA), com exclusão da testemunha do modelo estatístico, em razão da correção de Abbott. No caso da produção de ninfas pelo pulgão, a testemunha foi incluída no modelo estatístico, para comparação. Todos os resultados foram submetidos ao teste de normalidade (Kolmogorov-D: normal) e de homogeneidade (Bartlett) de variância; as percentagens de eficiência foram transformadas

em $\arcsin(x/100)^{0,5}$, e o número de ninfas de pulgão foi transformado em $(x + 0,5)^{0,5}$, para adequação aos pressupostos da ANOVA. Entretanto, para apresentação nas tabelas e figuras, foram utilizados os resultados não transformados. Todas as análises foram feitas com o SAS (SAS Institute, 2001).

Resultados e Discussão

A eficiência do tiametoxam, no controle de mosca-branca e pulgão, foi afetada pelas formas de aplicação (pulverização e esguicho), pelas faixas de umidade do solo (baixa, média e alta), pelo tempo após a aplicação, e também pelas interações duplas e triplas entre esses fatores (Tabela 1). O efeito da interação tripla na eficácia do tiametoxam pode ser observado em dois momentos. Primeiro: a aplicação por esguicho teve eficiência abaixo de 60%, quando o confinamento das pragas foi realizado 3 horas após a aplicação, tanto em relação à mosca-branca quanto ao pulgão (Figura 1). Contudo, a eficiência esteve entre 90 e 100%, aos três dias após a aplicação, e a eficiência de controle foi igualada entre as formas de aplicação esguicho e pulverização. Segundo: a eficiência de controle, com a aplicação por esguicho, persistiu acima de 80%, até 12 dias após a aplicação, nas duas maiores faixas de umidade do solo (Figura 1), e a eficiência do tiametoxam, via pulverização, foi próxima ou inferior a 60%, em todas as faixas de umidade do solo. Assim, todas as fontes de variação testadas, quanto à eficiência do tiametoxam, foram significativas, mas o tempo após a aplicação foi o fator que mais contribuiu para a variação dos resultados, no controle da mosca-branca e do pulgão, o que é evidenciado pelos maiores valores de F para este fator (Tabela 1).

A produção de ninfas do pulgão, no tratamento por esguicho, quando a infestação foi realizada no dia da aplicação (3 horas após), não diferiu da testemunha

(Figura 2). Contudo, o tiametoxam, via pulverização e esguicho, reduziu significativamente as densidades de ninfas do pulgão, aos 3 e 6 dias após a aplicação, em relação à testemunha. Aos 12 dias, as médias de ninfas do pulgão variaram entre 0 e 3, nos tratamentos com tiametoxam, nas duas maiores faixas de umidade do solo. Aos 24 e 32 dias, a produção de ninfas foi semelhante em todos os tratamentos.

A umidade do solo afetou significativamente a eficácia do tiametoxam, no que se refere ao residual de controle da mosca-branca e do pulgão (Figura 1). Embora o tiametoxam detenha solubilidade alta e pouca adsorção em partículas do solo (Carbo et al., 2007), o menor residual do tiametoxam poderá ocorrer quando aplicado sob baixa umidade do solo. Esse resultado demonstra possível redução de absorção ou de armazenamento do produto nas folhas e, conseqüentemente, menor residual de controle de mosca-branca e do pulgão. Também a forma de aplicação interferiu na rapidez da ação inseticida, bem como no prolongamento do residual de controle. De acordo com Mason et al. (2000), 24 horas são suficientes para se obter o controle e a redução da transmissão de geminivírus pela mosca-branca, com o tiametoxam a 7 mg de i.a. por planta, aplicado via esguicho sobre plântulas de tomateiro, em condições ideais de umidade do solo. No entanto, no presente estudo, o período de 24 horas com aplicação de 1 mg de i.a. por planta de algodoeiro, com 20 dias da emergência, foi insuficiente para se obter controle superior a 80% (Figura 1). Este resultado pode estar relacionado à quantidade do produto absorvido, especialmente em plantas submetidas a estresse hídrico, e com o comportamento alimentar do inseto, durante o período de confinamento de 24 horas. Entretanto, o efeito residual do tiametoxam foi eficaz nos períodos subsequentes (Figuras 1, 2 e 3). O aumento na concentração de tiametoxam poderia trazer rapidez no

Tabela 1. Resultados da análise de variância quanto à eficiência de controle de adultos de *Aphis gossypii* e *Bemisia tabaci*, de experimentos individuais com a aplicação de tiametoxam e pimetozine.

Fonte de variação	Tiametoxan		Pimetozine	
	F- <i>Bemisia</i>	F- <i>Aphis</i>	Fonte de variação	F
Método de aplicação (M)	38,79**	13,61**	Praga (P)	61,68**
Umidade do solo (U)	15,35**	8,41**	Umidade do solo (U)	0,95 ^{ns}
MxU	38,33**	4,56*	PxU	4,08*
Tempo (T)	853,15**	1.336,90**	Tempo (T)	4.000,70**
TxM	127,98**	168,82**	TxP	31,94**
TxU	3,26**	10,98**	TxU	7,47**
TxMxU	9,52**	6,60**	TxPxU	26,91**

controle, porém não é recomendado. A recomendação do fabricante varia entre 1,8 a 3,64 mg de i.a. por planta, em campo e, como mostrado neste estudo, a concentração de 1 mg de i.a. por planta apresenta considerável eficiência no controle do pulgão e da mosca-branca, já aos 3 dias após a aplicação, quando realizada em plantas com 20 dias da emergência.

Entre as variáveis com influência potencial na eficiência do pimetrozine, apenas a umidade do solo não foi significativa (Tabela 1). Entretanto, todas as interações entre as fontes principais de variação testadas foram significativas. Semelhantemente ao tiametoxam, o tempo foi o principal fator de explicação das variações nos resultados. A eficiência de controle

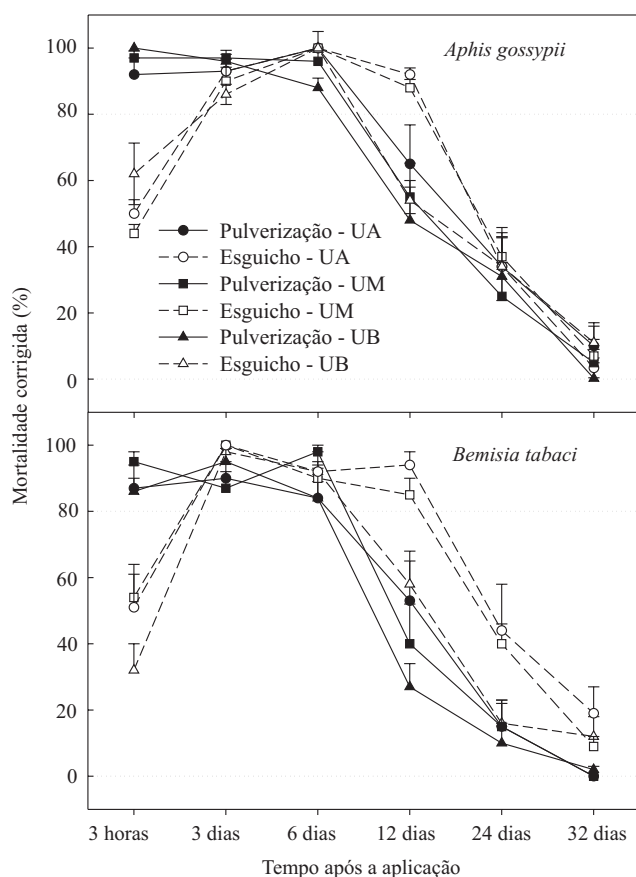


Figura 1. Mortalidade corrigida (média±EP) de adultos de *Aphis gossypii* e *Bemisia tabaci*, no experimento com tiametoxam em plantas de algodão, submetidas a diferentes faixas de umidade do solo: UB, umidade baixa, de 69 a 84% da capacidade de campo; UM, umidade média, de 85 a 98% da capacidade de campo; e UA, umidade alta, de 97 a 100% da capacidade de campo.

pelo pimetrozine, em ambas as pragas, foi superior a 80%, aos 6 dias após a aplicação. Na avaliação aos 12 dias após a aplicação, houve redução significativa da eficiência no controle, que atingiu valores próximo a zero, aos 24 dias após a aplicação (Figura 3). Além disso, observa-se que a interação entre tempo após a aplicação e o fator praga é evidente aos 12 dias após a aplicação, quando a eficácia de controle foi superior a 40%, no pulgão, e inferior a esse valor, na mosca-branca.

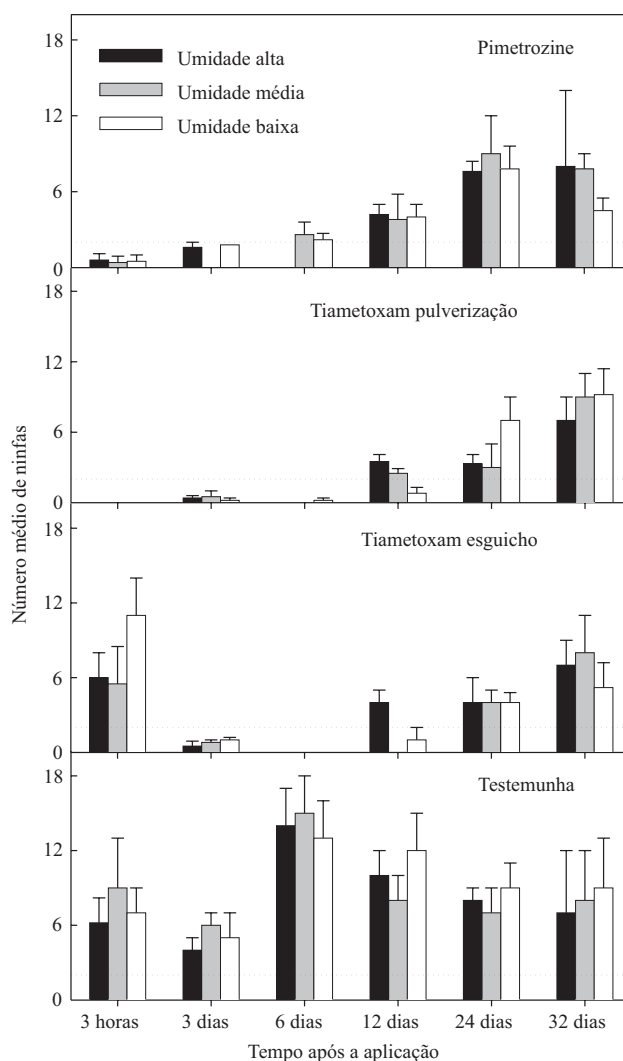


Figura 2. Número médio de ninfas (média±EP) de *Aphis gossypii*, produzidas por dez fêmeas ápteras, durante 24 horas de confinamento, em plantas de algodão não tratadas (testemunha) e tratadas com pimetrozine (2 mg de i.a. por planta), e tiametoxam (1 mg de i.a. por planta). A linha pontilhada indica a densidade de 2 ninfas por planta.

A eficiência do pimetozine em restringir a produção de ninfas do pulgão também diminuiu a partir dos 12 dias após a aplicação, com média de ninfas acima de 2 (Figura 2). Apesar deste decréscimo de eficiência, aos 12 dias ainda se observou a redução de aproximadamente 50% na produção de ninfas de pulgão, em relação à testemunha. Os valores médios foram de 2 a 4,2 ninfas, aos 12 dias após aplicação, inferiores, portanto, aos de 8 a 12 ninfas observados na testemunha (Figura 2). A redução residual de controle do pimetozine está dentro do esperado. De acordo com Cabizza et al. (2007), o resíduo de pimetozine torna-se mínimo aos 6 dias após a aplicação, em alface, e não é mais detectado aos 7 dias, a depender da cultivar utilizada. Além disso, o tiametoxam é tido como um produto que oferece longo residual de controle da mosca-branca e do pulgão (Torres et al., 2003a).

A eficiência de inseticidas com atividade sistêmica como o tiametoxam, ou translaminar como o pimetozine, pode ser grandemente influenciada pelo método de aplicação, frequência de aplicação e idade

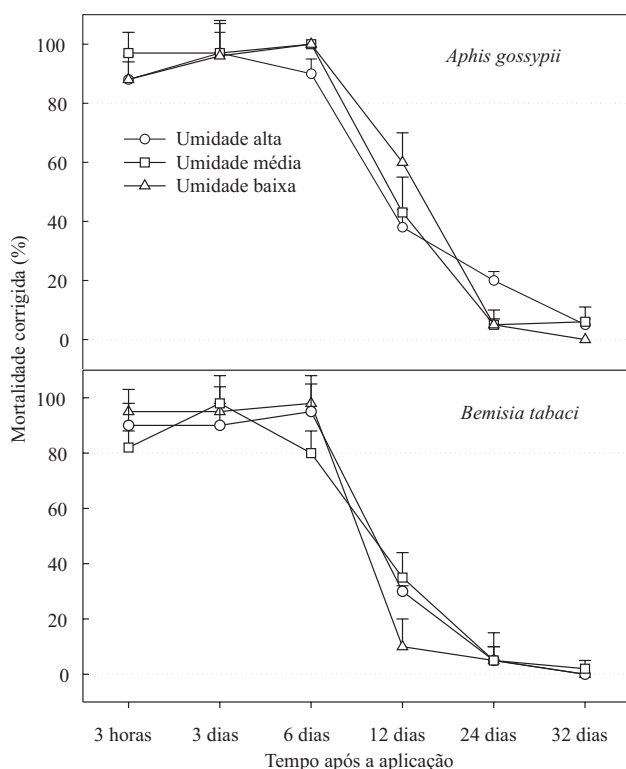


Figura 3. Mortalidade corrigida (média±EP) de adultos de *Aphis gossypii* e *Bemisia tabaci*, confinados em plantas de algodão pulverizadas com pimetozine (2 mg de i.a. por planta) e submetidas a diferentes faixas de umidade do solo.

da planta (Wyss & Bolsinger, 1997; Lawson et al., 2000). Além disso, o comportamento de alimentação dos insetos pode ser afetado pelas condições de estresse das plantas

Os resultados obtidos evidenciam as implicações das condições de umidade do solo, para o manejo integrado de pragas do algodoeiro, quando se busca eficiência de controle e conservação dos inimigos naturais, com uso do inseticida tiametoxam. A aplicação por esguicho do tiametoxam mostra-se eficiente para o controle de pulgão e de mosca-branca, em condições de umidade do solo próximo às da capacidade de campo, além de promover a conservação de inimigos naturais como joaninhas, bicho-lixeiro e múmias parasitadas do pulgão (Ogata, 1999; Slosser et al., 2000; Torres et al., 2003b). Contudo, a eficácia do tiametoxam via pulverização não é afetada diretamente pelo nível de umidade do solo, embora cause efeitos negativos sobre todas as populações de inimigos naturais comuns em algodoeiro (Lawson et al., 2000; Torres et al., 2003a, 2003b; Torres & Ruberson, 2004), além de apresentar menor residual de controle. O pimetozine mostrou-se eficiente no controle da mosca-branca e do pulgão até 6 dias após a pulverização, independentemente da umidade do solo. Portanto, é uma boa alternativa no programa de rotação do modo de ação dos inseticidas, bem como nos casos da necessidade de controle de pulgões e de mosca-branca, em plantios sob estresse de umidade do solo. Além disso, o pimetozine é compatível com joaninhas, percevejos predadores, ácaros predadores, neurópteros e parasitóides do pulgão e da mosca-branca que são importantes inimigos naturais no agroecossistema algodoeiro (Sechser et al., 2002; Torres et al., 2003b; Castagnoli et al., 2005; Rezaei et al., 2007; Walker et al., 2007).

Conclusões

1. A eficiência de controle e o efeito residual do tiametoxam são influenciados pela umidade do solo e pelo método de aplicação, e é possível o controle eficiente, mesmo após 12 dias da aplicação, na ausência de déficit hídrico, quando aplicado ao solo.
2. A umidade do solo não afeta a eficiência do pimetozine; o controle da mosca-branca e do pulgão pode ser observado até seis dias após a aplicação.
3. O grau de estresse hídrico em que se encontra a planta é importante para a escolha do inseticida e da

modalidade de aplicação mais adequados ao controle das pragas avaliadas neste trabalho.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco, pelo apoio financeiro; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, por bolsas concedidas.

Referências

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v.18, p.265-267, 1925.
- AHARONSON, N.; MAGAL, Z.; MUSZKAT, L.; NEUBAUER, I.; TEPPERMAN, D.; GOREN, E.; TADMOR, U. Application of aldicarb in a drip-irrigated cotton field for the control of the tobacco whitefly (*Bemisia tabaci*). **Phytoparasitica**, v.14, p.87-91, 1986.
- BASU, A.N. *Bemisia tabaci* (Gennadius): crop pest and principal whitefly vector of plant viruses. San Francisco: Westview Press, 1995. 183p.
- CABIZZA, M.; SATTA, M.; FALCONI, S.; ONANO, M.; UCCHEDDU, G. Degradation of cyprodinil, fludioxonil, cyfluthrin and pymetrozine on lettuce after different application methods. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, v.42, p.761-766, 2007.
- CARBO, L.; MARTINS, E.L.; DORES, E.F.G.C.; SPADOTTO, C.A.; WEBER, O.L.S.; LAMONICA-FREIRE, E.M. Acetamiprid, carbendazim, diuron and thiamethoxam sorption in two Brazilian tropical soils. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, v.42, p.499-507, 2007.
- CASTAGNOLI, M.; LIGUORI, M.; SIMONI, S.; DUSO, C. Toxicity of some insecticides to *Tetranychus urticae*, *Neoseiulus californicus* and *Tydeus californicus*. **BioControl**, v.50, p.611-622, 2005.
- CHAPMAN, R.A.; HARRIS, C.R.; TOLMAN, J.H.; DUBOIS, D. The persistence of insecticidal chemicals in soils treated with granular formulations of aldicarb and their uptake by potato plants. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, v.29, p.895-916, 1994.
- COLE, P.G.; HOME, P.A. The impact of aphicide drenches on *Micromus tasmaniae* (Walker) (Neuroptera: Hemerobiidae) and the implications for pest control in lettuce crops. **Australian Journal of Entomology**, v.45, p.244-248, 2006.
- KIEHL, E.J. **Manual de edafologia**: relações solo-planta. São Paulo: Ceres, 1979. 262p.
- LAWSON, D.S.; NGO, N.; KOENIG, J.P. Comparison of aerial and ground applied thiamethoxam (Actara & Centric) for control of cotton pests. In: DUGGER, P.; RICHER, D. (Ed). **Proceedings of Beltwide Cotton Conferences**. Memphis: National Cotton Council of America, 2000. v.2. p.1330-1333.
- LECLANT, F.; DEGUINE, J.P. Aphids (Hemiptera: Aphididae). In: MATTHEWS, G.A.; TUNSTALL, J.P. (Ed.). **Insect pests of cotton**. Wallingford: CAB International, 1994. p.285-323.
- MASON, G.; RANCATI, M.; BOSCO, D. The effect of thiamethoxam, a second generation neonicotinoid insecticide, in preventing transmission of *tomato yellow leaf curl geminivirus* (TYLCV) by the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius). **Crop Protection**, v.19, p.473-479, 2000.
- MATTSON, W.J. Herbivory in relation to plant nitrogen content. **Annual Review of Ecology and Systematic**, v.11, p.119-161, 1980.
- MOWRY, T.M. Insecticidal reduction of *potato leafroll virus* transmission by *Myzus persicae*. **Annals of Applied Biology**, v.146, p.81-88, 2005.
- OGATA, Y. Integration of biological control and chemical control in case of Japan. **IOBC Bulletin**, v.22, p.189-191, 1999.
- OZAWA, A.; SAITO, T.; IKEDA, F. Effects of pesticides on *Diglyphus isaea* (Walker) and *Dacnusa sibirica* Telenga, parasitoids of *Liriomyza trifolii* (Burgess). **Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology**, v.42, p.149-161, 1998.
- PALUMBO, J.C.; KERNS, D.L.; ENGLE, C.E.; SANCHEZ, C.A.; WILCOX, M. Imidacloprid formulation and soil placement effects on colonization by sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae): head size and incidence of chlorosis in lettuce. **Journal of Economic Entomology**, v.89, p.735-742, 1996.
- PERRING, T.M.; GRUENHAGEN, N.M.; FARRAR, C.A. Management of plant viral diseases through chemical control of insect vectors. **Annual Review of Entomology**, v.44, p.457-481, 1999.
- REZAEI, M.; TALEBI, K.; NAVEH, V.H.; KAVOUSI, A. Impacts of the pesticides imidacloprid, propargite, and pymetrozine on *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae): IOBC and life table assays. **BioControl**, v.52, p.385-398, 2007.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT: user's guide**, version 8.02, TS level 2MO. Cary: SAS, 2001.
- SECHSER, B.; REBER, B.; BOURGEOIS, F. Pymetrozine: selectivity spectrum to beneficial arthropods and fitness for integrated pest management. **Anzeiger für Schädlingskunde**, v.75, p.72-77, 2002.
- SLOSSER, J.E.; PARAJULEE, M.N.; BORDOVSKY, D.G. Evaluation of food sprays and relay strip crops for enhancing biological control of bollworms and cotton aphids in cotton. **International Journal of Pest Management**, v.46, p.267-275, 2000.
- TORRES, J.B.; RUBERSON, J.R. Toxicity of thiamethoxam and imidacloprid to *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) nymphs associated to aphid and whitefly control in cotton. **Neotropical Entomology**, v.33, p.99-106, 2004.
- TORRES, J.B.; SILVA-TORRES, C.S.A.; BARROS, R. Relative effects of the insecticide thiamethoxam on the predator *Podisus nigrispinus* and the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* in nectaried and nectariless cotton. **Pest Management Science**, v.59, p.315-323, 2003a.

- TORRES, J.B.; SILVA-TORRES, C.S.A.; OLIVEIRA, J.V. de. Toxicity of pymetrozine and thiamethoxam to *Aphelinus gossypii* and *Delphastus pusillus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.459-466, 2003b.
- VAN EMDEN, H.; HARRINGTON, R. **Aphids as crop pests**. Wallingford: CABI Publishing, 2007. 752p.
- WALKER, M.K.; STUFKENS, M.A.W.; WALLACE, A.R. Indirect non-target effects of insecticides on Tasmanian brown lacewing (*Micromus tasmaniae*) from feeding on lettuce aphid (*Nasonovia ribisnigri*). **Biological Control**, v.43, p.31-40, 2007.
- WANG, H.Y.; YANG, Y.; SU, J.Y.; SHEN, J.L.; GAO, C.F.; ZHU, Y.C. Assessment of the impact of insecticides on *Anagrus nilaparvatae* (Pang et Wang) (Hymenoptera: Mymaridae), an egg parasitoid of the rice planthopper, *Nilaparvata lugens* (Hemiptera: Delphacidae). **Crop Protection**, v.27, p.514-522, 2008.
- WOODFORD, J.A.T.; GORDON, S.C.; FOSTER, G.N. Side-band application of systemic granular pesticides for the control of aphids and *potato leafroll virus*. **Crop Protection**, v.7, p.96-105, 1988.
- WYSS, P.; BOLSINGER, M. Plant-mediated effects on pymetrozine efficacy against aphids. **Pesticide Science**, v.50, p.203-210, 1997.

Recebido em 7 de maio de 2008 e aprovado em 31 de julho de 2008