

EFEITO DE INSETICIDAS REGULADORES DE CRESCIMENTO SOBRE OVOS, LAGARTAS E ADULTOS DE *Grapholita molesta* (BUSCK) (LEP.: TORTRICIDAE)¹

OSCAR ARNALDO BATISTA NETO E SILVA², MARCOS BOTTON³,
MAURO SILVEIRA GARCIA⁴, ALEXANDRE DA SILVA⁵

RESUMO – O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de inseticidas reguladores de crescimento de insetos (RCI) sobre ovos, lagartas e adultos de *G. molesta*, em laboratório. Os inseticidas avaliados foram lufenurum e novalurum (4,0g de i.a 100L⁻¹) metoxifenoziada e tebufenoziada (9,6g de i.a 100L⁻¹) e uma testemunha (água destilada). Em aplicação antes da oviposição, somente o metoxifenoziada causou mortalidade significativa de ovos (26,3%), quando comparado à testemunha. A aplicação dos inseticidas sobre ovos com diferentes idades (24; 48 e 72 horas) apresentou variações na mortalidade da espécie em função do inseticida e tempo de desenvolvimento embrionário. Somente metoxifenoziada e novalurum reduziram a viabilidade de lagartas que eclodiram dos ovos tratados, com um máximo de 35,9 e 39,5% de viabilidade larval quando aplicados em ovos de 48-72 horas, respectivamente. O tratamento dos frutos de maçã com inseticidas causou mortalidade significativa das lagartas, contudo não foram observadas diferenças entre os inseticidas, tanto para lagartas pequenas (eficiência média de 47,2%), quanto para lagartas de 3^o-4^o instar (média de 45,3%). Lufenurum reduziu sua eficácia com o aumento do tamanho da lagarta. A ingestão de lufenurum, metoxifenoziada, novalurum, tebufenoziada por adultos de *G. molesta* reduziu a fecundidade e a fertilidade, porém a longevidade dos adultos somente foi afetada negativamente pela ingestão de metoxifenoziada e tebufenoziada.

Termos para Indexação: Lufenurum, Metoxifenoziada, Novalurum, Tebufenoziada.

EFFECT OF INSECTICIDES GROWTH REGULATORS ON EGGS, LARVAE AND ADULTS OF *Grapholita molesta* (BUSCK) (LEP.: TORTRICIDAE)

ABSTRACT – The objective of this study were to evaluate the effect of insecticides insect growth regulators (IGR's) on eggs, larvae and adults of *G. molesta*, in the laboratory. The evaluated insecticides were Lufenuron and Novaluron (4.0g of a.i 100L⁻¹), Methoxyfenozide and Tebufenozide (9.6g of a.i. 100L⁻¹) and control (distilled water). In application before oviposition, only Methoxyfenozide caused significant mortality of eggs (26.3%) compared to control. The application of insecticides on eggs of different ages (24, 48 and 72 hours) showed variations in mortality of the species regarding the insecticide and time of embryonic development. Only Methoxyfenozide and Novaluron reduced the viability of larvae that emerged from treated eggs, with a maximum of 35.9% and 39.5 of larval viability when applied on eggs of 48-72 hours, respectively. The treatment of apple fruit with insecticides caused significant mortality of larvae, but no differences were observed among insecticides, both for small larvae (average efficiency of 47.2%) and for 3rd-4th instar larvae (averaging 45.3%). Lufenuron reduced its efficacy on 3rd-4th instar larvae. The ingestion of Lufenuron, Methoxyfenozide, Novaluron and Tebufenozide by adults of *G. molesta* reduced fecundity and fertility, however the adult longevity was only negatively affected by the ingestion of Methoxyfenozide and Tebufenozide.

Index terms: Lufenuron, Novaluron, Methoxyfenozide, Tebufenozide.

¹(Trabalho 111-10). Recebido em: 03-05-2010. Aceito para publicação em: 03-02-2011.

²Tecnólogo em Produção de Grãos, Doutorando do Depto. de Entomologia e Acarologia (ESALQ/USP), Av. Pádua Dias, 11, CEP: 13418-900, Piracicaba-SP. E-mail: oscar.netto@usp.br

³Eng. Agrº., Dr., Pesquisador Embrapa Uva e Vinho, Cx. Postal 130, 95700-000, Bento Gonçalves-RS., E-mail: marcos@cnpuv.embrapa.br

⁴Eng. Agr., Dr., Prof. Depto. de Fitossanidade/FAEM/UFPel, Caixa Postal 354, CEP: 96010-900, Pelotas-RS. E-mail: garciasmauro@yahoo.com.br

⁵Estudante de Agronomia, Depto. de Fitossanidade/FAEM/UFPel, Caixa Postal 354, CEP: 96010-900, Pelotas-RS. E-mail: dasilva.alexandre@bol.com.br

INTRODUÇÃO

Grapholita molesta (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) é uma das principais pragas da macieira e do pessegueiro no Brasil, causando danos nas brotações e frutos (SALLES, 2001; POLTRONIERI et al., 2008). O manejo da espécie tem sido realizado basicamente com o uso de inseticidas fosforados, os quais apresentam restrições de uso principalmente em relação à toxicidade e o potencial de deixar resíduos tóxicos nos frutos (ARIOLI et al., 2004, GUERRA et al., 2007). No entanto, alguns inseticidas são promissores para o controle da praga, sendo mais seletivos aos inimigos naturais, além de possuir menor toxicidade (GRÜTZMACHER et al., 1999; ARIOLI et al., 2004; NUNES; MARODIN, 2007). Dentre os grupos químicos que apresentam estas características, destacam-se os inseticidas reguladores de crescimento de insetos (RCI), com destaque para os inibidores da síntese de quitina e os aceleradores de ecdise.

A ação destes inseticidas ocorre principalmente via ingestão na fase de lagarta (DHADIALLA et al., 1998; TUNAZ; UYGUN, 2004). No entanto, para algumas espécies, também tem sido observado efeito ovicida quando aplicado diretamente sobre os ovos e/ou através da ingestão pelos adultos, reduzindo a fecundidade, a fertilidade e a longevidade (CHARMILLOT et al., 2001; KNIGHT, 2000; BORCHERT, et al., 2005; IRIGARAY et al., 2005; SÁENZ-DE-CABEZÓN et al., 2006). No caso de *G. molesta*, como as posturas são realizadas sobre as folhas ou frutos (BORCHERT et al., 2004b), o contato de ovos com superfícies tratadas com inseticidas de ação ovicida ampliaria o potencial de controle da praga. Este modo de ação é considerado interessante para esta espécie, pois as lagartas de primeiro instar penetram nos frutos em menos de 24 horas (MYERS et al. 2006), resultando em um período reduzido de tempo para que ocorra a ingestão de inseticidas e, conseqüentemente, o controle do inseto.

Trabalhos conduzidos no Brasil com metoxifeno-zida, tebufeno-zida, lufenurum e novalurum demonstraram o potencial de emprego destes inseticidas para o controle de lagartas de *G. molesta* em diferentes frutíferas de clima temperado (ARIOLI et al., 2004; SIQUEIRA; GRÜTZMACHER, 2005; NUNES; MARODIN, 2007). No entanto, estudos adicionais são necessários para conhecer o efeito destes inseticidas quando aplicados sobre as diferentes fases de desenvolvimento de *G. molesta* (ovos, lagartas e adultos), o que auxiliaria na definição da melhor estratégia de emprego dos produtos nos pomares, ampliando a eficácia no controle da praga.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de inseticidas RCI que atuam como aceleradores de ecdise e inibidores de síntese de quitina, sobre as diferentes fases de desenvolvimento de *G. molesta* em laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biologia de Insetos e Controle Biológico (LBICB) do Departamento de Fitossanidade, da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, UFPel, localizada no município de Capão do Leão-RS, à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR do ar de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 16 horas. Os insetos utilizados foram obtidos de uma criação em dieta artificial, seguindo a metodologia de Arioli et al. (2007).

Os inseticidas avaliados pertencem ao grupo dos reguladores de crescimento, sendo dois benzoi-lureias (inibidores de síntese de quitina): lufenurum (Match 50 CE) e novalurum (Rimon 100 EC), na dosagem de 4,0g de i.a. 100L^{-1} gramas de ingrediente ativo (i.a.); e dois inseticidas do grupo químico das diacilhidrazinas (aceleradores de ecdise), metoxifeno-zida (Intrepid 240 SC) e tebufeno-zida (Mimic 240 SC), na dosagem de 9,6g de i.a. 100L^{-1} [gramas de ingrediente ativo (i.a.)] No tratamento-testemunha, foi utilizada água destilada. Estas dosagens foram definidas a partir de trabalhos que selecionaram doses eficientes no controle da espécie em pomares comerciais (ARIOLI et al., 2004; SIQUEIRA; GRÜTZMACH-ER, 2005; NUNES; MARODIN, 2007).

Efeito ovicida. A ação ovicida foi verificada em três etapas. Na primeira, determinou-se o efeito da oviposição em superfícies tratadas com inseticidas sobre a viabilidade dos ovos de *G. molesta*. Para tal, foram confeccionadas gaiolas com copos de plástico (200 mL), as quais foram mergulhadas por 10 segundos em 1 litro de solução contendo o tratamento. Após secagem da superfície tratada à sombra por uma hora, um casal adulto com até 24 horas de idade foi confinado em cada gaiola mantida em BOD ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa do ar de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 16 horas), por um período de três dias para oviposição. Após este período, as gaiolas (copos plásticos) foram cortadas e as posturas transferidas para placas de Petri contendo papel-filtro no interior da base, sendo mantidos na mesma temperatura. A eclosão das lagartas foi avaliada diariamente. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, empregando-se 10 repetições por tratamento. Para cada repetição, foi considerado o número de ovos depositados por uma fêmea até o terceiro dia de oviposição.

Na segunda etapa, foram utilizados ovos (600±100) com até 24 horas de idade, realizados por insetos com idade entre 5 e 8 dias, mantidos em uma gaiola de tubo de PVC (15 cm de diâmetro e 21,5 cm de altura). As posturas foram recortadas, confeccionando-se três cartelas (14 cm x 15cm), cada uma com 1.000 a 1.500 ovos. Uma destas cartelas foi recortada, confeccionando-se 100 unidades de 10 a 15 ovos cada, constituindo o tratamento com ovos de idade de 0-24 horas. Em seguida, estas cartelas (10 a 15 ovos cada) foram tratadas, mergulhando-as por dez segundos em 1L de solução inseticida correspondente ao respectivo tratamento. As duas cartelas de 14 cm x 15cm restantes foram acondicionadas em câmara climatizada, na temperatura de 25 ± 1°C, umidade relativa do ar de 70 ± 10% e fotofase de 16 horas, para obtenção de ovos com idade de 24-48 e 48-72 horas após oviposição. Quando as posturas atingiram a idade estabelecida (24-48 e 48-72 horas após oviposição), cada cartela contendo de 1.000 a 1.500 ovos foi recortada da mesma forma que no tratamento realizado com posturas de 24 horas. Após a aplicação dos produtos, as posturas foram acondicionadas em placas de Petri no interior de BOD, avaliando-se diariamente a eclosão das lagartas sob microscópio estereoscópico (10x). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 (inseticida) x 3 (idade dos ovos), empregando-se 20 repetições de 10 a 15 ovos cada, totalizando de 200 a 300 ovos para cada tratamento.

Na terceira etapa, avaliou-se o efeito dos inseticidas sobre as lagartas eclodidas dos ovos tratados. Para tal, as lagartas recém-eclodidas foram transferidas para tubos de vidro de fundo chato (8,5cm de comprimento x 2,5cm de diâmetro), contendo dieta artificial e tamponado com algodão hidrófugo. Em seguida, foi avaliada a viabilidade (%) da fase de lagarta. A duração e a viabilidade das fases seguintes (pré-pupa, pupa e adulto) não foram consideradas neste experimento devido ao reduzido número de insetos sobreviventes até a fase de pupa. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 (inseticida) x 3 (idade dos ovos), empregando-se 5 repetições de 10 lagartas cada, totalizando 50 lagartas para cada tratamento.

Efeito sobre lagartas. Maças da variedade 'Fuji', com diâmetro médio de 6cm, colhidas em abril/2008, foram utilizadas após permanecerem por sete meses em câmara refrigerada (2±1 °C). Os frutos foram tratados mergulhando-os em 1 litro de solução inseticida por 10 segundos. Em seguida, foram mantidos à sombra por uma hora, para a secagem da superfície, e transferidos para um copo de plástico transparente com capacidade de 500mL (9,5cm de

altura x 8,0cm de diâmetro). Cada copo utilizado possuía dois fios de arame que transpassavam o copo a uma altura média de 3-4 cm da base, permitindo que as lagartas escolhessem o local de penetração no fruto. O experimento foi realizado com lagartas recém-eclodidas e de 3º-4º instar. Para cada tratamento, foram inoculadas duas lagartas de mesmo estágio de desenvolvimento por fruto. As lagartas foram inoculadas com o auxílio de um pincel de ponta fina, sendo as mesmas colocadas próximo à região do cálice. Após a inoculação, os recipientes foram fechados com plástico Magipack® e acondicionados em sala climatizada à temperatura de 25 ± 1°C, UR do ar de 70 ± 10% e fotofase de 16 horas. A mortalidade foi avaliada 96 horas após a inoculação, cortando-se os frutos e quantificando as lagartas sobreviventes. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 (inseticida) x 2 (estádio da lagarta), empregando-se 8 repetições de 10 lagartas cada, totalizando 80 lagartas para cada tratamento.

Efeito sobre os adultos. Em cada tratamento, vinte casais de *G. molesta* provenientes da criação de manutenção, com no máximo 24 horas de idade, foram individualizados em gaiolas confeccionadas com copos plásticos transparentes (200mL), sem o fundo, o qual foi fechado com tecido tipo filó. As gaiolas foram colocadas invertidas sobre a base de uma placa de Petri contendo papel-filtro umidificado, para a manutenção da umidade. Os inseticidas foram fornecidos junto com o alimento dos adultos, utilizando uma solução de mel a 15%, adicionada do respectivo tratamento. O alimento foi fornecido por capilaridade, durante toda a fase adulta, em rolos dentais mantidos em frascos plásticos no interior da gaiola. A cada dois dias, foi trocada a solução para evitar fermentação e/ou crescimento de microrganismos. Foram avaliados os períodos de pré-oviposição, oviposição, longevidade (machos e fêmeas) e a fecundidade. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, empregando-se 20 repetições para cada tratamento, sendo um casal de adultos para cada repetição.

Análise estatística. Os dados foram testados quanto à normalidade, utilizando o teste de Shapiro-Wilk e de homocedasticidade por Hartley e Bartlett. A longevidade de adultos e a fecundidade que não apresentaram distribuição normal ou homogeneidade da variância foram transformados em raiz de X+0,5; e os dados, expressos em porcentagem (viabilidade), transformados em arco-seno x/100^{0,5}. As médias dos tratamentos foram comparadas pelos testes T e Tukey (P<0,05), utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2003). A porcentagem de controle dos inseti-

cidas foi calculada pela fórmula de Abbott (1925).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito ovicida. Comparando-se a aplicação dos inseticidas antes da oviposição com o tratamento após oviposição, observou-se que o período em que os inseticidas atingem as posturas diferem quanto à eficiência. Quando os RCIs foram aplicados sobre o substrato de oviposição, somente o metoxifeno-zida (9,6g de i.a. 100L⁻¹) reduziu significativamente (26,3%) a eclosão das lagartas de *G. molesta*, quando comparado à testemunha (Tab. 1). O efeito ovicida da superfície tratada com metoxifeno-zida sobre posturas de *G. molesta* já foi comprovado por Borchert et al. (2004b), que demonstraram que ovos de *G. molesta* foram mais suscetíveis a este inseticida, quando as posturas são depositadas sobre superfícies tratadas, do que a aplicação direta do inseticida sobre os ovos. De acordo com os autores, em aplicação de metoxifeno-zida sobre frutos de maçã antes da oviposição, a CL₅₀ para ovos de *G. molesta* foi de 9,1g de i.a. 100L⁻¹, sendo que o valor da CL₅₀ subiu para 23,7g de i.a. 100L⁻¹ quando o produto foi aplicado sobre as posturas. Os autores também comentam que isto se deve ao fato de que a parte superior do córion atua como protetora, reduzindo a absorção do produto quando aplicado sobre a postura.

A aplicação de inseticidas aceleradores de ecdise (tebufeno-zida e metoxifeno-zida) sobre a superfície, antes da oviposição do inseto, também reduz a viabilidade de ovos de *Cydia pomonella* (Linnaeus) (Lepidoptera Tortricidae), havendo uma relação direta entre o efeito ovicida, a dosagem aplicada e a espécie-alvo (CHARMILLOT et al., 2001; BORCHERT et al., 2004b).

Quando os inseticidas foram aplicados sobre posturas com diferentes idades, foram observadas diferenças significativas na eclosão, em função da idade dos ovos para os inseticidas aceleradores de ecdise (Tab. 1). Os inseticidas lufenurum e novalurum não alteraram a inibição da eclosão em função do desenvolvimento embrionário da praga. No entanto, novalurum causou mortalidade (24%) superior ao obtido com lufenurum (2,2%) sobre ovos de 48-72 horas. Os resultados obtidos com o lufenurum foram similares aos verificados por Sáenz-de-Cabezón et al. (2006), que avaliaram este inseticida na dosagem de 0,14g de i.a. 100L⁻¹ sobre ovos de *Lobesia botrana* (DENIS; SCHIFFERMÜLLER) (Lepidoptera: Tortricidae) em videira. Os autores também observaram maior efeito do produto (72% de mortalidade) em posturas com até 24 horas, re-

duzindo a mortalidade para 26,5%, conforme ocorria o desenvolvimento embrionário (> 24 horas).

Tebufenozida apresentou efeito somente sobre ovos com mais de 48 horas, causando mortalidade média de 19,9%. O inseticida metoxifeno-zida mostrou ação ovicida em todas as idades dos ovos. Sobre ovos de 0-48 horas, a mortalidade média foi de 14,6%, subindo para 25% quando aplicado sobre ovos com idade de 48-72 horas (Tab. 1). Dos ovos que não eclodiram, independentemente da idade e do tratamento inseticida, os mesmos completaram o desenvolvimento embrionário, fato indicado pela formação da cápsula cefálica. De acordo com Sáenz-de-Cabezón et al. (2006), em aplicação do lufenurum sobre ovos de *L. botrana*, as lagartas que formaram cápsula cefálica e não conseguiram eclodir, aparentemente, possuíam níveis diferentes de quitina, demonstrado pelas deformações encontradas nas mandíbulas, o que as impediu de romper o córion e sair do ovo. Embora o efeito ovicida dos inseticidas tenha sido de no máximo 26,3%, foi verificado que o tratamento dos ovos com os produtos afetou significativamente a viabilidade da fase de lagarta (Tab. 2). As lagartas que eclodiram dos ovos com menos de 24 horas de idade e que receberam aplicação do novalurum tiveram a viabilidade reduzida em 55,3% quando comparadas à testemunha (85%). A viabilidade das lagartas eclodidas dos ovos com 24-48 horas só foi reduzida pela aplicação de metoxifeno-zida (38,8%). Quando os ovos possuíam mais de 48 horas, somente o novalurum (39,5%) e o metoxifeno-zida (35,9%) causaram redução na viabilidade larval, diferindo dos 77% observados na testemunha (Tab. 2). Isto demonstra que o tratamento dos ovos de diferentes idades com novalurum e metoxifeno-zida provoca também um incremento na mortalidade da fase larval de *G. molesta*, o que resulta na redução do índice de infestação da praga no campo. No caso de ovos de *L. botrana* tratados com lufenurum, foi observado que as lagartas eclodidas destes ovos não foram capazes de perfurar as bagas de uva (Sáenz-de-Cabezón et al., 2006).

Considerando-se apenas os inseticidas inibidores de síntese de quitina aplicados sobre as posturas, o novalurum causou mortalidade significativa em ovos de todas as idades, assim como das lagartas que eclodiram das posturas tratadas com 0-24 e 48-72 horas de idade (Tab. 1 e 2). No caso do lufenurum, a ação ovicida apresentou estreita relação com o desenvolvimento embrionário da praga, atuando somente em ovos com menos de 48 horas, não causando mortalidade significativa das lagartas eclodidas dos ovos tratados.

Quanto aos inseticidas agonistas de ecdise-

teroides, a aplicação de metoxifenoazida antes da oviposição causou a maior mortalidade de ovos. O inseticida atuou sobre todas as idades de ovos, além de causar mortalidade de lagartas eclodidas com mais de 48 horas, apresentando também efeito significativo quando aplicado sobre o substrato de oviposição. Por outro lado, o tebufenoazida atuou somente sobre ovos com mais de 48 horas, não causando mortalidade significativa das lagartas que eclodiram dos ovos tratados. Como o período embrionário de *G. molesta* é, em média, 4,2 dias (25°C), a aplicação sequencial dos produtos no campo permitiria ampliar o efeito dos produtos ao atingir posturas de diferentes idades (ARIOLI et al., 2004).

Efeito sobre lagartas. O tratamento dos frutos com RCI causou mortalidade significativa das lagartas quando comparadas com a testemunha (Tab. 3). Não foram observadas diferenças significativas entre os inseticidas, tanto para lagartas pequenas (eficiência média de 47,2%) como para lagartas de 3^o-4^o instar (média de 45,3%). Somente lufenurum apresentou menor eficácia quando aplicado para o controle das lagartas de 3^o-4^o instar, portanto, para este inseticida, a suscetibilidade do inseto diminui com o aumento do desenvolvimento da lagarta.

Na cultura do pessegueiro, para o controle de *G. molesta*, Arioli et al. (2004) mostraram que o inseticida metoxifenoazida (9,6 e 14,4g de i.a. 100L⁻¹) foi eficiente tanto em laboratório, utilizando frutos de pessegueiro (controle de 88%), como em brotações no campo (89,5%). A eficiência do metoxifenoazida no controle de *G. molesta* também foi observada por Nunes e Marodin (2007), na dosagem de 12,0g de i.a. 100L⁻¹, e por Grützmacher e Siqueira (2005), nas dosagens de 19,2 e 24,0g de i.a. 100L⁻¹. Em brotações de pereira, Grützmacher et al. (1999) também observaram uma redução significativa nos danos de *G. molesta*, na dosagem de 14,4g de i.a. 100L⁻¹. No entanto, para a cultura da macieira, não há trabalhos realizados no Brasil avaliando o efeito destes inseticidas sobre *G. molesta*. Botton et al. (2009) avaliaram, na cultura da macieira, o inseticida metoxifenoazida (9,6g de i.a. 100L⁻¹), sobre *Bonagota salubricola* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae), não constatando efeito ovicida para este inseto. Contudo, a aplicação de metoxifenoazida provocou mortalidade de lagartas superior a 90%, 96 horas após a aplicação.

Vários fatores podem ter contribuído para que os RCIs avaliados apresentassem baixa eficiência quando aplicados sobre frutos neste trabalho. Em hipótese, a aplicação dos produtos no início do ciclo, sobre as brotações (ARIOLI et al., 2004; GRÜTZMACHER; SIQUEIRA, 2005; NUNES; MARODIN, 2007), permite que as lagartas entrem em contato

com superfície tratada em mais de um momento, já que o inseto utiliza mais de um ponteiro para a sua alimentação durante a fase de lagarta (SALLES, 2001). Cada vez que as lagartas penetram num novo ponteiro, ingerem o produto, o que amplia a possibilidade de atingir o inseto. Quando os frutos são tratados, como as lagartas utilizam somente um fruto para completar o ciclo biológico, o contato acontece somente no momento da penetração, o que pode explicar o menor efeito sobre este substrato. Outra hipótese é de que o substrato (brotações, frutos de pêssigo e maçã) onde o inseticida é aplicado, interfere na eficiência do produto devido ao comportamento alimentar da praga. De acordo com García e Touza (1969), quando a lagarta de *G. molesta* inicia a galeria em brotações e frutos de pessegueiro, a mesma não ingere os fragmentos, até que atinja um tecido mais tenro, o que poderá ocorrer também em frutos de maçã. Os mesmos autores atribuem a este comportamento a baixa eficiência dos inseticidas que necessitam ser ingeridos, como é o caso dos RCIs.

Grapholita molesta apresenta de quatro a cinco instares, dependendo da temperatura e fonte de alimento em que se desenvolve, sendo que o intervalo entre os instares dura entre dois e três dias (RUSSEL; BOUZOUANE, 1989). Quando os inseticidas foram aplicados sobre os frutos, não se descarta a hipótese de que o tempo de avaliação da mortalidade deveria ser ampliado, não somente até que ocorresse a troca de instar, permitindo avaliar também o efeito ao longo do desenvolvimento do inseto. Arioli et al. (2004), avaliando a eficiência de metoxifenoazida em laboratório, no controle de *G. molesta* em frutos de pessegueiro, verificaram baixa eficiência (17%) deste inseticida 48 horas após a aplicação, mas passadas 96 horas, a eficiência chegou a 88%. Grützmacher e Siqueira (2005), avaliando metoxifenoazida para o controle de *G. molesta* na cultura do pessegueiro, também verificaram que este inseticida melhorou sua eficiência aos 14 dias após a aplicação (83%), quando comparado aos sete dias (53%). Em todos estes casos, verificou-se que os inseticidas necessitam de mais tempo para atuar sobre os insetos, quando comparados aos produtos convencionais (DHADIALLA et al., 1998). A avaliação durante todo o desenvolvimento do inseto permitiria mensurar os efeitos subletais dos RCIs, já verificado por outros autores para *G. molesta* (BORCHERT et al., 2005) e *L. botrana* (SÁENZ-DE-CABEZÓN et al., 2006).

Efeito sobre adultos. O alimento oferecido aos adultos com RCI não alterou o período de pré-oviposição (em média 4 dias). Contudo, o período de oviposição e a longevidade de adultos foram

significativamente afetados somente pelos agonistas de ecdisteroides (tebufenozida e metoxifenozida) (Tab. 4). Os casais que ingeriram estes inseticidas reduziram o período de oviposição de 9,1 dias (testemunha) para 4,5 dias em média (Tab. 4). A mortalidade dos adultos, causada pela alimentação de tebufenozida e metoxifenozida, foi mais acentuada nas fêmeas (tab. 4), que viveram, em média, 10,9 dias, comparados aos 17,3 dias na testemunha. Para os machos, somente metoxifenozida causou mortalidade significativa quando comparado à testemunha. Assim como observado para *G. molesta* neste trabalho, Sáenz-de-Cabezón et al. (2006) também não detectaram redução na longevidade de *L. botrana* em função da ingestão de 1g de i.a. 100L⁻¹ de lufenurum pelos adultos.

Todos os adultos alimentados com inseticidas reduziram a fecundidade, quando comparados à testemunha onde foi fornecida somente solução açucarada (tab. 4). As fêmeas tratadas com lufenurum e novalurum ovipositaram, em média, 77 ovos, reduzindo em 28,7% o número de ovos depositados quando comparado com a testemunha. Os insetos

alimentados com tebufenozida ovipositaram 70 ovos, uma redução de 35,1%. O valor obtido com o inseticida tebufenozida (35,1%) é próximo do verificado com lufenurum e novalurum (28,7%), sem haver diferenças significativas entre os mesmos. O metoxifenozida foi o inseticida que causou maior redução na fecundidade, sendo que as fêmeas ovipositaram, em média, 49 ovos, uma redução de 45% na capacidade de postura, quando comparada à testemunha.

A redução no número de ovos, em função da ingestão de RCI, é resultado de diferentes fatores. Carpenter e Chandler (1994) sugerem que os efeitos adversos dos inseticidas agonistas de ecdisteroides sobre a fertilidade de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) podem ser causados, em parte, pela incapacidade de os machos transferirem quantidades normais de espermátóforos durante a cópula. Sáenz-de-Cabezón et al. (2006) mencionam que a redução da fecundidade é resultado de mudanças morfológicas no ovipositor, interferência na vitelogenese, redução testicular, além de incapacidade de transporte de espermátóforos.

TABELA 1 - Efeito de inseticidas reguladores de crescimento de insetos (RCI) aplicados antes e após a oviposição de *Grapholita molesta* em laboratório (T: 25±1°C; UR:70±10%; fotofase de 16 horas).

Tratamento	Dosagem ¹		Aplicação pré-oviposicao ²		Aplicação sobre ovos de diferentes idades ³					
	i.a.	p.c	Viabilidade (%)	%C ⁴	0-24 horas		24-48 horas		48-72 horas	
					Mort. (%)	%C ⁴	Mort. (%)	%C	Mort. (%)	%C.
Lufenurum (Match 50 EC)	4,0	80	81,2±11,42 ab	8,1	21,9±4,29 Ac	17,7	26,2±3,32 Ab	24,2	8,4±3,53 Aa	2,2
Novalurum (Rimon 100 EC)	4,0	40	77,1±14,08 ab	12,7	20,0±3,63 Ac	15,8	20,8±3,90 Ab	18,8	28,8±2,51 Ab	24,0
Metoxifenozida (Intrepid 240 SC)	9,6	40	65,1±18,91 b	26,3	16,1±4,90 Abc	11,6	19,7±3,74 Ab	17,6	29,7±3,86 Bb	25,0
Tefubenzozida (Mimic 240 SC)	9,6	40	72,3±8,46 ab	18,1	8,6±1,51 Aab	3,7	8,5±3,29 Aa	6,1	25,0±5,20 Bb	19,9
Testemunha	-	-	88,4±7,06 a	-	5,9±3,77 Aa	-	2,4±2,11 Aa	-	6,3±1,04 Aa	-

¹gramas de ingrediente ativo (i.a.) ou mL de produto comercial (p.c.) por 100 litros de água. ²Tratamento da superfície com inseticidas antes da oviposição; ³Tratamento dos ovos por imersão em calda inseticida; ⁴%C – Mortalidade corrigida por Abbott (1925); Médias (±EP) seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (inseticidas) e maiúscula na linha (idade de ovos), não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

TABELA 2- Viabilidade da fase de lagarta de *Grapholita molesta* provenientes de ovos de diferentes idades tratados com inseticidas reguladores de crescimento de insetos (RCI) em laboratório. (T: 25±1°C; UR:70±10%; fotofase de 16 horas).

Tratamento	Dosagem ¹		Viabilidade da fase de lagarta (%)		
	i.a.	p.c	0-24	24-48	48-72
Lufenurum (Match 50 EC)	4,0	80	62,0±16,05 ab ²	59,0±22,90 ab	60,4±12,25 ab
Novalurum (Rimon 100 EC)	4,0	40	55,3±20,04 a	54,2±22,46 ab	39,5±25,01 b
Metoxifenozida (Intrepid 240 SC)	9,6	40	59,7±11,49 ab	38,8±19,17 a	35,9±28,33 b
Tefubenzozida (Mimic 240 SC)	9,6	40	85,2±15,48 b	68,1±16,22 b	64,5±10,29 ab
Testemunha	-	-	85,0±15,08 b	83,2±18,40 b	77,0±20,82 a

¹gramas de ingrediente ativo (i.a.) ou mL de produto comercial (p.c.) por 100 litros de água;

²Médias (±EP) seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

TABELA 3 - Número (N) de lagartas vivas recém-eclodidas e de 3^o-4^o instar (4-8 mm) de *G. molesta* e porcentagem de controle (%C) após a inoculação sobre maçãs imersas em solução contendo RCI em laboratório (T: 25±1°C; UR: 70±10%; fotofase de 16 horas).

Tratamento	Dosagem ¹		Lagarta					
	i.a.	p.c.	Recém eclodida		3 ^o -4 ^o instar (4 a 8mm)			
N			% C ³	N	% C	N	% C	
Lufenurom (Match 50 EC)	4,0	80	0,62±0,32	Ab ²	51,85	0,97±0,29	Bb	40,00
Novalurom (Rimon 100 EC)	4,0	40	0,58±0,34	Ab	57,40	0,75±0,10	Ab	53,84
Metoxifenoazida (Intrepid 240 SC)	9,6	40	0,70±0,26	Ab	48,14	0,82±0,42	Ab	49,23
Tefubenoazida (Mimic 240 SC)	9,6	40	0,92±0,30	Ab	31,48	1,00±0,21	Ab	38,46
Testemunha	-	-	1,35±0,24	Aa	-	1,62±0,23	Ab	-

¹gramas de ingrediente ativo (i.a.) ou mL de produto comercial (p.c.) por 100 litros de água; ²Médias (±EP) seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (inseticidas) e maiúscula na linha (lagarta recém eclodida e de 3^o-4^o instar), não diferem entre si, pelos testes de Tukey (p<0,05) e T (p<0,05), respectivamente; ³%C – Mortalidade corrigida por Abbott (1925).

TABELA 4 - Duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição, longevidade de machos e fêmeas e fecundidade (número de ovos/fêmea) de *Grapholita molesta*, cujos adultos foram alimentados com inseticidas reguladores de crescimento de insetos (RCI) (T: 25±1°C; UR: 70±10%; fotofase de 16 horas).

Tratamento	i.a.	p.c.	Pré-oviposição	Oviposição	Longevidade		Fecundidade
					Machos	Fêmeas	
Lufenurom (Match 50 EC)	4,0	80	4,4±1,61 a ²	7,2±4,10 ab	13,4±6,20 ab	14,6±4,09 a	76,6±34,9 b
Novalurom (Rimon 100 EC)	4,0	40	3,7±1,34 a	7,4±3,97 ab	14,7±4,74 b	14,9±3,89 a	77,8±32,8 b
Tefubenoazida (Mimic 240 SC)	9,6	40	3,6±1,06 a	4,6±2,53 b	12,8±5,70 ab	10,3±3,61 b	70,1±30,6 bc
Metoxifenoazida (Intrepid 240 SC)	9,6	40	4,2±1,79 a	4,5±2,73 b	11,8±3,91 a	11,5±2,95 b	49,0±31,6 c
Testemunha	-	-		9,1±3,71 a	15,4±6,26 b	17,3±4,04 a	108,8±35,6 a

¹gramas de ingrediente ativo (i.a.) ou mL de produto comercial (p.c.) por 100 litros de água;

²Médias (±EP) seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). Avaliação de 20 casais por tratamento.

CONCLUSÕES

Os inseticidas reguladores de crescimento lufenurom, metoxifenoazida, novalurom e tebufenoazida afetam a sobrevivência e o desenvolvimento dos ovos, lagartas e adultos de *Grapholita molesta* em laboratório. Estes efeitos, atuando de forma isolada ou conjunta, ampliam o potencial de controle de *G. molesta* quando empregados em frutíferas de clima temperado.

AGRADECIMENTO

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de Mestrado ao primeiro autor através do edital MCT/CNPq n^o 27/2007.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W.S.A. Method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.18, n.1, p.265-267, 1925.
- ARIOLI, C.J.; BOTTON, M.; CARVALHO, G. A. Controle químico de *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) na cultura do pessegueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1695-1700, 2004.
- BORCHERT, D.M.; STINNER, R.E.; WALGENBACH, J.F.; KENNEDY, G.G. Oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) phenology and management with methoxyfenozide in North Carolina apples. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.97, n.4, p.1353-1364, 2004.
- BORCHERT, D.M.; WALGENBACH, J.F.; KENNEDY, G. Assessment of sublethal effects of methoxyfenozide on oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.98, n.3, p.765-771, 2005.
- BOTTON, M.; ARIOLI, C. J.; RINGENBERG, R.; MORANDI FILHO, W. J. Controle químico de *Bonagota salubricola* (Meyrick, 1937) (Lepidoptera: Tortricidae) em laboratório e pomar de macieira. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 2, p. 225-231, 2009.
- CARPENTER, J.E.; CHANDLER, L.D. Effects of sublethal doses of two insect growth regulators on *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) reproduction. **Journal of Entomological Science**, Tifton, v.29, n.3, p.428-435, 1994.
- CHARMILLOT, P.J.; GOURMELON, A.; FABRE, A.L.; PASQUIER, D. Ovicidal and larvicidal effectiveness of several insect growth inhibitors and regulators on the codling moth *Cydia pomonella* L. (Lep., Tortricidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v.125, n.3, p.147-153, 2001.
- DHADIALLA, T.S.; CARLSON, G.R.; LE, D.P. New insecticides with ecdysteroidal and juvenile hormone activity. **Annual Review Entomology**, Palo Alto, v.43, n.s/n, p.545 -569, 1998.
- FERREIRA, D.F. **SISVAR**: sistema para análise de variância de dados balanceados v.4.3. Lavras: UFLA, 2003.
- GARCIA, M.F.; TOUZA, E.E. **Bioecología de *Grapholita molesta* Busck y sistema de alarma**. Buenos Aires: INTA, 1969. 8p.
- GRÜTZMACHER, A.D.; LOECK, A.E.; FACHINELLO, J.C.; GRÜTZMACHER, D.D.; GARCIA, M.S. Eficiência dos inseticidas fisiológicos Mimic 240 SC (Tebufenozide) e Intrepid 240 SC (Metoxifenozide) no controle da mariposa-oriental *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) na cultura da pereira. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.5, n.3, p.211-215, 1999.
- GUERRA, D. S.; MARODIN, G.A.; ZANINI, C. L. D.; GRASELLI, V.; NUNES, J.L. da S. Utilização de pesticidas na produção de pêssegos ‘Marli’, nos sistemas de produção integrada e convencional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n.1, p. 91-95, 2007.
- IRIGARAY, F.J.S. de C.; MARCO, V.; ZALOM, F.G.; MORENO, I.P. Effects of methoxyfenozide on *Lobesia botrana* Den & Schiff (Lepidoptera: Tortricidae) egg, larval and adult stages. **Pest Management Science**, London, v.61, n.11, p.1133-1137, 2005.
- KNIGHT, A.L. Tebufenozide targeted against codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) adults, eggs and larvae. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.93, n.6, p.1760-1767, 2000.
- MYERS, C.T.; HULL, L.A.; KRAWCZYK, G. Seasonal and cultivar associated variation in the oviposition preference of oriental fruit moth, (Lepidoptera: Tortricidae) adults and feeding behavior of neonate larvae in apples. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.99, n.2, p.349-358, 2006.
- NUNES, J.L. da S.; MARODIN, G.A.B. Inseticidas metoxifenozide e etofenproxi para o controle de mariposa-oriental *Grapholita molesta* Busck, 1916) em produção integrada de pêssego. **Ceres**, Viçosa, MG, v.54, n.316, p.511-516, 2007.
- POLTRONIERI, A. S.; SCHUBER, J. M.; MONTEIRO, L. B.; DE MIO, L. L. M. Danos de *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) em seis cultivares de pessegueiro, em Araucária, Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.4, p.897-901, 2008.

- RUSSEL, D.A.; BOUZOUANE, R. The effect of diet, temperature and diapause on the number and identification of larval instars in the oriental fruit moth *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae). **Agronomie**, Paris, v.9, n. s/n, p.919-926. 1989.
- SÁENZ-DE-CABEZÓN, J.F.; PÉREZ-MORENO, Z.F.G.; MARCO, V. Effects of lufenuron on *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) egg, larval, and adult stages. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.99, n.2, p.427-431, 2006.
- SALLES, L.A.B. de. A Mariposa-oriental, *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R.A.; CANTOR, F. (Ed.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. p.42-45.
- SIQUEIRA, P.R.E.; GRÜTZMACHER, A.D. Avaliação de inseticidas para controle da *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) em pomares de pessegueiro sob produção integrada na região da campanha do RS. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n.2, p.185-191, 2005.
- TUNAZ, H.; UYGUN, N. Insect growth regulators for insect pest control. **The Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, Ankara, v.28, p.377-387, 2004.