

DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE SEDA DO *BOMBYX MORI* L. EXPOSTO A ANÁLOGOS DO HORMÔNIO JUVENIL

J.E. Miranda¹, S.A. De Bortoli², R. Takahashi²

¹Embrapa Algodão, Núcleo do Cerrado, Rodovia BR 153, km 4, CEP 74001-970, Goiânia, GO, Brasil. E-mail: miranda@cpna.embrapa.br

RESUMO

O crescimento dos insetos é regulado por um complexo hormonal que inclui o hormônio juvenil, que assegura ao inseto a retenção de suas características larvais, prevenindo a maturação. A aplicação de análogos do hormônio juvenil em *Bombyx mori* tem promovido o incremento da produção de seda; entretanto, altas doses podem provocar efeitos deletérios sobre a biologia do inseto. Este estudo avaliou a pulverização de diferentes análogos do hormônio juvenil sobre o bicho-da-seda e seus efeitos sobre o desenvolvimento larval e a produção de seda. Lagartas foram expostas a piriproxifeno, metopreno e fenoxicarbe a doses de 20, 2 e 0,02 ppb de ingrediente ativo, respectivamente, através da pulverização dos insetos e do alimento a 48 horas após a quarta ecdise. A administração de análogos do hormônio juvenil promoveu aumentos no período larval, massa de glândulas sericígenas, peso de casulos e de pupas. Os produtos testados afetaram negativamente a taxa de encasulamento. Metopreno promoveu o maior incremento na produção de seda e menor taxa de mortalidade, podendo seu uso ser recomendado na sericultura.

PALAVRAS-CHAVE: Sericultura, piriproxifeno, metopreno, fenoxicarbe, neotenin.

ABSTRACT

DEVELOPMENT AND SILK PRODUCTION OF THE SILKWORM *BOMBYX MORI* L. EXPOSED TO JUVENILE HORMONE ANALOGUES. Insect growth is regulated by a hormonal complex that includes the juvenile hormone, which assures to the insect the retention of its larval characteristics, preventing maturation. Applications of juvenile hormone analogues on *Bombyx mori* have induced increases in silk production; however, high doses may promote deleterious effects on the biology of the insect. The present study evaluated the spraying of different juvenile hormone analogues on the silkworms and their effects on the larval development and silk production. Larvae were exposed to pyriproxyfen, methoprene and fenoxycarb at titers of 20, 2 and 0.02 ppb a.i., respectively, sprayed on the insects and food at 48 hours after the fourth ecdysis. The administration of juvenile hormone analogues promoted increases in the larval period, silk glands, cocoon and pupae weight. The tested products had a negative effect on the cocooning rate. Methoprene promoted a larger increment in the silk production and smaller fall in the cocooning rate, and its use can be recommended in sericulture.

KEY WORDS: Sericulture, pyriproxyfen, methoprene, fenoxycarb, neotenin.

INTRODUÇÃO

O sistema endócrino exerce controle em uma série de processos metabólicos relacionados ao desenvolvimento e a reprodução dos insetos através de complexa interação entre hormônios. O hormônio protorácico, produzido por células neurosecretoras do cérebro denominadas *corpora cardiaca*, estimula as glândulas protorácicas a secretar ecdisonio, produto primário que é logo a seguir hidroxilado por diversos tecidos a 20-hidroiecdisonio, forma que desencadeia

o processo de multiplicação celular da epiderme, que precede a ecdise ou metamorfose (KING; SIDDALL, 1969; CHANG, 1993; MCNABB; TRUMAN, 2008). Por sua vez, outras glândulas endócrinas situadas próximas ao cérebro, conhecidas como *corpora allata*, secretam hormônio juvenil (ou neotenin). O hormônio juvenil é composto-chave na regulação da embriogênese, determinação de castas em insetos sociais, síntese de vitelogenese e na definição dos processos de ecdise larval e metamorfose (EWER *et al.*, 1997; UNNI *et al.*, 2008). Concernente a este último, sua presença em

²Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, Brasil.

altas concentrações assegura a insetos jovens a retenção de suas características larvais, sem se diferenciar em adulto (SCHNEIDERMAN ; GILBERT, 1964; STAAL, 1982; RIDDIFORD *et al.*, 2000).

Pesquisas desenvolvidas para avaliar as influências das aplicações de produtos análogos do hormônio juvenil sobre a fisiologia do bicho-da-seda têm indicado que a aplicação destes produtos no quinto instar larval dos insetos aumenta a duração do período de alimentação (KAJIURA *et al.*, 1987; KAMIMURA, 1995; CAPPELLOZZA *et al.*, 1997; MIRANDA *et al.*, 2002a; GANGWAR, 2009), o ganho de peso corporal, o peso de casulos e o teor de seda (CHOWDHARY *et al.*, 1986; AHMAD *et al.*, 2007). Doses adequadas de análogos do hormônio juvenil (AHJ) induzem a maior produção de fibroína (KOTIKAL; DEVAIAH, 1986; SARANGI, 1988), componente principal do fio de seda (WATANABE *et al.*, 2000). O desenvolvimento das glândulas sericígenas é também estimulado pela administração de AHJ (KAJIURA; YAMASHITA, 1989; CHOWDHARY *et al.*, 1990). Maior desenvolvimento das glândulas sericígenas implica em produção de casulos maiores, fato evidenciado quando AHJ foram aplicados por via tópica no bicho-da-seda (AKAI *et al.*, 1971; SARANGI, 1988; MIRANDA *et al.*, 2008).

No entanto, efeitos adversos também ocorrem, sendo que doses excessivas comprometem a metamorfose pupal (AKAI *et al.*, 1988; SUBBA RAO *et al.*, 1988). Os efeitos decorrentes de aplicações de análogos do hormônio juvenil variam com a linhagem (GAABOUB *et al.*, 1985), a dose utilizada (DEDOS; FUGO, 1999), o momento (MIRANDA *et al.*, 2002b) e o método de aplicação (KOTIKAL ; DEVAIAH, 1986).

Dentre os vários AHJ descritos na literatura, alguns são comumente utilizados como produtos inseticidas no Brasil. Sendo assim, este trabalho teve por objetivo estudar os efeitos da pulverização dos AHJ piriproxifeno, metopreno e fenoxicarbe sobre o desenvolvimento e a produção de seda do bicho-da-seda, *Bombyx mori* L.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Sericicultura do Departamento de Zootecnia de Não Ruminantes da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus de Jaboticabal.

Ovos de bichos-da-seda da linhagem C115 x N108 foram adquiridos da Fiação de Sedas Bratac S.A., Bastos, SP, em estágio de pré-eclosão, com 10 dias de incubação. Após a eclosão, as lagartas foram criadas com o fornecimento *ad libitum* durante todo o período experimental de folhas de amoreira do genótipo Shima-Miura, colhidas 90

dias após a poda de amoreiral, sendo selecionadas folhas tenras recém-desenvolvidas. Os tratamentos culturais do amoreiral seguiram as normas técnicas recomendadas por TAKAHASHI *et al.* (2001). Grupos de 25 lagartas de primeiro instar constituíram as parcelas, dispostos em caixas plásticas com dimensões de 40 x 30 x 8 cm distribuídas em prateleiras em câmara climatizada com fotoperíodo de 14 horas diárias, temperatura de $26 \pm 2^\circ$ C e umidade relativa do ar de $70 \pm 10\%$, aí permanecendo até o final da fase larval.

Os produtos análogos do hormônio juvenil utilizados foram piriproxifeno (Cordial 10CE), metopreno (Manta CE) e fenoxicarbe (Insegar), nas concentrações de 20; 2 e 0,02 ppb de ingrediente ativo, respectivamente, determinadas com base em estudos efetuados por MIRANDA *et al.* (2002b). A pulverização foi efetuada sobre lagartas de quinto instar e o alimento (folhas de amoreira) a 48 horas (conforme MIRANDA *et al.*, 2002b) após a quarta ecdise, de modo que os insetos foram expostos ao produto por via tópica (contato do corpo com a solução) e via oral (ingestão das folhas pulverizadas). O tratamento referente à testemunha foi constituído por lagartas não tratadas (que receberam somente o solvente).

As variáveis biológicas avaliadas foram: duração do quinto instar larval (dias), ganho de peso corporal (em gramas), massa da glândula sericígena (em gramas), taxa de encasulamento (número de casulos em relação ao número inicial de insetos, em porcentagem), peso de casulos (em gramas), peso de casca sérica (em gramas), peso de pupas (em gramas), teor de seda (proporção de seda em relação ao peso do casulo), mortalidade corrigida (diferença entre a mortalidade do tratamento e a mortalidade natural em porcentagem), ganho de peso de casulo (peso de casulo do tratamento em relação ao peso de casulo do controle, em porcentagem) e eficiência relativa (diferença entre o ganho de peso de casulo e a mortalidade corrigida, em porcentagem). 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 CaCl_2 /1.000 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 (MIRANDA *et al.*, 2002a).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e nove repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas através do teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de AHJ promoveu efeitos similares entre os produtos testados sobre os parâmetros biológicos de *Bombyx mori*, com aumentos significativos na duração do 5º instar e no peso de casulos e pupas em relação ao controle (Tabela 1). Estes efeitos decorrem, segundo SAKURAI *et al.* (1989), da interferência do hormônio juvenil sobre a produção do hormônio protoracicotrópico pelas glândulas neurosecretoras e de ecdisônio pelas glândulas protorácicas.

Alterações comportamentais também foram observadas, com aumento da seletividade do alimento pelos insetos, que refugaram folhas expostas por mais de três horas, corroborando afirmações de RADHASKRISHNA; DELVI (1992) e MIRANDA *et al.* (2003).

De acordo com ISHAAYA; ASCHER (1977), produtos reguladores do crescimento de insetos, como é o caso de AHJ, costumam afetar a digestão e a utilização do alimento ingerido.

Todos os produtos AHJ afetaram negativamente a taxa de encasulamento, que representa o percentual de produção de casulos do lote de insetos criados. Os valores obtidos com lagartas tratadas foram significativamente inferiores ao verificados com lagartas não tratadas, sendo que o encasulamento foi mais afetado pela aplicação de fenoxicarbe. A variação verificada na taxa de encasulamento (74 a 85%) com insetos tratados com AHJ foi inferior à verificada por TSUKADA *et al.* (1987), que obtiveram valores entre 88 e 95% em insetos tratados.

Tabela 1 - Pulverização de análogos do hormônio juvenil e efeitos sobre variáveis biológicas e produtivas do bicho-da-seda expostos a análogos do hormônio juvenil.

Variáveis	Análogos do hormônio juvenil			
	Piriproxifeno	Metopreno	Fenoxicarbe	Controle
Duração do 5º instar (dias)	10,70±0,43 a	10,10±0,52 a	10,53±0,21 a	8,07±0,32 b
Ganho de peso corporal (g)	4,59±0,17 b	4,70±0,09 ab	4,76±0,03 a	4,16±0,16 c
Massa da glândula sericígena (g)	1,97±0,10 a	1,82±0,04 b	1,79±0,07 b	1,75±0,07 b
Taxa de encasulamento (%)	80,67± 3,33bc	84,67±5,33 b	74,33± 3,50 c	96,00±3,33a
Peso de casulos (g)	2,28±0,02 a	2,27±0,05 ab	2,22±0,02 b	1,93± 0,07c
Peso de casca sérica (g)	0,53±0,02 a	0,51± 0,03ab	0,49±0,02 b	0,45±0,01 c
Peso de pupas (g)	1,73±0,05 a	1,75±0,04 a	1,72±0,03 a	1,48±0,05 b
Teor de seda (%)	23,25±0,55 a	22,47±0,38 a	22,07±0,44 a	23,32±0,70a

Médias com letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

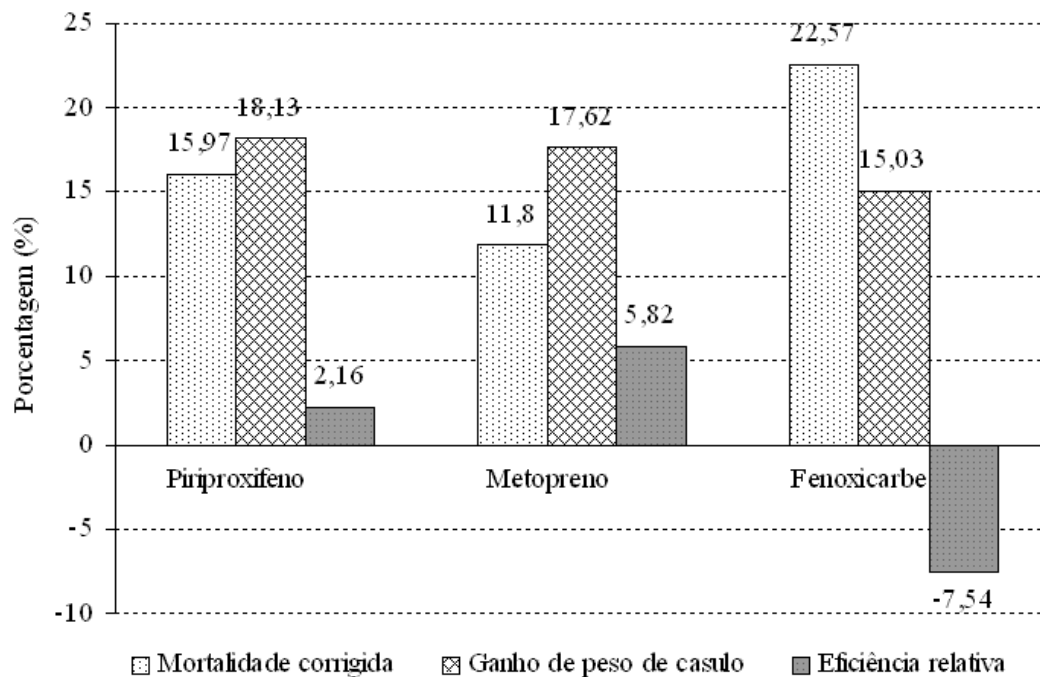


Fig. 1 - Eficiência relativa da pulverização de análogos de hormônio juvenil em lagartas de *Bombyx mori*.

Trabalhos têm mostrado efeitos deletérios dose-dependentes ocasionados pela administração destes produtos, como supressão da emergência de adultos de *Bemisia tabaci* e inibição de oviposição de *Spodoptera litura* promovida por piriproxifeno (ISHAAYA; HOROWITZ, 1995); inibição da produção de aminoácidos com consequente comprometimento da metamorfose, inibição da atividade secretória das glândulas protorácicas e má formação do sistema digestivo no adulto do bicho-da-seda causados por fenoxicarbe (LEONARDI *et al.*, 1996; CAPPELLOZZA *et al.*, 1995; DEDOS; FUGO, 1999).

Os pesos de casulos e da casca sérica foram maiores nos insetos tratados com AHJ do que em insetos não tratados, sendo que piriproxifeno promoveu pesos de casulo e casca sérica superiores a fenoxicarbe. A hipertrofia das glândulas sericígenas e o aumento do conteúdo de RNA no corpo dos insetos tratados com AHJ são as causas do aumento do peso de casulos e da casca sérica (KURATA; DAILLIE, 1978; SUBBA RAO *et al.*, 1988). KAJIURA; YAMASHITA (1989) afirmaram que produtos AHJ prolongam a atividade das glândulas sericígenas e a síntese de fibroína e sericina, proteínas constituintes do fio de seda. De acordo com UNNI *et al.* (2008), estímulos à secreção de fibroína e sericina nas glândulas sericígenas induzem maior produção de seda. Este efeito é mais pronunciado do que quando algum fator externo promove o prolongamento do último instar do bicho-da-seda.

Pela análise dos resultados, é possível observar que a intensidade de tais efeitos varia com o produto AHJ utilizado. Assim, apesar de fenoxicarbe ter se destacado por prolongar por mais tempo o quinto instar larval em relação ao controle, acumulando reservas durante o período estendido de alimentação e induzindo o aumento da massa corporal, esse AHJ não promoveu aumento proporcional na produção de seda. KAJIURA; YAMASHITA (1989) relataram resultados similares com o uso de metopreno. MAMATHA *et al.* (2008) compararam os efeitos de fenoxicarbe e metopreno em atividades enzimáticas do bicho-da-seda e verificaram que ambos aumentam o metabolismo oxidativo dos tecidos do corpo do inseto, através de maior síntese de proteases, ATPases e outras enzimas, sendo metopreno mais eficiente que fenoxicarbe na indução de tal efeito.

Na atividade sericícola, o teor de seda e o peso de casulo são os principais parâmetros a serem considerados no rendimento econômico para o produtor (MENEQUIM *et al.*, 2007). Uma vez que não houve diferença no teor de seda entre insetos tratados e não tratados, o incremento do peso de casulo promovido pelos AHJ foi comparado com os efeitos deletérios sobre a mortalidade dos insetos (Fig. 1). O uso comercial de AHJ é justificável, assim, se o incremento no peso dos casulos for maior que a taxa de mortalidade decorrente da administração de tais produtos. Os efeitos ocasionados por piriproxifeno

nas duas características praticamente se anulam, resultando em eficiência relativa de 2,16%. Fenoxicarbe promove alta mortalidade, perda que não é compensada pelo aumento no peso dos casulos. Metopreno foi o produto que mostrou os melhores resultados quando estas duas características foram avaliadas em relação ao controle, promovendo eficiência relativa de 5,82%.

CONCLUSÕES

A duração do quinto instar larval foi significativamente aumentada pela aplicação de AHJ.

O AHJ que promoveu o maior ganho de peso das lagartas de bicho-da-seda foi fenoxicarbe.

Piriproxifeno promoveu o maior desenvolvimento da glândula sericígena, maior peso de casulos e de casca sérica.

A aplicação de AHJ nas doses estudadas promove o aumento do peso de pupas.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, I.; RAHAYU, R.; AGUS, D.; PERMANA, D.; AS-TARI, S. Alteration of ecdysteroid titre by thyroxine and juvenile hormone analogue (methoprene) in *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). *Biota*, v.12, n.2, p.116-121, 2007.
- AKAI, H.; KIGUCHI, K.; MORI, K. Increased accumulation of silk protein accompanies KJH-induced prolongation of larval life in *Bombyx mori* L. *Applied Entomology and Zoology*, v.6, n.2, p.218-220, 1971.
- AKAI, H.; TAKABAYASHI, K.; KIUCHI, M. Induction of spinning from JH-treated larvae of *Bombyx mori* by ecdysteroid administration. *Journal of Sericultural Science of Japan*, v.57, n.4, p.341-344, 1988.
- CAPPELLOZZA, L.; CAPPELLOZZA, S.; SBRENNNA, G. Changes in the developmental programme of *Bombyx mori* caused by oral treatment with fenoxycarb during the last larval instar. *Sericologia*, v.35, n.3, p.427-436, 1995.
- CAPPELLOZZA, L.; IANNE, P.; CAPPELLOZZA, S. 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*, v.37, n.3, p.443-452, 1997.
- CHANG, E.S. Comparative endocrinology of molting and reproduction: Insects and crustaceans. *Annual Review of Entomology*, v.38, n.2, p.161-180, 1993.
- CHOWDHARY, S.K.; SEHNAL, F.; RAJ, S.K.; RAJU, P.S.; MATHU, S. Giant cocoon formation in *Bombyx mori* L. topically treated with juvenile hormone SJ-42-F. *Sericologia*, v.26, n.4, p.455-459, 1986.

- CHOWDHARY, S.K.; RAJU, P.S.; OGRA, R.K. Effect of JH analogues on silkworm, *Bombyx mori* L., growth and development of silk gland. *Sericologia*, v.30, n.2, p.156-165, 1990.
- CIFUENTES, C.C.A.; SOHN, K.W. *Manual técnico de Sericultura: cultivo de la morera y cría del gusano de seda en el trópico*. Pereira: Fundo Editorial de Risaralda, 1998. 438p.
- DEDOS, S.G.; FUGO, H. Disturbance of adult eclosion by fenoxycarb in the silkworm, *Bombyx mori*. *Journal of Insect Physiology*, v.45, n.2, p.257-264, 1999.
- EWER, J.; GAMMIE, S.C.; TRUMAN, J.W. Control of insect ecdysis by a positive-feedback endocrine system: role of eclosion hormone and ecdysis triggering hormone. *Journal of Experimental Biology*, v.200, n.5, p.869-881, 1997.
- GAABOUB, I.A.; EL-HELALY, M.S.; MOSTAFA, S.M. Food utilization, rate of larval growth, and fecundity of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) fed mulberry leaves treated with methoprene, triprene, and diflubenzuron. *Journal of Economical Entomology*, v.78, n.6, p.1182-1186, 1985.
- GANGWAR, S.K. Effect of juvenile hormone mimic R394 on silkworm (*Bombyx mori* L.) growth and development of silk gland. *Journal of Agricultural and Biological Science*, v.4, n.6, p.65-67, 2009.
- ISHAAYA, K.; ASCHER, K.R.S. Effect of diflubenzuron on growth and carbohydrate hydrolases of *Tribolium castaneum*. *Phytoparasitica*, v.5, n.1, p.149-158, 1977.
- ISHAAYA, I.; HOROWITZ, R. Pyriproxyfen, a novel insect growth regulator for controlling whiteflies: mechanisms and resistance management. *Pesticide Science*, v.43, n.1, p.227-232, 1995.
- KAJIURA, Z.; KADONO-OKUDA, K.; YAMASHITA, O. Induction of dauer larvae by a juvenile hormone analogue and their response to ecdysteroids in the silkworm, *Bombyx mori*. *Journal of Sericultural Science of Japan*, v.56, n.5, p.398-406, 1987.
- KAJIURA, Z.; YAMASHITA, O. Super growth of silkglands in the dauer larvae of the silkworm, *Bombyx mori*, induced by a juvenile hormone analogue. *Journal of Sericultural Science of Japan*, v.58, n.1, p.39-46, 1989.
- KAMIMURA, M. Effects of a juvenile hormone analogue, fenoxycarb, on larval growth of the silkworm, *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). *Applied Entomology and Zoology*, v.30, n.3, p.487-489, 1995.
- KING, D.S.; SIDDALL, J. Conversion of α -ecdysone to β -ecdysone by crustaceans and insects. *Nature*, v.221, n.5, p.955-956, 1969.
- KOTIKAL, Y.; DEVAIAH, M.C. Juvenile hormones in sericulture. *Indian Silk*, n.25, p.19-20, 1986.
- KURATA, K.; DAILLIE, J. Effect of exogenous juvenoid on the growth of the silkgland and the synthesis of nucleic acid and silk protein by the silkgland of *Bombyx mori*. *Bulletin of Sericulture Experimental Station of Japan*, v.27, n.4, p.507-530, 1978.
- LEONARDI, M.G.; CAPPELLOZZA, S.; IANNE, P.; CAPPELLOZZA, L.; PARENTI, P.; GIORDANA, B. Effects of the topical application of an insect growth regulator (fenoxycarb) on some physiological parameters in the fifth instar larvae of the silkworm *Bombyx mori*. *Compendium of Biochemistry and Physiology*, v.113B, n.2, p.361-365, 1996.
- MAMATHA, D.M.; KANJII, V.K.; COHLY, H.H.P.; RAO, M.R. Juvenile hormone analogues, methoprene and fenoxycarb dose-dependently enhance certain enzyme activities in the silkworm *Bombyx mori* L. *Environmental Research and Public Health*, v.5, n.2, p.120-124, 2008.
- McNABB, S.L.; TRUMAN, J.W. Light and peptidergic eclosion hormone neurons stimulate a rapid eclosion response that masks circadian emergence in *Drosophila*. *Journal of Experimental Biology*, v.211, p.2263-2274, 2008.
- MENEGUIM, A.M.; LOVATO, L.; SILVA, R.Z. da; YAMAOKA, R.S.; NAGASHIMA, G.T.; PASINI, A. Influência de cultivares de amoreira *Morus* spp. sobre a produção e qualidade de casulos de bicho-da-seda, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). *Neotropical Entomology*, v.36, n.5, p.670-674, 2007.
- MIRANDA, J.E.; BORTOLI, S.A.; TAKAHASHI, R. Development and silk production by silkworm larvae after topical application of methoprene. *Scientia Agricola*, v.59, n.3, p.585-588, 2002a.
- MIRANDA, J.E.; BORTOLI, S.A.; TAKAHASHI, R.; SILVA, A.F. Efeito de três análogos do hormônio juvenil aplicados em bicho-da-seda, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). *Neotropical Entomology*, v.31, n.1, p.19-25, 2002b.
- MIRANDA, J.E.; BORTOLI, S.A.; TAKAHASHI, R.; SILVA, A.F. Índices nutricionais de bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.) tratados com análogos do hormônio juvenil. *Revista Científica Rural*, v.8, n.1, p.32-38, 2003.
- RADHAKRISHNA, P.G.; DELVI, M.R. Effect of organophosphorous insecticides on food utilization in different races of *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). *Sericologia*, v.32, n.1, p.71-79, 1992.
- RIDDIFORD, L.M.; CHERBAS, P.; TRUMAN, J.W. Ecdysone receptors and their biological actions. *Vitamins and Hormones*, v.60, n.1, p.1-73, 2000.
- SAKURAI, S.; OKUDA, M.; OHTAKI, T. Juvenile hormone inhibits ecdysone secretion and responsiveness to

prothoracic glands of *Bombyx mori*. *Genetic Comparative Endocrinology*, v.75, n.2, p.222-230, 1989.

SARANGI, S.K. Effect of juvenile hormone analogue on the silk gland of the silkworm, *Bombyx mori* L. *Sericologia*, v.28, n.4, p.553-557, 1988.

SCHNEIDERMAN, H.A.; GILBERT, L.I. Control of growth and development in insects. *Science*, n.143, p.325-333, 1964.

SCRIBER, J.M.; SLANSKY JUNIOR, F. The nutritional ecology of immature insects. *Annual Review of Entomology*, v.26, n.1, p.183-211, 1981.

STAAL, G. Insect control with growth regulators interfering with the endocrine system. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v.31, n.1, p.15-23, 1982.

SUBBA RAO, G.; DAS, S.K.; NANDI, S.; ROMPOMU R.; SEN, S.K. A study on the effect of a juvenile hormone analogue on the bivoltine silkworm, *B. mori* L. *Sericologia*, v.28, n.4, p.543-564, 1988.

TAKAHASHI, R.; TAKAHASHI, K.M.; TAKAHASHI, L.S. *Sericicultura: uma promissora exploração agropecuária*. Jaboticabal: Editora Funep, 2001. 126p.

TSUKADA, M.; KIMURA, K.; SHIBUKAWA, A.; SHIMAZAKI, A.; AKAI, H. Effect of treatment with juvenile hormone analogue and anti-juvenoid on the size of the cocoon filament. *Journal of Sericultural Science of Japan*, v.56, n.3, p.231-234, 1987.

WATANABE, J.K.; YAMAOKA, R.S.; BARONI, S.A. *Cadeia produtiva da seda: diagnósticos e demandas atuais*. Londrina: IAPAR, 2000. 129p. (IAPAR, Documentos, 22).

UNNI, B.G.; BHATTACHARJEE, M.; GOSWANI, A.M.; CHUTIA, S.B.; DAS, S.; RAJKHOWA, G.; KAKOTY, Y. Role of insect neuropeptides and juvenile hormones in silk protein biosynthesis. *Annals of Neurosciences*, v.15, n.4, p.112-117, 2008.

Recebido em 17/8/10

Aceito em 14/3/12