

ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

Efeitos de Três Análogos do Hormônio Juvenil Aplicados em Bicho-da-Seda, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae)

JOSÉ E. MIRANDA, SÉRGIO A. DE BORTOLIE ROQUE TAKAHASHI

Depto. Fitossanidade, Depto. Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,
Universidade Estadual Paulista, Via de acesso Prof. Paulo D. Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, SP

Neotropical Entomology 31(1): 019-025 (2002)

Effects of Three Juvenile Hormone Analogues Applied on the Silkworm,
Bombyx mori L. (Lepidoptera: Bombycidae)

ABSTRACT – Juvenile hormone analogues (JHA) have been tested as growth regulators of *Bombyx mori* L., aiming to increase the cocoon production. These chemicals, when applied in appropriate doses, promote prolongation of the larval period. The effects of JHA application may vary with the product, strain, and time of application. The objective of this study was to evaluate the topical application in different times of three JHA and their effects on larval growth and silk production of the Brazilian silkworm strain C115xN108. Pyriproxyfen, methoprene and fenoxycarb were applied on silkworm larvae at 24h, 48h, 72h or 96h after the beginning of the fifth instar (HFI) and the effects of the products on larval and adult biological characters and silk production were evaluated. Independently of the time of application, the three products affected all the evaluated parameters. The nutrients stored during the extended period by the treated insects were used for growing the silk glands and were converted in corporal weight, with consequent increments in the silk production. Applications of pyriproxyfen, methoprene and fenoxycarb between 48 and 72 HFI promoted, in a general way, the largest increments in the biomass and cocoon production of *B. mori*. Variations in the time of application between 24 and 96 HFI did not influence adult emergence, oviposition or the egg viability of *B. mori*.

KEY WORDS: Fenoxycarb, methoprene, pyriproxyfen, insect growth regulators, cocoon production.

RESUMO – Análogos do hormônio juvenil (AHJ) têm sido testados como reguladores de crescimento de *Bombyx mori* L., com vistas ao incremento da produção de casulos. Esses produtos, quando aplicados em doses adequadas, prolongam o período larval. Os efeitos da aplicação de AHJ podem variar com o produto, a linhagem e o momento de aplicação. Este estudo teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação tópica, em diferentes momentos, de três análogos do hormônio juvenil sobre o crescimento dos insetos e a produção de seda da linhagem brasileira C115xN108 do bicho-da-seda. Os produtos piriproxifen, metoprene e fenoxicarbo foram aplicados em larvas do bicho-da-seda a 24h, 48h, 72h e 96h após o início do quinto ínstar (HQI) e seus efeitos sobre características biológicas larvais e adultas e a produção de seda foram avaliados. Independentemente do momento de aplicação, os três produtos afetaram todos os parâmetros avaliados. A reserva de nutrientes acumulada durante o período larval prolongado dos insetos tratados foi destinada ao crescimento das glândulas sericígenas e, também, convertida em peso corporal, com consequentes incrementos na produção de seda. Aplicações entre 48 e 72 HQI provocaram os maiores incrementos na biomassa e na produção de casulos de *B. mori*. Variações no momento de aplicação de 24h e 96h não influenciaram a emergência ou a oviposição de adultos de *B. mori*, nem a viabilidade dos ovos.

PALAVRAS-CHAVE: Fenoxicarbo, metoprene, piriproxifen, regulador de crescimento de insetos, produção de casulos.

O hormônio juvenil, seus derivados e análogos têm sido
exaustivamente testados como reguladores de crescimento

do bicho-da-seda, *Bombyx mori* L. Os primeiros trabalhos
com análogos do hormônio juvenil em *B. mori* foram

realizados através de aplicações tópicas no inseto (Akai *et al.* 1971, 1973, Murakoshi *et al.* 1972). Posteriormente, outros trabalhos buscaram a aplicação prática dos hormônios através da pulverização ou imersão das folhas nos produtos (Akai *et al.* 1981, 1984, Nihmura *et al.* 1972, Gaaboub *et al.* 1985, Sarangi 1988). Chang *et al.* (1972) relataram o aumento de 20% no peso de casulos e no peso pupal, com formação de casulos gigantes quando as larvas foram tratadas com um derivado de metileno-dioxi-fenil. Chowdhary *et al.* (1986) também obtiveram acréscimo de 21% sobre a produção de seda e de 40% sobre o teor de seda com o uso do hormônio juvenil SJ-42-F. Subba Rao *et al.* (1988), ao testarem os efeitos da aplicação tópica de metoprene, verificaram aumentos de 12,4%, 12,3%, 16,3%, 2,7% e 11,0% do peso larval, peso de casulos, peso de casulo vazio, teor de seda e comprimento do fio, respectivamente, em relação à testemunha. Hormônios juvenis, derivados e análogos influenciam positivamente o desenvolvimento da glândula sericígena, resultando em incremento da produção de seda (Takahashi 1990, Chowdhary *et al.* 1990).

Os efeitos da aplicação de análogos do hormônio juvenil (AHJ) podem variar com o produto (Cappelozza *et al.* 1997, Chowdhary *et al.* 1990), a linhagem (Gaaboub *et al.* 1985, Sarangi 1988) e o momento de aplicação (Chowdhary *et al.* 1986, Sarangi 1988, Subba Rao *et al.* 1988, Cappelozza *et al.* 1995). Baseado nestas informações, este estudo teve por objetivo avaliar a aplicação tópica de três análogos do hormônio juvenil, em diferentes momentos, e seus efeitos sobre o crescimento e a produção de seda da linhagem brasileira C115xN108 do bicho-da-seda, *B. mori*.

Material e Métodos

Os experimentos foram desenvolvidos no Setor de Sericicultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista - UNESP, à temperatura de 25±2°C, umidade relativa de 70±10% e fotofase de 14h. As lagartas foram alimentadas com folhas do híbrido de amoreira 'FM Shima-Miura', oriundas de uma plantação com 13 anos de idade, cultivada em espaçamento de 3 m entre linhas e 60 cm entre plantas. As plantas foram podadas aproximadamente 90 dias antes do início dos experimentos, pelo sistema de poda tipo cepa (poda rente ao solo). Os tratamentos culturais efetuados seguiram as normas técnicas recomendadas por Takahashi *et al.* (2001).

As lagartas de bicho-da-seda foram criadas em conjunto numa cama de criação de 2 x 1 m até o final do quarto instar (fase pré-experimental). No início do quinto instar foram distribuídas em caixas plásticas de 40 x 30 x 8 cm, devidamente identificadas, de acordo com o tratamento e mantidas em prateleiras dentro de sala com ambiente controlado. Durante o quinto instar, as folhas de amoreira foram colhidas ao início da manhã e ao final da tarde e armazenadas em câmara climatizada à temperatura de 12±2°C e umidade relativa de 80±10%. O alimento foi fornecido *ad libitum* às 8:00h, 12:00h, 15:00h e 20:00h, em proporções de 20%, 20%, 20% e 40% do total, respectivamente, conforme recomendações de Takahashi *et al.* (2001).

Os análogos do hormônio juvenil utilizados foram piriproxyfen, metoprene e fenoxicarbe, gentilmente cedidos pela Hokko do Brasil S.A., Hotsuka Pharmaceutical Ltd. e Novartis do Brasil S.A., respectivamente. Aplicações tópicas de piriproxyfen (20 pg/ml), metoprene (200 pg/ml) e fenoxicarbe (0,02 pg/ml) foram efetuadas nas lagartas a 24h, 48h, 72h e 96h após a quarta ecdise larval, conforme os tratamentos. As concentrações foram escolhidas com base em experimentos anteriores. Cada inseto recebeu as referidas concentrações diluídas em 5 ml de solução contendo como solvente álcool etílico absoluto. O tratamento referente à testemunha foi constituído por lagartas não tratadas (que receberam somente o solvente). O período larval foi considerado como o período entre a eclosão das lagartas e o momento em que a maioria (50% + 1) das lagartas cessaram a alimentação, eliminaram os restos do bolo alimentar e subiram nos bosques.

Os parâmetros avaliados foram duração do quinto instar, ganho de peso das lagartas, peso das glândulas sericígenas, taxa de encasulamento, peso de casulos cheios, peso de casulos vazios, peso de pupas, taxa de fibroína do casulo, taxa de emergência de adultos e taxa de eclosão da progênie.

Para a determinação do ganho de peso, pesagens diárias foram efetuadas durante o quinto instar, sendo interrompidas no dia em que as lagartas cessaram a alimentação. A duração do quinto instar foi obtida pela diferença entre o início e o final do instar. O início do quinto instar foi definido como o momento em que a maioria das lagartas iniciavam os seus movimentos após a ecdise. O final do instar foi definido como o momento em que a maioria apresentava o comportamento característico do início do encasulamento (cessar da alimentação, movimentos peculiares, eliminação do resíduo alimentar).

Para a obtenção do peso da glândula sericígena foram coletadas diariamente e ao acaso cinco lagartas de cada parcela. Essas lagartas, depois de anestesiadas, foram dissecadas em placa apropriada, utilizando-se uma solução salina (8 g de NaCl; 0,4 g de KCl e 0,2 g de CaCl₂/1000 ml de solução) em todo o processo, para evitar o ressecamento ou a hidratação do material, segundo técnica utilizada por Takahashi (1984). Depois de retiradas, as glândulas foram pesadas em balança eletrônica.

A taxa de encasulamento foi calculada pela relação entre o número de casulos confeccionados e o número inicial de lagartas, em porcentagem.

No décimo segundo dia após o início do encasulamento, os casulos foram seccionados e o peso médio de casulo cheio, o peso médio de casulo vazio e o peso médio de pupa foram determinados (em gramas de peso fresco).

Para a avaliação do teor de seda foram utilizadas as fórmulas:

$$\text{Teor bruto de seda} = \frac{\text{Peso de casulos vazios}}{\text{Peso de casulos cheios}} \times 100$$

$$\text{Teor líquido de seda} = \text{Teor bruto de seda} \times 0,76$$

O fator de correção 0,76 é utilizado comercialmente para compensar as perdas correspondentes durante a fiação.

Após a pesagem inicial dos casulos, o teor de fibroína foi obtido através do cozimento dos casulos em banho-maria a $95\pm 5^{\circ}\text{C}$, em solução (a) contendo 4,2 g de sabão neutro por litro d'água, por um período de 3h, durante o qual a solução foi trocada por três vezes. A seguir, a solução (a) foi substituída pela solução (b), a qual continha 1,2 g de carbonato de sódio por litro d'água, por um período de 3h, durante a qual a solução também foi trocada por três vezes. Feito isso, efetuou-se a secagem do fio em estufa a 110°C por 5h. Uma nova pesagem revelaria o peso dos fios, então constituído apenas de fibroína (a sericina e impurezas foram eliminadas na lavagem). Da razão entre o peso de fibroína e o peso inicial obteve-se um valor que, multiplicado por 100, resultaria no teor de fibroína dos fios de seda.

O número de adultos emergidos em relação ao número inicial de lagartas foi verificado, obtendo-se a percentagem de adultos emergidos.

Após o acasalamento, cinco mariposas-fêmeas de cada repetição, de cada tratamento, foram colocadas individualmente em recipientes de plástico vedados, para oviposição. Em seguida, os ovos foram pesados. Em vários testes prévios, verificou-se que um grama de ovos corresponde em média a 1600 ovos, ou seja, um ovo pesa aproximadamente 0,625 mg. Assim, com base no peso dos ovos, efetuou-se a transformação e obteve-se o número médio de ovos postos.

Como as linhagens de bicho-da-seda utilizadas no Brasil colocam ovos hibernantes, um tratamento químico foi efetuado para quebrar a dormência do embrião. O tratamento foi feito com ácido clorídrico (37%), à densidade 1,1, $47,5^{\circ}\text{C}$ por 6 a 8 min. Efetuou-se a secagem após lavagem demorada em água comum, que retirou o resíduo do ácido. A secagem foi feita em papel-borrão, por 1h a 2h. Os ovos, embora ainda amarelos, tiveram a segmentação celular estimulada pelo tratamento químico, até a completa formação do embrião. Depois de tratados e secos, os ovos foram colocados na câmara de incubação, com temperatura constante de 25°C , umidade em torno de 90% e fotofase de 14h, onde permaneceram por nove dias, até que o desenvolvimento do embrião. A fim de promover a homogeneização do lote de ovos, nove dias após a entrada nas câmaras de incubação, os ovos foram transferidos para câmaras escuras, onde os embriões mais adiantados tiveram sua eclosão inibida pela ausência da luz e os mais atrasados tiveram tempo de alcançar os primeiros. No 11º dia os ovos foram retirados da câmara escura, quando iniciaram imediatamente o processo de eclosão. Finalmente, efetuou-se a contagem dos ovos que não deram origem à lagartas e, pela diferença, obteve-se o número de ovos férteis.

Da relação entre o número de ovos férteis e o número de ovos postos obteve-se um valor que, multiplicado por 100, resultaria na percentagem de fertilidade das mariposas de bicho-da-seda.

Utilizou-se para a análise dos dados o delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (momentos de aplicação e controle) e quatro repetições. Cada produto foi analisado separadamente. As parcelas foram constituídas de 25 lagartas cada. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM (SAS System) e as médias foram comparadas através do teste de Duncan ($P<0,05$).

Resultados e Discussão

A administração de piriproxifem, metoprene e fenoxicarbe em lagartas do bicho-da-seda afetou vários parâmetros biológicos dos insetos, sendo que respostas diferenciadas das lagartas foram verificadas de acordo com o produto aplicado e o momento da aplicação. Porém, a administração de AHJ resultou sempre em valores de duração do quinto instar, ganho de peso, sobrevivência e peso final da glândula sericígena mais elevados que o controle, independentemente do produto ou do momento de aplicação (Tabela 1).

Comparativamente ao controle, o prolongamento do 5º instar variou de 8h (com a aplicação de piriproxifem a 24 HQI) a 56h (com a aplicação de metoprene a 72 HQI). Aplicações de piriproxifem (a 72 HQI), metoprene (a 72 HQI) e fenoxicarbe (a 96 HQI) resultaram em maior extensão do 5º instar (Tabela 1). A extensão do período larval ocorreu devido à ação dos produtos ser semelhante àquela do hormônio juvenil, que inibe a metamorfose larval (Wigglesworth 1961). A presença de alta concentração de hormônio juvenil no início do último instar larval suprime o estímulo para a produção do hormônio protoracicotrópico por glândulas neurosecretoras e de ecdisteróides pelas glândulas protorácicas (Sakurai *et al.* 1989). Dependendo da concentração de HJ ou análogos presentes no organismo do inseto, o prolongamento pode levar à formação de "lagartas permanentes" (Akai *et al.* 1988, Subba Rao *et al.* 1988). As doses utilizadas no presente estudo não provocaram tal fenômeno.

O efeito direto dos AHJ sobre a supressão da metamorfose e o consequente prolongamento do período larval acarretaram um efeito indireto no ganho de peso (Tabela 1). Durações mais prolongadas do 5º instar refletiram em maiores ganhos de peso de lagartas tratadas. Entretanto, para piriproxifem a variação no momento de aplicação não alterou significativamente o ganho de peso das lagartas tratadas; a aplicação de metoprene a 48h ou 72h resultou em valores de ganho de peso que não diferiram entre si ($P>0,05$) mas foram superiores ($P<0,05$) a 24h e 96h, fenoxicarbe aplicado a 48h ou 96h resultou em valores de ganho de peso que não diferiram entre si ($P>0,05$) mas foram superiores ($P<0,05$) a 24h e 72h.

A ação do hormônio juvenil e de seus similares e análogos sobre as glândulas sericígenas de lepidópteros ocorre de modo indireto, através da sua influência sobre a morfogênese das mesmas (Novák 1966). Parte do ganho de peso obtido pelo inseto é destinada ao crescimento das glândulas sericígenas, de modo que, neste trabalho, maior ganho de peso resultou em maior peso de glândulas sericígenas (Tabela 1). Entretanto, esta relação não foi o suficiente para provocar diferenças significativas entre os valores resultantes para as lagartas tratadas.

A taxa de encasulamento foi maior para piriproxifem aplicado a 48 HQI, sendo o valor superior ($P<0,05$) ao verificado a 96 HQI, sem diferir ($P>0,05$) daqueles observados com aplicações a 24 ou 72 HQI (Tabela 1). Para metoprene, aplicações a 24 ou 48 HQI resultaram em valores que não diferiram entre si ($P>0,05$), mas foram superiores a 72h e 96h. Para fenoxicarbe, a variação no momento de

Tabela 1. Desempenho biológico de lagartas de bicho-da-seda tratadas com três análogos do hormônio juvenil em diferentes momentos do quinto instar. (Temperatura de 25±2°C, UR de 70±10% e fotofase de 14h)

Produto	Momento de aplicação (h do 5º instar)	Duração do 5º instar (h)	Ganho de peso (g)	Peso final da glândula sericígena (g)	Taxa de encasulamento (%)
Piriproxifem	24	187,3 ± 3,06 c	4,8±0,05 a	1,7±0,15 a	83,2±4,35 ab
	48	207,3 ± 7,77 ab	5,0±0,33 a	1,9±0,23 a	85,1±3,13 a
	72	211,7 ± 3,79 a	5,0±0,27 a	1,9±0,02 a	81,7±4,23 ab
	96	199,3 ± 6,11 b	4,7±0,17 a	1,8±0,05 a	76,2±4,95 b
	C.V. (%)	2,73	4,38	8,20	5,17
Metoprene	24	195,5±14,43 c	4,8±0,10 b	1,9±0,13 a	86,8±5,74 a
	48	214,7±15,64 b	5,0±0,20 a	2,0±0,14 a	88,7±3,71 a
	72	235,0±12,17 a	5,1±0,11 a	2,1±0,09 a	84,7±3,65 ab
	96	217,7 ± 5,72 b	4,8±0,25 b	2,1±0,08 a	78,8±2,33 b
	C.V. (%)	5,83	3,43	5,66	4,77
Fenoxicarbe	24	196,7 ± 9,46 b	4,7±0,10 b	1,9±0,23 a	82,1±6,29 a
	48	211,7±18,51 ab	4,9±0,22 a	2,1±0,15 a	83,6±10,45 a
	72	217,7±28,42 ab	4,9±0,24 ab	2,2±0,11 a	82,3±2,51 a
	96	223,3± 4,80 a	4,9±0,20 a	2,1±0,08 a	77,2±2,23 a
	C.V. (%)	8,37	3,98	6,95	7,78
Controle		179,0 ± 9,85	4,1±0,09	1,4±7,07	92,3±3,54

Médias em cada coluna seguidas da mesma letra, para cada produto, não diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Duncan.

aplicação não alterou significativamente a taxa de encasulamento.

O peso de casulos inteiros foi mais elevado com aplicações de piriproxifem e metoprene efetuadas a 48 ou 72 HQI e aplicações de fenoxicarbe feita a 72 HQI (Tabela 2).

O peso de casulos vazios foi menos elevado quando aplicações de piriproxifem foram efetuadas sobre lagartas de *B. mori* a 24 HQI, sendo o valor observado inferior (P<0,05) ao verificado com aplicação a 48, 72 ou 96 HQI, as quais não diferiram (P>0,05) entre si. Os diferentes momentos de aplicação de metoprene e fenoxicarbe resultaram em valores de peso de casulos vazios que não diferiram entre si (P>0,05). Estes resultados concordam com Subba Rao *et al.* (1988), que verificaram não haver diferenças entre aplicações de metoprene a 48, 72 ou 96 HQI de *B. mori* para o peso de casulos vazios.

O peso de pupas não diferiu (P>0,05) entre os momentos de aplicação de piriproxifem. Para metoprene, aplicações a 48 e 72 HQI resultaram em pupas com pesos que não diferiram entre si (P>0,05) mas foram superiores (P<0,05) aos tratamentos a 24 e 96 HQI. A aplicação de fenoxicarbe a 72 HQI resultou em pupas mais pesadas, com valores que não diferiram (P>0,05) do tratamento a 48 HQI mas foram superiores (P<0,05) a 24 e 96 HQI.

O teor bruto de seda, que mede a proporção de seda em relação ao peso do casulo total, serviu para comprovar a

distribuição da reserva de nutrientes acumulada pelas lagartas para a produção de massa corporal e de seda. Diferenças foram observadas apenas entre os valores de teor bruto de seda dos tratamentos com metoprene, cuja aplicação a 24 HQI resultou em teor bruto de seda superior (P<0,05) aos verificados com aplicações a 48 e 72 HQI. Com os outros produtos, as variações nos momentos de aplicação não alteraram (P>0,05) o teor bruto de seda.

Novák (1966) afirmou haver um efeito direto de JH e análogos sobre a síntese de proteínas. A fibroína, proteína componente da seda, não foi alterada pela administração de AHJ. Embora a indução da proteossíntese pelos AHJ possa ocorrer em outros órgãos do corpo do inseto, a ação desses produtos nas doses utilizadas, sobre a proteossíntese nos casulos não foi verificada. Sarangi (1988) também não observou aumentos significativos da taxa de fibroína, quando pulverizou as lagartas a 48 HQI com o equivalente a 1mg de metoprene por inseto.

A emergência de adultos após aplicação dos AHJ no 5º instar larval também foi investigada, verificando-se não ter sido afetada pelos produtos e doses utilizadas (Tabela 3). Efeitos negativos de AHJ foram constatados sobre a capacidade reprodutiva de *Blattella germanica* (L.), *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), *Solenopsis invicta* (Buren) (Dhadialla *et al.* 1998) e sobre a embriogênese de *Bemisia tabaci* (Genn.) e *T. vaporariorum* (Ishaaya & Horowitz 1995). No presente estudo, embora tal fato não

Tabela 2. Produção de casulos e seda de lagartas de bicho-da-seda tratadas com três análogos do hormônio juvenil em diferentes momentos do quinto instar. (Temperatura de 25±2°C, UR de 70±10% e fotofase de 14h)

Produto	Momentos de aplicação (h do 5º instar)	Peso de casulos inteiros (mg)	Peso de casulos vazios (mg)	Peso de pupas (g)	Teor bruto de seda (%)	Teor de fibroína dos casulos (%)
Piriproxifem	24	1,9±0,10 b	0,4±0,01 b	1,4±0,08 a	23,4±0,68 a	74,9±3,54 a
	48	2,1±0,20 ab	0,5±0,04 a	1,4±0,16 a	23,5±1,36 a	72,6±0,91 a
	72	2,1±0,07 a	0,5±0,01 a	1,5±0,06 a	23,7±0,72 a	77,0±5,06 a
	96	2,0±0,05 ab	0,5±0,02 a	1,4±0,04 a	23,7±1,38 a	73,3±3,34 a
	C.V. (%)	5,90	4,23	7,02	4,33	4,79
Metoprene	24	2,0±0,03 b	0,5±0,02 a	1,6±0,03 b	22,9±0,66 a	73,5±0,65 a
	48	2,2±0,19 a	0,5±0,03 a	1,7±0,17 a	21,4±0,90 b	79,4±0,01 a
	72	2,2±0,06 a	0,5±0,02 a	1,7±0,06 a	21,9±0,87 b	78,1±0,77 a
	96	2,1±0,10 b	0,5±0,02 a	1,6±0,08 b	22,3±0,80 ab	75,1±3,75 a
	C.V. (%)	5,35	4,27	6,07	3,51	3,20
Fenoxicarbe	24	1,9±0,07 c	0,5±0,04 a	1,5±0,09 b	22,2±2,12 a	75,3±2,01 a
	48	2,1±0,15 ab	0,5±0,04 a	1,7±0,16 ab	21,6±2,03 a	76,9±1,22 a
	72	2,2±0,07 a	0,5±0,04 a	1,7±0,12 a	21,1±1,65 a	77,4±0,01 a
	96	2,0±0,09 bc	0,5±0,04 a	1,6±0,07 b	22,4±2,72 a	74,9±2,67 a
	C.V. (%)	4,87	7,65	7,06	9,87	2,71
Controle		1,77	0,4±0,01	1,3±0,06	21,1±0,76	78,5±1,70

Médias em cada coluna seguidas da mesma letra, para cada produto, não diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

tenha sido verificado, como o efeito é dose-dependente, a possibilidade de um efeito negativo dos compostos sobre a fecundidade do bicho-da-seda, quando aplicados em doses mais elevadas, não pode ser descartada.

Embora efeitos de AHJ sobre a oviposição e viabilidade de ovos de algumas espécies de insetos sejam citados, a oviposição e viabilidade de ovos de *B. mori* não foram afetadas pelos AHJ nas doses utilizadas (Tabela 3). Em rainhas de *S. invicta*, aplicação tópica de fenoxicarbe suprimiu a produção de ovos (Banks *et al.* 1988). A aplicação de piriproxifem inibiu a oviposição de *Spodoptera litura* (Fabr.), apesar de não ter afetado o desenvolvimento dos ovos (Hatakoshi 1992). No entanto, estes efeitos não foram notados em adultos de *Musca domestica* L. tratados com piriproxifem (Bull & Meola 1994).

O número de ovos postos por mariposa de bicho-da-seda após tratamento das lagartas de 5º instar com metoprene foi investigado por Kimura *et al.* (1986), que verificaram o aumento de 8% na quantidade de ovos das mariposas tratadas em relação às não tratadas. Embora o aumento de até 9% tenha sido verificado no presente estudo (785 ovos de mariposas tratadas com metoprene a 72 HQI e 708 ovos de mariposas não tratadas), essa diferença não foi significativa, devido às grandes variações encontradas entre indivíduos (Tabela 3).

Observaram-se também, durante os experimentos,

interessantes mudanças comportamentais e fisiológicas nas lagartas de *B. mori* influenciadas pelos AHJ. O ritmo de alimentação foi sensivelmente alterado nas lagartas tratadas, particularmente entre 24 e 48 HQI, ao mesmo tempo em que parece ter aumentado a seletividade dos insetos, os quais refugavam folhas que haviam perdido alguma turgescência, contrastando com as lagartas não-tratadas que ainda aceitavam tais folhas. Esse comportamento comprova observações anteriores feitas em lagartas de *B. mori* tratadas com metoprene (Gaaboub *et al.* 1985, Sakurai & Imokawa 1988) e fenoxicarbe (Cappelozza *et al.* 1995).

Pode-se concluir, pois, que aplicações de piriproxifem, metoprene e fenoxicarbe entre 48 e 72 HQI provocam, em geral, os maiores incrementos na biomassa e na produção de casulos de *B. mori*. Variações no momento de aplicação de piriproxifem, metoprene e fenoxicarbe entre 24h e 96h não influenciam a emergência ou a oviposição de adultos de *B. mori*, nem a viabilidade dos ovos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP – Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela bolsa de doutoramento (Proc. n.º. 97/13659-6) e pelo suporte financeiro deste trabalho.

Tabela 3. Efeitos sobre adultos de *B. mori* decorrentes da aplicação de três análogos do hormônio juvenil em diferentes momentos do quinto instar larval. (Temperatura de 25±2°C, UR de 70±10% e fotofase de 14h).

Produto	Momento de aplicação (h após 4ª ecdise)	Emergência de adultos (%)	Nº total de ovos	Viabilidade de ovos (%)
Piriproxifem	24	85,5 ± 2,09 a	784,0 ± 200,00 a	87,6 ± 9,47 a
	48	93,3 ± 11,55 a	694,3 ± 26,08 a	82,5 ± 6,84 a
	72	83,3 ± 15,28 a	696,7 ± 156,31 a	91,6 ± 5,23 a
	96	83,3 ± 15,28 a	690,7 ± 94,63 a	85,0 ± 0,10 a
	C.V.(%)	14,23	18,99	7,38
Metoprene	24	83,3 ± 15,28 a	745,5 ± 184,34 a	87,8 ± 1,43 a
	48	75,9 ± 6,45 a	632,3 ± 187,06v	88,4 ± 1,22 a
	72	86,1 ± 13,15 a	785,0 ± 138,12 a	81,3 ± 7,94 a
	96	93,3 ± 11,55 a	744,0 ± 187,34 a	90,8 ± 0,04 a
	C.V.(%)	14,23	24,15	5,89
Fenoxicarbe	24	83,3 ± 15,28 a	713,3 ± 175,13 a	86,8 ± 1,01 a
	48	84,4 ± 15,03 a	670,3 ± 210,77 a	73,4 ± 7,22 a
	72	79,8 ± 12,40 a	740,8 ± 158,13 a	84,4 ± 2,72 a
	96	86,1 ± 12,73 a	694,5 ± 136,07 a	85,8±11,67 a
	C.V.(%)	16,69	24,44	9,11
Controle		93,3 ± 11,55	707,7 ± 140,59	91,4 ± 3,45

Médias em cada coluna seguidas da mesma letra, para cada produto, não diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Duncan.

Literatura Citada

- Akai, H., K. Kiguchi & K. Mori. 1971.** Increased accumulation of silk protein accompanies KJH-induced prolongation of larval life in *Bombyx mori* L. Appl. Entomol. Zool. 6: 218-220.
- Akai, H., K. Kiguchi & K. Mori. 1973.** The influence of juvenile hormone on the growth and metamorphosis of *Bombyx* larvae. Bull. Seric. Exp. Sta. Jpn. 25: 287-305.
- Akai, H., K. Kiguchi, Y. Kobari & A. Shibukawa. 1981.** Practical utilization of juvenoids for increasing silk production. Scientific Papers of the Inst. Org. Phys. Chem. 22: 781-792.
- Akai, H., K. Kimura, M. Kiuchi & A. Shibukawa. 1984.** Effects of anti-juvenoid treatment on cocoon and cocoon filaments in *Bombyx mori*. J. Seric. Sci. Jpn. 53: 545-546.
- Akai, H., K. Takabayashi & M. Kiuchi. 1988.** Induction of spinning from JH-treated larvae of *Bombyx mori* by ecdysteroid administration. J. Seric. Sci. Jpn. 57: 341-344.
- Banks, W.A., D.F. Williams & C.S. Logren. 1988.** Effectiveness of fenoxycarb for control of the red imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae). J. Econ. Entomol. 81: 83-87.
- Bull, D.L. & R.W. Meola. 1994.** Efficacy and toxicodynamics of pyriproxyfen after treatment of insecticide-susceptible and resistant strains of the house fly (Diptera: Muscidae). J. Econ. Entomol. 87: 1407-1415.
- Cappellozza, L., P. Ianne & S. Cappellozza. 1997.** Effect of body weight on effectiveness of the insect growth regulator (I.G.R.) fenoxycarb applied to the male and female silkworm (*Bombyx mori*) (Lepidoptera: Bombycidae). Sericologia 37: 443-452.
- Cappellozza, L., S. Cappellozza & G. Sbrenna. 1995.** Changes in the developmental programme of *Bombyx mori* caused by oral treatment with fenoxycarb during the last larval instar. Sericologia 35: 427-436.
- Chang, C.F., S. Murakoshi & S. Tamura. 1972.** Giant cocoon formation in the silkworm, *Bombyx mori* L. topically treated with methylenedioxyphenyl derivatives. Agric. Biol. Chem. 36: 629-694.

- Chowdhary, S.K., F. Sehnal, S.K. Raj, P.S. Raju & S. Mathu. 1986.** Giant cocoon formation in *Bombyx mori* L. topically treated with juvenile hormone SJ-42-F. *Sericologia* 26: 455-459.
- Chowdhary, S.K., P.S. Raju & R.K. Ogra. 1990.** Effect of JH analogues on silkworm, *Bombyx mori* L., growth and development of silk gland. *Sericologia* 30: 156-165.
- Dhadialla, T.S., G.R. Carlson & D.P. Le. 1998.** New insecticides with ecdysteroidal and juvenile hormone activity. *Annu. Rev. Entomol.* 43: 545-569.
- Gaaboub, I.A., M.S. El-Helaly & S.M. Mostafa. 1985.** Food utilization, rate of larval growth, and fecundity of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) fed mulberry leaves treated with methoprene, triprene, and diflubenzuron. *J. Econ. Entomol.* 78: 1182-1186.
- Hatakoshi, M. 1992.** An inhibitory mechanism over oviposition in the tobacco curworm, *Spodoptera litura*, by juvenile hormone analogue pyriproxyfen. *J. Insect Physiol.* 38: 793-801.
- Ishaaya, I. & A.R. Horowitz. 1995.** Pyriproxyfen, a novel insect growth regulator for controlling whiteflies: mechanisms and resistance management. *Pestic. Sci.* 45: 227-232.
- Kimura, K., M. Kiuchi & H. Akai. 1986.** Effects of JH analogue and anti-JH treatments on the number and size of silkworm eggs. *J. Seric. Sci Jpn.* 55: 335-337.
- Murakoshi, S., C.F. Chang & S. Tamura. 1972.** Increase in silk production by silkworm, *Bombyx mori* L. due to oral administration of juvenile hormone analogue. *Agric. Biol. Chem.* 36: 695-696.
- Nihmura, M., S. Aomori, K. Mori & M. Matsui. 1972.** Utilization of synthetic compounds with JH activity for the silkworm rearing. *Agric. Biol. Chem.* 38: 889-892.
- Novák, V.J.A. 1966.** *Insect hormones.* London, Methuen, 478p.
- Sakurai, S. & H. Imokawa. 1988.** Development arrest induced by juvenile hormone in larvae of *Bombyx mori*. *Arch. Ins. Biochem. Physiol.* 8: 219-228.
- Sakurai, S., M. Okuda & T. Ohtaki. 1989.** Juvenile hormone inhibits ecdysone secretion and responsiveness to prothoracicotropic hormone in prothoracic glands of *Bombyx mori*. *Gen. Comparat. Endocrinol.* 75: 222-230.
- Sarangi, S.K. 1988.** Effect of juvenile hormone analogue on the silk gland of the silkworm, *Bombyx mori* L. *Sericologia* 28: 553-557.
- Subba Rao, G., S.K. Das, S.K. Sen, S. Nandi & R. Sompomu. 1988.** A study on the effect of a juvenile hormone analogue on the bivoltine silkworm, *B. mori* L. *Sericologia* 28: 543-564.
- Takahashi, R., S.N. Kronka & T. Hirose. 1984.** Aplicação do produto anabólico proteico R 20458 (Stauffer) em larvas de bicho-da-seda. *Zootecnia* 22: 73-78.
- Takahashi, R., C.D. Landim & S.N. Kronka. 1990.** Desenvolvimento da glândula sericígena do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.) sob a influência dos diferentes tipos de adubação na amoreira. *Bol. Ind. Animal* 47: 121-125.
- Takahashi, R., K.M. Takahashi & L.S. Takahashi. 2001.** *Sericicultura: uma promissora exploração agropecuária.* Jaboticabal, Editora Funep, 126p.
- Wigglesworth, V.B. 1961.** Physiology of insect metamorphosis. *J. Insect Physiol.* 7: 73.

Received 09/04/2001. Accepted 23/01/2002.