

Formas de aplicação e doses de inseticidas sobre *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae) em melão amarelo¹

Methods of application and dosages of insecticides for *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae) in the yellow melon

Guilherme Vieira do Bomfim^{2*}, Benito Moreira de Azevedo², Thales Vinícius de Araújo Viana², Juan Manzano³ e Denise Vieira Vasconcelos²

RESUMO - Para aperfeiçoar o manejo fitossanitário de pragas na cultura do melão (*Cucumis melo* L.), objetivou-se avaliar os efeitos de formas de aplicação e doses de inseticidas sobre a eficiência de controle químico do pulgão *A. gossypii*. O experimento foi realizado em 2010, na cidade de Fortaleza, Ceará, com melão amarelo cultivado em condições de campo. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, arranjo fatorial 2 x 4, com quatro repetições e parcelas de seis plantas. Os tratamentos foram duas formas de aplicação (pulverização costal manual e insetigação por gotejamento) e quatro doses de inseticida (0; 50; 100; 200% da dose recomendada pelo fabricante). Os inseticidas acefato e tiametoxam, testados separadamente, foram aplicados em manejo de rotação de grupos químicos. A eficiência de controle foi avaliada sete dias após o uso de cada inseticida. O acefato não apresentou diferença significativa entre as formas de aplicação, atingindo eficiências de controle de 88,95 e 84,09% com 100 e 200% da dose recomendada, respectivamente. O tiametoxam não diferiu significativamente quanto às formas de aplicação e doses testadas, apresentando eficiência de 100% em todos os tratamentos. Atualmente, no Brasil, a utilização de acefato no melão está limitada à aplicação mecanizada devido ao risco de contaminação. Diante dessa limitação, o controle do pulgão em meloeiro amarelo pode ser realizado via insetigação por gotejo ou pulverização costal manual, devendo-se empregar, preferencialmente, 100% da dose recomendada de tiametoxam.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L.. Pulgão. Pulverização foliar. Quimigação.

ABSTRACT - In order to perfect the phytosanitary management of pests in the melon crop (*Cucumis melo* L.), the aim here was to evaluate the effects of different methods of application and dosages of insecticides on the effectiveness of chemical control of the aphid *A. gossypii*. The experiment was carried out in 2010, in Fortaleza, in the state of Ceará, Brazil, with yellow melon grown under field conditions. The experimental design was of randomised blocks in a 2 x 4 factorial arrangement, with four replications and lots of six plants. Treatments consisted of two methods of application (manual backpack spray and drip insectigation) and four dosages of insecticide (0, 50, 100 and 200% of the dosage recommended by the manufacturer). The insecticides acephate and thiamethoxam, tested separately, were applied in a rotating management of chemical groups. Efficiency of the control was evaluated seven days after the use of each insecticide. The acephate showed no significant difference between the forms of application, reaching control efficiencies of 88.95 and 84.09% with 100 and 200% of the recommended dose respectively. The thiamethoxam did not differ significantly for the application methods and dosages under test, giving 100% efficiency in all treatments. Currently in Brazil the use of acephate in the melon is limited to mechanised application due to the risk of contamination. Because of this limitation, the control of aphids in yellow melon can be carried out via drip insectigation or backsack spray, with preferably 100% of the recommended dose of thiamethoxam.

Key words: *Cucumis melo* L.. Aphid. Leaf spraying. Chemigation.

DOI: 10.5935/1806-6690.20150030

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 15/02/2014; aprovado em 08/03/2015

Extraído de Tese do primeiro autor, financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Projeto de Pesquisa - Edital: MCT/CNPq nº 70/2008 - Processo: 579.847/2008-0) e com a colaboração da Universidade Federal do Ceará

²Departamento de Engenharia Agrícola/DENA, Centro de Ciências Agrárias/CCA, Universidade Federal do Ceará/UFC, Rua Dom José Lourenço, Campus do Pici, Bloco 804, Caixa Postal, 12.168, Fortaleza-CE, Brasil, 60.450-760, guile01@ig.com.br, benitoazevedo@hotmail.com, thales@ufc.br, denisevasconcelos@hotmail.com

³Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria/DIRA, Universitat Politècnica de València/UPV, Valencia, Valencia, España, juamanju@agf.upv.es

INTRODUÇÃO

A cultura do melão é uma das olerícolas mais produzidas mundialmente, sendo, por isso, de grande importância socioeconômica. No Brasil, mais precisamente, na região Nordeste, destacam-se os estados do Ceará e Rio Grande do Norte como os maiores produtores e exportadores da fruta fresca (CAMPELO *et al.*, 2014).

Entre os fatores de produção que podem afetar negativamente a cultura, destaca-se o ataque de pragas de importância econômica global, como o pulgão (SATTAR *et al.*, 2012). No Brasil, apesar de ser considerada uma praga secundária, pode ser extremamente prejudicial, pois suga a seiva das plantas, provoca enrugamento de brotações e pode transmitir vírus (GUIMARÃES; MOURA; OLIVEIRA, 2013).

A principal medida de controle do pulgão é por meio de inseticidas sintéticos registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) (LIMA *et al.*, 2012). A aplicação de inseticidas na cultura é realizada, em geral, de forma preventiva e indiscriminada, sem respeitar, entre outras recomendações, a dose, a frequência de aplicação, o período de carência e a rotação de grupos químicos. Como consequência, há empobrecimento da biodiversidade benéfica, desenvolvimento de resistência pelas pragas (GONÇALVES; BLEICHER, 2006), contaminação do solo e da água, assim como dos aplicadores e consumidores (BOHNER; ARAÚJO; NISHIJIMA, 2013).

A pulverização de agrotóxicos é a forma de aplicação mais difundida e utilizada na agricultura mundial (SILVA, 2008). Quando manejada inadequadamente, seja por negligência do uso de EPIs ou pelo desrespeito ao período e frequência de aplicação recomendados, pode provocar a intoxicação de trabalhadores rurais (FARIA, 2012) e de inimigos naturais das pragas (SCARPELLINI, 2008) pelo contato direto com o produto tóxico.

Uma alternativa para reduzir o contato direto com agrotóxico, afora outras vantagens inerentes (redução da mecanização, da compactação do solo e dos danos à cultura, *e.g.*), é através da insetigação por gotejamento, uma vez que o inseticida é injetado diretamente na água de irrigação (GHIDIU *et al.*, 2012). A eficiência dessa técnica vem sendo comprovada em vários experimentos. O emprego do tiametoxam proporcionou o controle eficiente de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville e Perrotet) (Lepidoptera: Lyonetiidae) (SOUZA *et al.*, 2006) e de *A. gossypii* e *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) (TORRES; SILVA-TORRES, 2008). O uso de metomil foi efetivo no controle de diversos insetos-praga, incluindo duas espécies de pulgão: *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) e *A. gossypii* (DESAEGER *et al.*, 2011).

O manejo químico para o controle adequado de pragas deve incluir a técnica de rotação de inseticidas com diferentes modos de ação para evitar o surgimento de populações resistentes e aumentar a vida útil do produto (CASTELO BRANCO; AMARAL, 2002). Esse manejo rotacional é importante, pois o desenvolvimento de resistência do pulgão pelo uso contínuo de inseticidas já foi mencionado (SATTAR *et al.*, 2012).

Para aperfeiçoar o controle químico de pragas na cultura do melão, objetivou-se avaliar os efeitos de formas de aplicação e doses de inseticidas, em manejo de rotação de grupos químicos, sobre a eficiência de controle do pulgão.

MATERIAL E MÉTODOS

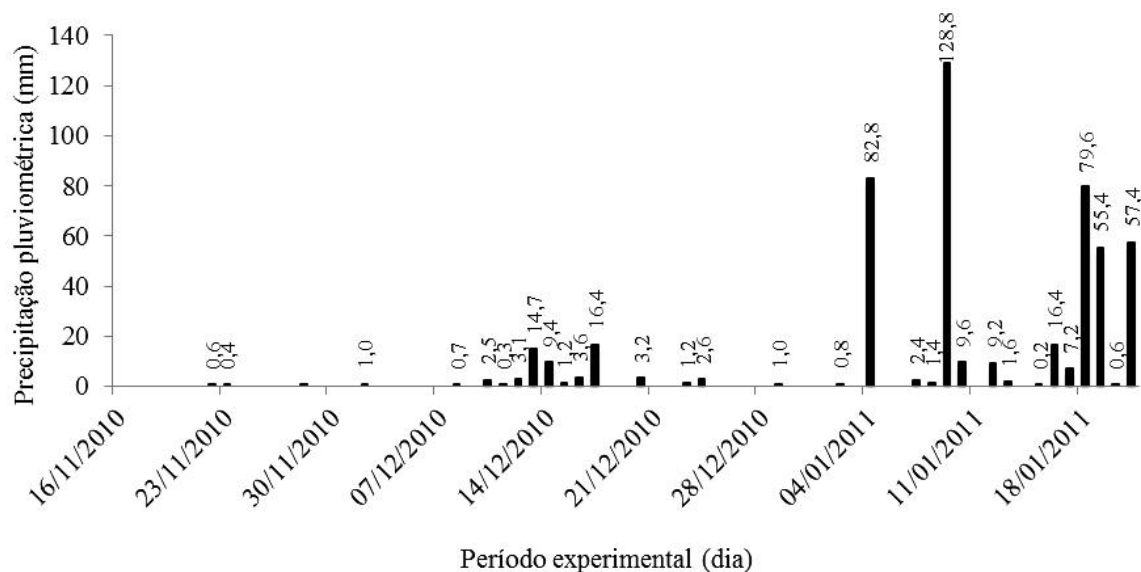
O experimento foi realizado na área experimental da Estação Meteorológica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará (3° 44' S, 38° 33' W e a 19,5 m), entre os dias 16/11/2010 e 21/01/2011.

O clima da região é do tipo Aw' que, segundo a classificação climática de Köppen, caracteriza-se como clima tropical chuvoso, de savana tropical, com a época mais seca no inverno e com o máximo de chuvas no verão-outono. As chuvas registradas durante a fase experimental constam na Figura 1.

As características físico-químicas do Argissolo Vermelho Amarelo de textura areia franca foram: K⁺ (0,09 cmol_c dm⁻³); Na⁺ (0,07 cmol_c dm⁻³); Ca²⁺ (2,10 cmol_c dm⁻³); Mg²⁺ (1,70 cmol_c dm⁻³); Al³⁺ (0,10 cmol_c dm⁻³); pH (5,90); CE (0,27 dS m⁻¹); areia fina (324 g kg⁻¹); areia grossa (494 g kg⁻¹); silte (97 g kg⁻¹); argila (85 g kg⁻¹); argila natural (29 g kg⁻¹); massa específica (1,55 g cm⁻³); floculação (66 g 100 g⁻¹); água útil (1,57 g 100 g⁻¹); classe textural (areia franca). A determinação do P, K e Na foi feita com o extrator Melich-1. O Al, Ca e Mg foram determinados com o extrator KCl. O pH foi determinado em água. As características químicas da água foram: pH (7,9); RAS (3,81); CE (0,73 dS m⁻¹); Ca²⁺ (1,00 mmol_c L⁻¹); Mg²⁺ (1,70 mmol_c L⁻¹); Na⁺ (4,30 mmol_c L⁻¹); K⁺ (0,20 mmol_c L⁻¹); Cl⁻ (3,80 mmol_c L⁻¹); HCO₃⁻ (3,60 mmol_c L⁻¹); classificação (C₂S₁).

As sementes de meloeiro amarelo híbrido 'Mandacaru' foram semeadas no substrato comercial Bioplant®, mantidas no interior de um ambiente protegido e posteriormente transplantadas para o campo aberto no dia 22/11/2010.

A infestação do pulgão na área experimental ocorreu de forma natural, com os insetos-praga povoando as folhas de meloeiro aleatoriamente. Sua entrada na área foi facilitada em função de plantios já infestados, próximos às parcelas experimentais.

Figura 1 - Precipitações pluviométricas durante a fase experimental, Fortaleza, Ceará, 2010

O sistema de irrigação foi do tipo gotejamento superficial com gotejadores *on-line* autocompensantes de 4,0 L h⁻¹ (Netafim®), apresentando coeficiente de uniformidade de distribuição de 92%. As irrigações, estimadas de acordo com Penman-Monteith FAO, foram efetuadas diariamente. A quimificação foi realizada com um injetor do tipo Venturi (1”), auxiliado por uma bomba centrífuga de 0,5 cv. As fertirrigações foram realizadas diariamente com os adubos ureia, nitrato de cálcio, fosfato monoamônico, cloreto de potássio branco, sulfato de magnésio, ácido bórico e sulfato de zinco. As insetigações foram realizadas com dois produtos sistêmicos aplicados separadamente em duas ocasiões.

O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, arranjo fatorial 2 x 4, com quatro repetições e parcelas espaçadas a cada dois metros de seis plantas sendo, a primeira e a última, consideradas bordaduras. Os tratamentos consistiram em duas formas de aplicação (pulverização costal manual e insetigação) e quatro doses de inseticida (0; 50; 100; 200% da dose recomendada pelo fabricante). Os tratamentos foram designados em: testemunha absoluta para pulverização e insetigação (0P e 0I); metade da dose recomendada por pulverização (50P) e insetigação (50I); dose recomendada por pulverização (100P) e insetigação (100I); dobro da dose recomendada por pulverização (200P) e insetigação (200I).

O manejo fitossanitário foi realizado com dois produtos em rotação de grupos químicos para eliminar insetos-alvos resistentes ou não adequadamente controlados. Os inseticidas selecionados foram o organofosforado

acefato (Orthene 750 BR®), indicado para *A. gossypii*, e o neonicotinóide tiametoxam (Actara 250 WG®), indicado para *A. gossypii* e *B. tabaci*. A recomendação do Orthene 750 BR® é de 250 g ha⁻¹ em 400 L (calda com 0,62 g L⁻¹) para aplicação foliar. A recomendação do Actara 250 WG® é de 60 g ha⁻¹ (infestação baixa) a 120 g ha⁻¹ (infestação elevada) em 200 L (calda com 0,30 a 0,60 g L⁻¹) para aplicação foliar e de 400 g ha⁻¹ (infestação baixa) a 600 g ha⁻¹ (infestação elevada) com 60 mL por planta (calda de 0,66 a 1,00 g L⁻¹) para esguicho ou gotejo.

Na ocasião do experimento (2010), ambos os inseticidas possuíam registro no MAPA e não tinham limitação quanto à sua utilização no meloeiro. Entretanto, no último trimestre de 2013 (04/10/2013), foi lançado no ‘Diário Oficial da União’ uma resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), restringindo e proibindo o uso do acefato em diversas culturas. Para o melão, a aplicação do produto deve, agora, ser realizada exclusivamente por meio de equipamentos mecanizados. Essa medida foi adotada para reduzir o contato do inseticida com os aplicadores e, conseqüentemente, o risco de contaminação e dos problemas toxicológicos decorrentes (BRASIL, 2013).

O acefato foi o primeiro inseticida aplicado, por apresentar recomendação exclusiva para o pulgão em meloeiro, o único inseto-praga que necessitava de controle, e por apresentar baixa persistência, permitindo a aplicação do segundo inseticida nas mesmas parcelas. A primeira diferenciação dos tratamentos ocorreu em 14/12/2010, quando o pulgão estava distribuído na maioria das parcelas e em número superior ao limiar de

controle adotado pela Embrapa Agroindústria Tropical (dez insetos em vinte pontos amostrados). Em 21/12/2010, como o número de pulgões em algumas parcelas estava acima do limiar mencionado, foi realizada a segunda diferenciação dos tratamentos com o tiametoxam.

A dose padrão dos inseticidas, selecionada para a diferenciação dos tratamentos, foi de 250 g ha⁻¹ de Orthene 750 BR®, independente da forma de aplicação, e de 120 e 600 g ha⁻¹ de Actara 250 WG® para aplicação foliar e gotejo, respectivamente. A quantidade aplicada em cada tratamento, baseada nas doses selecionadas, foram calculadas para 24 plantas com área individual de 1,0 m², isto é, para um tratamento com quatro repetições contendo parcelas de seis plantas espaçadas de 2,0 m x 0,50 m.

O volume empregado para a diluição dos inseticidas foi baseado em testes preliminares com água pura. Para pulverizar todas as parcelas de um único tratamento, na parte interna e externa das folhas, até o ponto de escorrimento, foi necessário, no mínimo, dois litros de água. Para a insetigação, empregou-se o mesmo volume, pois o tempo total de injeção de 20 min (10 min de injeção e de lavagem da tubulação) foi o mínimo para manter a uniformidade de distribuição pelo sistema de irrigação. Portanto, em função da reduzida área experimental, a diluição dos inseticidas ficou acima da diluição recomendada pelos fabricantes.

As doses dos inseticidas e a variação do volume de água para tornar a concentração da calda uniforme em cada forma de aplicação constam na Tabela 1.

Apulverização foi realizada através do pulverizador costal manual PJH da Jacto® com bico-leque inclinado para

a porção externa e, principalmente, interna das folhas. A temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento foram de 27,1 °C, 81,5% e 1,8 m s⁻¹ (14/12/2010) e de 27,8 °C, 76,3% e 4,7 m s⁻¹ (21/12/2010).

A insetigação foi realizada com a calda de cada inseticida injetada pelo sistema de quimigação. A concentração final dos produtos na água de irrigação foi inferior a da calda agrotóxica. Com 0,2 L min⁻¹ de taxa de injeção e 1,6 L min⁻¹ de vazão do sistema na aplicação de cada tratamento insetigado, a concentração do Orthene 750 BR® e do Actara 250 WG® foi de 0,019 e 0,045 g L⁻¹, respectivamente. Vale ressaltar que diluição acentuada de agroquímicos em insetigação é uma prática rotineira.

O número de pulgões adultos vivos, ápteros ou alados e de cor amarela intensa, foi contabilizado na porção interna de duas folhas, a terceira e a quarta a partir do ápice, em três plantas selecionadas aleatoriamente em cada parcela, portanto, em 24 folhas por tratamento. A contagem, na prévia e sete dias após a aplicação de cada inseticida, foi feita com fotografias digitais de alta resolução.

A eficiência de controle dos inseticidas para o pulgão foi estimada pela fórmula de Henderson e Tilton (1955) e classificada em: baixa eficácia, mortalidade menor que 80%; boa eficácia, mortalidade entre 80 e 90%; alta eficácia, mortalidade maior que 90% (*ibidem*). Nessa fórmula, a mortalidade obtida por meio dos tratamentos com inseticida é corrigida pela mortalidade natural obtida nas testemunhas. Portanto, em função desta correção, as testemunhas foram excluídas do modelo estatístico.

Tabela 1 - Doses do produto comercial, volumes de diluição e concentrações da calda dos inseticidas para o controle de *A. gossypii* em meloeiro amarelo, Fortaleza, Ceará, 2010

Inseticida	Orthene 750 BR® (acefato) ¹			Actara 250 WG® (tiametoxam) ¹		
	Dose	Volume	Calda	Dose	Volume	Calda
Tratamento	(g p.c.)	(L)	(g p.c. L ⁻¹)	(g p.c.)	(L)	(g p.c. L ⁻¹)
0P	0,00	2	0,00	0,00	2	0,00
50P	0,30	2	0,15	0,14	2	0,07
100P	0,60	4	0,15	0,29	4	0,07
200P	1,20	8	0,15	0,58	8	0,07
0I	0,00	2	0,00	0,00	2	0,00
50I	0,30	2	0,15	0,72	2	0,36
100I	0,60	4	0,15	1,44	4	0,36
200I	1,20	8	0,15	2,88	8	0,36

0P e 0I: testemunha absoluta com água (dose zero); 50P, 100P e 200P: 50, 100 e 200% da dose recomendada para pulverização (equivalente a 125, 250 e 500 g ha⁻¹ de Orthene 750 BR® e 60, 120 e 240 g ha⁻¹ de Actara 250 WG®); 50I, 100I e 200I: 50, 100 e 200% da dose recomendada para insetigação (equivalente a 125, 250 e 500 g ha⁻¹ de Orthene 750 BR® e 300, 600 e 1.200 g ha⁻¹ de Actara 250 WG®); p.c.: produto comercial; 1: o inseticida apresenta 75% de ingrediente ativo em relação ao produto comercial

Os dados médios de percentagem da eficiência de controle foram transformados em arco seno $(x/100)^{0,5}$ para atender às pressuposições da análise de variância. Os valores médios da eficiência de controle, em graus ($^{\circ}$), unidade resultante da transformação, foram submetidos à análise de variância pelo teste F até 5%. Posteriormente, realizou-se o teste de Tukey para a comparação de médias entre os tratamentos com inseticida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Acefato

A população média do pulgão por folha de meloeiro, na contagem prévia e sete dias após a aplicação do acefato, consta na Figura 2.

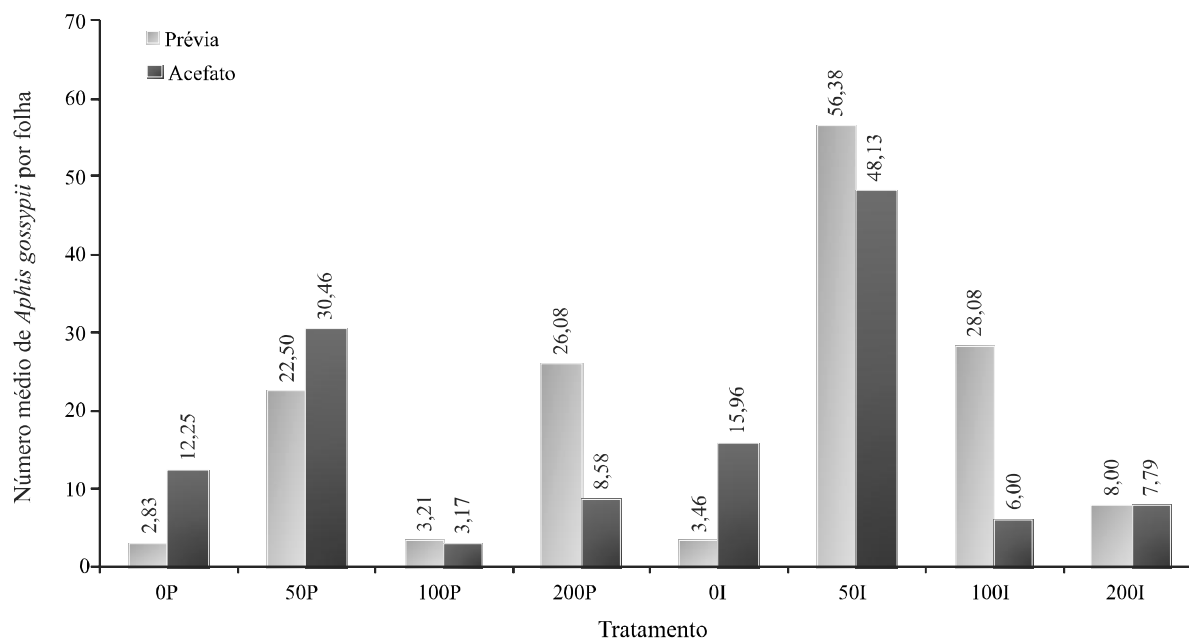
Na contagem prévia, o número de insetos-praga apresentou grande variação nos tratamentos. As maiores populações foram registradas nos tratamentos 50I, 100I, 200P e 50P. Essa variabilidade ocorreu devido ao processo de infestação natural em condições de campo, onde insetos alados, carregados pelo vento, colonizaram aleatoriamente as parcelas avaliadas. O pulgão *A. gossypii* é um inseto com pouca mobilidade que ataca em grupos (GUIMARÃES; MOURA; OLIVEIRA, 2013), normalmente, oriundos da colonização inicial por indivíduos alados migrantes (RODRIGUES; FERNANDES; SANTOS, 2010).

De acordo com a análise de variância (Tabela 2), apenas o fator principal dose respondeu significativamente aos tratamentos com inseticida, indicando que a insetigação por gotejamento foi tão eficiente quanto à pulverização costal manual, em qualquer dose testada.

Resultados semelhantes quanto às formas de aplicação foram constatados em trabalhos que investigaram a eficiência de inseticidas sistêmicos sobre pragas do meloeiro. Royer *et al.* (1989), ao testarem oxamyl e oxydemeton-methyl por pulverização foliar e insetigação por gotejamento em diversas pragas e culturas, verificaram que no meloeiro Cantaloupe 'Magnum 45', o pulgão *A. gossypii* foi reduzido por ambas as formas de aplicação, porém, de forma mais efetiva na pulverização. Silva *et al.* (2000) testaram o imidacloprid por pulverização foliar e insetigação via gotejo em três híbridos de melão ('Orange Flesh', 'AF 682' e 'Hy-Mark'), observando, a partir de 14 dias após duas aplicações (10 e 40 dias após o plantio), que o número de adultos de *Bemisia argentifolii* (Bellows e Perring) (Hemiptera: Aleyrodidae) foi estatística e igualmente reduzido em ambas as formas de aplicação.

De acordo com a Tabela 3, a maior eficiência de controle (88,95%), obtida com a dose recomendada, foi estatisticamente diferente e 22,11% superou a menor eficiência (66,84%), obtida com a metade desta dose. Esta, inclusive, foi a única a exibir baixa eficácia (inferior a 80%), conforme a classificação de Henderson e Tilton (1955).

Figura 2 - Número médio de *A. gossypii* por folha de meloeiro amarelo, na contagem prévia e sete dias após a aplicação do acefato, Fortaleza, Ceará, 2010



0P e 0I: testemunha absoluta (dose zero); 50P, 100P e 200P: 50, 100 e 200% da dose recomendada para pulverização (equivalente a 125, 250 e 500 g ha⁻¹ de Orthene 750 BR[®]); 50I, 100I e 200I: 50, 100 e 200% da dose recomendada para insetigação (equivalente a 125, 250 e 500 g ha⁻¹ de Orthene 750 BR[®])

Tabela 2 - Análise de variância para a eficiência de controle de *A. gossypii* em meloeiro amarelo, sete dias após a aplicação do inseticida acefato, Fortaleza, Ceará, 2010

FV	GL	Eficiência de controle (°) ¹			
		SQ	QM	F	P > F
Forma (F)	1	16,02	16,02	0,18	0,67 ^{ns}
Dose (D)	2	1169,28	584,64	6,6	0,01 ^{**}
F vs D	2	23,60	11,8	0,13	0,87 ^{ns}
Resíduo	15	1326,98	88,46		
Total corrigido	23	4510,97	-	-	-
Média geral	66,19	-	-	-	-
Coefficiente de variação (%)	14,21	-	-	-	-

1: Dados em graus; ns: não significativo; **: significativo a 1% pelo teste F

Tabela 3 - Eficiência de controle de *A. gossypii* em meloeiro amarelo, conforme as doses de acefato, Fortaleza, Ceará, 2010

Dose (acefato)	Eficiência de controle de <i>A. gossypii</i> em meloeiro ¹		Classificação
(%)	(°) ^{2 e 3}	(%) ⁴	Henderson e Tilton (1955) ⁵
50	56,51 b ± 12,87	66,84	baixa
100	72,69 a ± 8,38	88,95	boa
200	68,26 ab ± 9,33	84,09	boa

1: Mortalidade corrigida conforme Henderson e Tilton (1955); 2: dados em graus; 3: médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; 4: dados não transformados; 5: classificação de Henderson e Tilton (1955): mortalidade baixa (< 80%), boa (entre 80% e 90%) e alta (> 90%)

Após o uso do acefato (Figura 2), os tratamentos com metade da recomendada ainda mostravam uma elevada densidade populacional da praga, com magnitude de 30,46 e 48,13 insetos por folha. No tratamento com pulverização (50P), houve um acréscimo no número de pulgões, provocado, provavelmente, por hormoligose, que representa a maior sensibilidade e resposta de um organismo em função de um fator estressante (LUCKEY, 1968), neste caso, da dose subletal. O tratamento com insetigação (50I), por sua vez, não provocou acréscimo do número de pulgões após o uso do acefato, possivelmente, por ter evitado o contato direto do ingrediente ativo com os inimigos naturais, auxiliando a sua predação. Torres, Silva-Torres e Oliveira (2003) afirmam que a aplicação de inseticida no solo promove a conservação de inimigos naturais, diferentemente da pulverização, que provoca efeitos deletérios em função do contato direto.

O acefato, em todas as doses testadas, não apresentou alta eficácia (superior a 90%), conforme a classificação de Henderson e Tilton (1955). Fatores relacionados com a dose do inseticida associada a precipitações pluviométricas e com o uso frequente do produto em áreas circunvizinhas podem ter contribuído com esses resultados.

A falta de recomendação de uma dose específica para um nível de infestação elevado, como verificado em algumas parcelas deste experimento, pode ter reduzido a mortalidade do pulgão por parte dos tratamentos. Naquele com metade da dose recomendada, esta redução pode ter sido potencializada com a ocorrência de chuvas após sua aplicação (Figura 1). Apesar de as chuvas não terem sido de grande intensidade, é possível que uma parte do ingrediente ativo, já presente em quantidade aquém da recomendada, tenha sido lavada na parte aérea da cultura e/ou lixiviada no perfil do solo. Para inseticidas pulverizados no dossel das plantas, Fortunato, Degrande e Fonseca (2011) confirmam que as chuvas (de 15 mm após quatro horas da aplicação, *e.g.*) podem reduzir a eficácia de controle de *A. gossypii* pela remoção do produto nas folhas. Para inseticidas injetados via insetigação, Chai *et al.* (2010) explicam que o acefato pode ser lixiviado, principalmente, em solos com maior porosidade, de menor atividade microbiana e com a ocorrência de chuvas intensas. Outro fator que pode ter contribuído para a redução da eficiência do acefato foi o seu emprego frequente em áreas adjacentes a do experimento, que pode ter favorecido o aparecimento de insetos resistentes por pressão de seleção. Casos de resistência de *A. gossypii*

a inseticidas organofosforados já foram reportados em alguns países (KONNO; OMOTO, 2006).

Conforme mencionado, o acefato, por ser considerado nocivo à maioria dos organismos vivos (aves, mamíferos, insetos, peixes, anfíbios, etc.), tem sido alvo de restrições e proibições. No Brasil, especificamente para a cultura do melão, seu uso atual está limitado à aplicação mecanizada (BRASIL, 2013), mas em vários países da Europa, o produto está completamente proibido (LIU *et al.*, 2011).

Tiametoxam

As populações do pulgão nas folhas do meloeiro, sete dias após a aplicação do tiametoxam, foram totalmente erradicadas. Nas testemunhas, as colônias continuaram aumentando. Em todos os tratamentos com tiametoxam, inclusive naqueles que apresentavam um maior número de indivíduos na contagem prévia (50P e 50I), o forte efeito de choque do inseticida proporcionou a maximização da eficiência (100%), classificada como 'alta', conforme Henderson e Tilton (1955) (Figura 3). Com esses resultados, nota-se, mais uma vez, que não houve diferença significativa entre as formas de aplicação e as doses do tiametoxam.

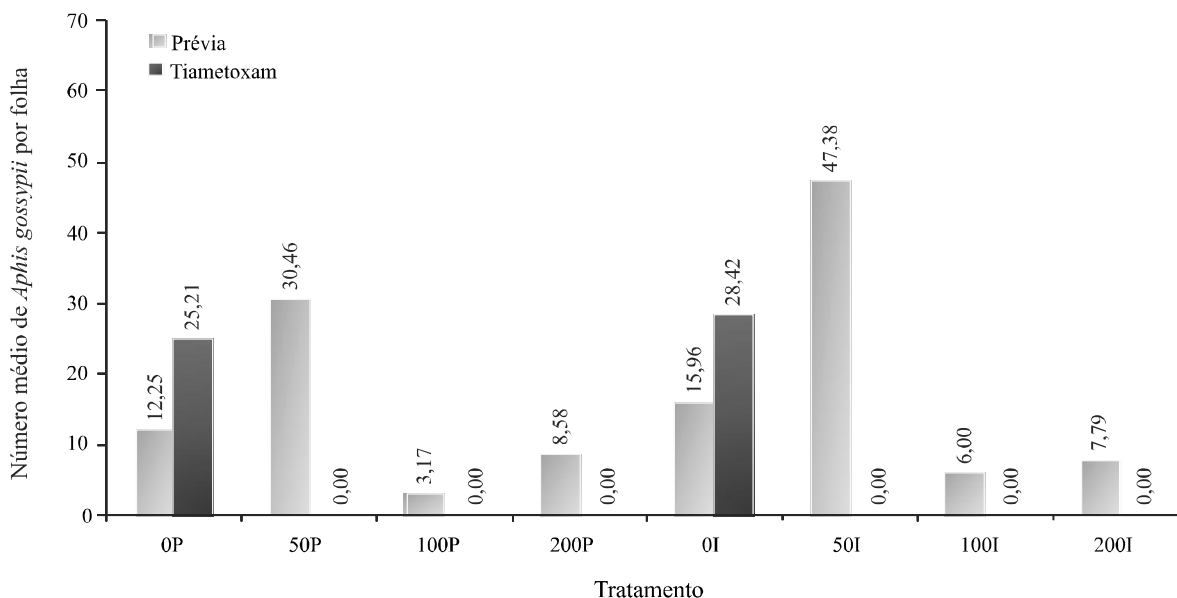
Novamente, a insetigação foi equivalente à pulverização em quaisquer das doses testadas, demonstrando sua viabilidade técnica. Ghidiu *et al.* (2012) relataram que, para inseticidas neonicotinóides, uma única aplicação via gotejamento pode ser tão

eficiente quanto várias pulverizações foliares no controle de pragas como a mosca-branca e o pulgão.

Todas as doses também foram igualmente eficientes no controle do pulgão, no entanto, o uso de sub e superdoses podem ser prejudiciais. Subdoses podem ser pouco eficientes em condições de elevada degradação abiótica (pH alcalino, excesso de luminosidade, etc.) (SCORZA JUNIOR; RIGITANO, 2012) e superdoses podem elevar os custos e potencializar os riscos de contaminação dos recursos hídricos. O tiametoxam, por exemplo, apresenta elevadas persistência e mobilidade no solo (GAMA; OLIVEIRA; CAVALCANTE, 2013).

Alguns experimentos reportam a alta eficácia do tiametoxam aplicado por pulverização e via água no solo. Pinto *et al.* (2013) constataram que o tiametoxam, via pulverização foliar em algodoeiro, proporcionou, três dias após sua aplicação, uma eficiência de controle de 100% sobre *A. gossypii*, com 0,1 g do ingrediente ativo diluído em 200 mL de água. Bernardi *et al.* (2012) ressaltaram que o tiametoxam, na dose de 10 g do produto comercial por 100 L de água, propiciou, a partir do quinto dia da pulverização foliar, uma eficiência de controle de 99,1% sobre o pulgão-verde *Chaetosiphon fragaefolli* (Cockerell) (Hemiptera: Aphididae) do morangueiro (*Fragaria vesca*). Torres e Silva-Torres (2008) observaram que o tiametoxam, aplicado no algodoeiro via esguicho, apresentou eficiência de controle

Figura 3 - Número médio de *A. gossypii* por folha de meloeiro amarelo, na contagem prévia e sete dias após a aplicação do tiametoxam, Fortaleza, Ceará, 2010



OP e 0I: testemunha absoluta (dose zero); 50P, 100P e 200P: 50, 100 e 200% da dose recomendada para pulverização (equivale a 60, 120 e 240 g ha⁻¹ de Actara 250 WG®); 50I, 100I e 200I: 50, 100 e 200% da dose recomendada para insetigação (equivale a 300, 600 e 1.200 g ha⁻¹ de Actara 250 WG®)

sobre *A. gossypii* e *B. tabaci* superior a 90%, aos 3 e 6 dias, e maior que 80%, aos 12 dias após aplicação.

Vale ressaltar que o acefato, devido à sua baixa persistência no ambiente, normalmente com meia-vida de 3 a 6 dias (PINJARI *et al.*, 2012), e aos resultados insatisfatórios, pode ter influenciado pouco o elevado controle obtido com tiametoxam. Os fatores principais responsáveis por essa magnitude de controle, inclusive na menor dose testada, podem estar relacionados com a característica técnica do produto e com a escassez de chuvas na semana pós-aplicação. Como a dose recomendada é diferenciada para nível de infestação e método de aplicação, empregou-se, sob alta infestação, cerca de 2 vezes (pulverização) e 1,5 vezes (gotejo) mais produto comercial. Na semana pós-aplicação do inseticida, foram registradas chuvas pouco intensas e em apenas dois dias, o que deve ter minimizado a perda do produto.

Após o emprego do tiametoxam e até próximo à colheita (28/12/2010 e 11/01/2011), o inseto-praga não mais foi identificado nos tratamentos. Além do efeito residual do inseticida, as duas chuvas de alta intensidade ocorridas no período, apesar de favorecerem a perda do produto, podem ter dificultado a atividade de voo do inseto (RODRIGUES; FERNANDES; SANTOS, 2010), evitando a sua reinfestação a partir das parcelas não tratadas.

Tendo como base os resultados deste experimento, algumas recomendações sobre manejo dos agrotóxicos podem ser escritas. Portanto, entre os inseticidas testados, o acefato deve ter enfoque puramente científico, por ter sido recentemente restringido no Brasil. O tiametoxam, por outro lado, pode ser utilizado no controle do pulgão em meloeiro sem qualquer restrição legal. A insetigação deve ter seu uso incentivado, por ser viável e capaz de reduzir o contato direto do inseticida com os aplicadores e com insetos benéficos à cultura. A dose indicada pelo fabricante (100%) deve ser preferencialmente utilizada, pois a metade, apesar de reduzir custos, pode ser ineficaz em condições abióticas adversas, e o dobro, além de ser mais oneroso, pode favorecer a contaminação por inseticidas persistentes e altamente móveis no solo. Por fim, a rotação de grupos químicos pode ser adotada pelos produtores para melhorar o controle e, principalmente, minimizar o surgimento de insetos resistentes.

CONCLUSÕES

1. A insetigação por gotejamento superficial foi equivalente à pulverização costal manual, portanto, pode ser utilizada no controle químico do pulgão como uma alternativa para reduzir a exposição direta dos aplicadores e insetos benéficos aos produtos tóxicos;
2. Entre os níveis de inseticidas testados, a dose padrão indicada pelos fabricantes foi tão ou mais eficiente que

as demais, por conseguinte, deve ser preferencialmente adotada no controle químico do pulgão;

3. Após a realização do experimento, o uso do acefato no Brasil para a cultura do melão foi limitado exclusivamente à aplicação mecanizada, pelo risco elevado de contaminação e toxicidade. Por este motivo e baseado nos resultados obtidos, recomenda-se a adoção do inseticida tiametoxam.

REFERÊNCIAS

- BERNARDI, D. *et al.* Efeito da azadiractina sobre *Chaetosiphon fragaefolli* (Cockerell, 1901) (Hemiptera: Aphididae) na cultura do morangueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 1, p. 93-101, 2012.
- BOHNER, T. O. L.; ARAÚJO, L. E. B.; NISHIJIMA, T. O. impacto ambiental do uso de agrotóxicos no meio ambiente e na saúde dos trabalhadores rurais. **Revista Eletrônica do Curso de Direito**, v. 8, edição especial, p. 329-341, 2013.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 45, de 02 de outubro de 2013. Regulamento técnico para o ingrediente ativo acefato em decorrência de sua reavaliação toxicológica. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 04 out. 2013. Seção 1, p. 115-116.
- CAMPELO, A. R. *et al.* Manejo da cultura do melão submetida a frequências de irrigação e fertirrigação com nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 138-144, 2014.
- CASTELO BRANCO, M.; AMARAL, P. S. T. Inseticidas para controle da traça-das-crucíferas: como os agricultores os utilizam no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 410-415, 2002.
- CHAI, L. K. *et al.* Degradation and mineralization kinetics of acephate in humid tropic soils of Malaysia. **Chemosphere**, v. 79, n. 4, p. 434-440, 2010.
- DESAEGER, J. A. *et al.* Effect of methomyl and oxamyl soil applications on early control of nematodes and insects. **Pest Management Science**, v. 67, n. 5, p. 507-513, 2011.
- FARIA, N. M. X. Modelo de desenvolvimento, agrotóxicos e saúde: prioridades para uma agenda de pesquisa e ação. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 37, n. 125, p. 31-39, 2012.
- FORTUNATO, R. P.; DEGRANDE, P. E.; FONSECA, P. R. B. da. Simulate rain about action insecticide flonicamid in the control of the cotton aphid. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 4, p. 603-606, 2011.
- GAMA, A. F.; OLIVEIRA, A. H. B. de.; CAVALCANTE, R. M. Inventário de agrotóxicos e risco de contaminação química dos recursos hídricos no semiárido cearense. **Química Nova**, v. 36, n. 3, p. 462-467, 2013.
- GHIDIU, G. *et al.* Drip chemigation of insecticides as a pest management tool in vegetable production. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 3, n. 3, p. 1-5, 2012.

- GONÇALVES, M. E. de C.; BLEICHER, E. Uso de extratos aquosos de nim e azadiractina via sistema radicular para o controle de mosca-branca em meloeiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 2, p. 182-187, 2006.
- GUIMARÃES, J. A.; MOURA, A. P. de.; OLIVEIRA, V. R. de. **Biologia e manejo do pulgão *Aphis gossypii* em meloeiro**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2013. 7 p.
- HENDERSON, C. F.; TILTON, E. W. Test with acaricides against the brown wheat mite. **Journal of Economic Entomology**, v. 43, n. 2, p. 157-161, 1955.
- KONNO, R. H.; OMOTO, C. Custo adaptativo associado à resistência de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) ao inseticida carbosulfam. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 2, p. 246-250, 2006.
- LIMA, A. C. C. *et al.* Diagnóstico sobre o uso do MIP nas principais áreas produtoras de melão dos estados do Rio Grande do Norte e Ceará. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 6, n. 2, p. 172-178, 2012.
- LIU, P. *et al.* Calculation of the dietary exposure of chinese consumers to acephate residues using deterministic and probabilistic approaches. **Food Additives and Contaminants**, v. 28, n. 5, p. 649-658, 2011.
- LUCKEY, T. D. Insecticide hormoligosis. **Journal of Economic Entomology**, v. 61, p. 7-12, 1968.
- PINJARI, A. B. *et al.* Mineralization of acephate, a recalcitrant organophosphate insecticide is initiated by a pseudomonad in environmental samples. **Plos One**, v. 7, n. 4, p. 1-9, 2012.
- PINTO, E. dos S. *et al.* The control and protection of cotton plants using natural insecticides against the colonization by *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35, n. 2, p. 169-174, 2013.
- RODRIGUES, T. R.; FERNANDES, M. G.; SANTOS, H. R. dos. Distribuição espacial de *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera, Aphididae) e *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera, Aleyrodidae) em algodoeiro Bt e não-Bt. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 1, p. 136-143, 2010.
- ROYER, T. A. *et al.* Insecticide application and insect control using a drip irrigation delivery system. **Pesticide Science**, v. 25, n. 3, p. 231-240, 1989.
- SATTAR, S. *et al.* Expression of small RNA in *Aphis gossypii* and its potential role in the resistance interaction with melon. **Plos One**, v. 7, n. 11, p. 1-14, 2012.
- SCARPELLINI, J. R. Seletividade fisiológica de aficidas sobre joaninha *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera, Coccinellidae) em algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 75, n. 2, p. 195-202, 2008.
- SCORZA JÚNIOR, R. P.; RIGITANO, R. L. O. Sorção, degradação e lixiviação do inseticida tiametoxam em dois solos de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 5, p. 564-572, 2012.
- SILVA, G. G. *et al.* Qualidade de híbridos de melão após a aplicação de imidacloprid para controle de mosca-branca. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 3, p. 179-182, 2000.
- SILVA, N. R. da. Inseticidas, acaricidas e moluscicidas no manejo integrado de pragas. In: ZAMBOLIM, L. *et al.* (Org.). **Produtos fitossanitários: fungicidas, inseticidas, acaricidas e herbicidas**. Viçosa: UFV/DFP, 2008. p. 541-574.
- SOUZA, J. C. de. *et al.* Eficiência de thiamethoxam no controle do bicho-mineiro do cafeeiro: I. influência da modalidade de aplicação. **Coffee Science**, v. 1, n. 2, p. 143-149, 2006.
- TORRES, J. B.; SILVA-TORRES, C. S. A. da. Interação entre inseticidas e umidade do solo no controle do pulgão e da mosca-branca em algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 8, p. 949-956, 2008.
- 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, n. 4, p. 459-466, 2003.