

## Efeitos subletais de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), utilizados na cultura do milho

GUSTAVO STORCH<sup>1\*</sup>; ALCI ENIMAR LOECK<sup>2</sup>; MATEUS REMOR<sup>1</sup>; PAULO PELOIA<sup>1</sup>

Eng. Agr. Pesquisador da Syngenta Ltda, Rua Paraná 1241, Sala 102, CEP 85812-010, Cascavel/PR. E-mail: [gustavo.storch@syngenta.com](mailto:gustavo.storch@syngenta.com). \*Autor para correspondência

<sup>2</sup>Professor do Departamento de Fitossanidade, FAEM/UFPel, Rua Gomes Carneiro 1, CEP 96010-610, Pelotas/RS. E-mail: [alcienin@ufpe.tche.br](mailto:alcienin@ufpe.tche.br)

### RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi estudar os efeitos subletais de inseticidas sobre as populações de lagartas de *Spodoptera frugiperda*. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, quatro repetições de 25 indivíduos e três tratamentos, malationa, lambdacialotrina e testemunha. Utilizou-se a técnica de aplicação tópica em lagartas de terceiro ínstar, com doses correspondentes a CL<sub>10</sub>, para os inseticidas. Após a aplicação dos inseticidas as lagartas foram individualizadas em tubos de vidro de 2,5 x 8,5 cm, tamponados com algodão hidrófugo, contendo dieta artificial onde foram mantidas até o estágio de pupa. As pupas foram pesadas e sexadas com 24 horas de idade. As variáveis observadas foram viabilidade larval e pupal, e peso de pupa. A longevidade foi observada sobre 20 casais individualizados e alimentados com uma solução de mel 10%. Diariamente foi observada a mortalidade dos adultos e feita a retirada dos mesmos das gaiolas. A contagem dos ovos foi feita a cada dois dias. Para estudar a viabilidade utilizou-se 20 ovos da segunda e terceira posturas e 10 repetições. Em conclusão: Os inseticidas malationa e lambdacialotrina quando aplicados na fase larval afetam a fertilidade de *S. frugiperda*, através da redução do percentual de ovos viáveis.

**Palavras-chave:** controle químico, lagarta do cartucho, subdosagem de inseticida, toxicidade, *Zea mays*.

### ABSTRACT

#### Sub-lethal effects of insecticides on *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) used in the corn crop

The objective of this research was to evaluate the sub-lethal effects of insecticides on fall armyworm population of *Spodoptera frugiperda*. The experimental design was completely randomized, four replicates of 25 insects and three treatments malathion, ambdacyhalothrin and check. It was used the technique by topic application of fall armyworm on third stage using the doses corresponding to CL<sub>10</sub> to the insecticides. After applying the insecticides the fall armyworms were put into 2.5 x 8.5 cm glass tubes, enclosed with water repellent cotton containing artificial diet where they were kept until the pupae phase. The pupae were weighed and sexed for 24 hours. The variables observed were larvae and pupae viability and pupae weight. The longevity was observed over 20 individualized couples fed with a 10% honey solution. It was diary observed the adults mortality by taking them out of the cage. The eggs counting were done every two days. It was used 20 eggs of the second and third egg laying using 10 replications. The insecticides malathion and lambdacyhalothrin when applied in fall armyworms affect the fertility of *S. frugiperda*, by reducing the percentage of viable eggs.

**Keywords:** chemical control, fall armyworm, sub-dose of insecticide, toxicity, *Zea mays*.

## INTRODUÇÃO

O Brasil cultiva cerca de 15,8 milhões de hectares de milho o que o torna o 3º maior produtor mundial, atrás apenas dos Estados Unidos e da China. Os estados do Mato Grosso e Paraná são os maiores produtores, neste último se destacam a região Oeste com plantios de milho safrinha e a região central do estado, onde devido às elevadas altitudes obtêm-se as maiores produtividades de milho no Brasil (CONAB, 2013).

Nos últimos anos o país produziu quantidade suficiente para atender as necessidades internas principalmente para a produção de ração, a qual é crescente, e ainda exportar excedentes se tornando o terceiro maior exportador do mundo, ficando atrás dos Estados Unidos e Argentina (OLIVEIRA et al., 2010).

A lagarta do cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), é uma praga que está distribuída em toda a América e em algumas ilhas da Índia, sendo que no Brasil ocorre durante todo ano devido ao clima favorável e à abundância de alimento (CRUZ, 1995).

A cultura do milho frequentemente tem sido prejudicada pela lagarta do cartucho causando prejuízos, alguns trabalhos mostram elevadas reduções de produtividades, algo em torno de 34,1 (CARVALHO, 1970), e 60% dependendo da cultivar e fase de desenvolvimento da cultura em que ocorre o ataque (CRUZ et al., 2008).

O controle de *S. frugiperda* em milho é realizado quase que exclusivamente com inseticidas químicos (CARVALHO, 1982; GASSEN, 1994). A importância da *S. frugiperda* se deve tanto pelos danos provocados como também à dificuldade de seu controle. Nesse sentido é imprescindível o conhecimento dos parâmetros populacionais da praga, para buscar maneiras mais econômicas e sustentáveis de controle (SANTOS et al., 2004).

HAYNES (1988) realizou uma revisão sobre o efeito subletal de inseticidas neurotóxicos, sendo que nos grupos dos organofosforados, carbamatos e piretróides verificou alguns casos em que os insetos tiveram sua fertilidade e fecundidade afetadas. Creditou isso a mudanças no comportamento dos insetos, principalmente durante o período reprodutivo. Concluiu que embora os efeitos subletais dos inseticidas sejam evidentes, existem poucos trabalhos científicos publicados neste contexto, e que existem vários caminhos a serem explorados.

Estudos sobre efeitos subletais em populações de insetos-praga ainda são muito restritos, no entanto os poucos disponíveis na literatura mostram resultados relevantes (ÁVILA & NAKANO, 1999; LYRA et al., 1998; PERVEEN, 2000; STORCH et al., 2002; PATISSOLI et al., 2004; SÁENZ-DE-CABEZÓN et al., 2006; BATISTA NETO et al., 2011.).

Haja vista que o Manejo Integrado de Pragas (MIP) associa os diversos conhecimentos a respeito do ambiente e dinâmica populacional da praga, utilizando todos os métodos e técnicas racionais com o objetivo de manter a população da praga em níveis a não causar dano econômico, o estudo sobre efeitos deletérios de inseticidas se propõe a colaborar com o MIP. O objetivo do trabalho é avaliar o efeito subletal dos inseticidas de ação por contato sobre *S. frugiperda*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Lagartas oriundas do município de Pelotas/RS (latitude - 31°32'48", longitude - 52°21'30"), foram capturadas em área de milho e encaminhadas ao laboratório, onde foram mantidas por cinco gerações dando início a uma criação estoque. A criação estoque deu suporte com fornecimento de lagartas de terceiro instar para a realização dos testes toxicológicos.

O ensaio constou de três tratamentos: malationa (Malathion® 1000 EC), lambdacialotrina (Karate Zeon® 50 CS), ambos diluídos em água, e testemunha sem inseticida (somente água). Cada tratamento foi aplicado em 100 lagartas.

A aplicação foi tópica, na região pró-torácica nas lagartas de terceiro instar de *S. frugiperda*, utilizando-se pinça para posicionar as lagartas e seringa calibrada para 1 µL, este volume sendo aplicado em cada indivíduo.

Para avaliar o efeito dos inseticidas sobre lagartas sobreviventes utilizou-se a  $CL_{10}$  (concentração de inseticida suficiente para matar 10% da população), obtida na primeira fase do trabalho. Para o inseticida malationa foi utilizada a concentração de 2.185,711 ppm, e para lambdacialotrina 12,985ppm, sendo a testemunha tratada somente com água destilada.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado devido à homogeneidade do material experimental (população de lagartas estabilizada oriunda de criação estoque em laboratório), e quatro repetições. Considerou-se um grupo composto por 25 lagartas uma unidade experimental, totalizando 100 lagartas por tratamento.

Após a aplicação dos inseticidas as lagartas foram individualizadas em tubos de vidro de 2,5 x 8,5cm, tamponados com algodão hidrófugo. Os tubos de vidro já haviam sido previamente esterilizados durante 2 horas em estufa à 120 °C. As lagartas foram submetidas à dieta artificial descrita por Greene et al. (1976). Foram mantidas em câmara climatizada tipo BOD à temperatura de 25°C e fotofase de 14 horas, onde permaneceram até a pupação.

As pupas obtidas foram transferidas para tubos de ensaio de 2,5 x 8,5 cm, separadas por sexo, segundo Butt & Cantu (1962). Após o surgimento dos adultos, casais foram individualizados em gaiolas de PVC de 15 centímetros de diâmetro por 15 centímetros de altura. As gaiolas foram revestidas com papel jornal, que serviu como substrato de oviposição e dispostas em pratos plásticos também forrados com papel jornal e fechadas na extremidade superior com tecido do tipo “tule”, preso com elástico. Os casais foram estabelecidos com indivíduos de no máximo dois dias de idade e alimentados com solução de mel a 10%, fornecido por capilaridade através de roletes dentais mantidos em recipientes de vidro colocados no interior da gaiola. O alimento foi renovado a cada dois dias para evitar fermentação.

As variáveis observadas nas pupas foram: peso de pupas 24 h após a transferência (peso médio de 20 pupas por repetição), mortalidade de pupas e deformações nos adultos emergentes. Após o surgimento dos adultos, as avaliações foram: longevidade (de 20 indivíduos por repetição), fecundidade (número de ovos por fêmea) e fertilidade (percentual de ovos férteis em 20 ovos da segunda e terceira postura e 10 repetições). As observações foram realizadas em cinco casais em cada unidade experimental e quatro repetições, totalizando 20 casais por tratamento.

As gaiolas de PVC com os casais foram distribuídas aleatoriamente sobre prateleiras no interior do laboratório. Diariamente, foi observada a mortalidade dos adultos, os quais foram retirados das gaiolas.

A contagem dos ovos foi feita a cada dois dias utilizando-se microscópio estereoscópio. O método de contagem dos ovos foi mesmo utilizado por Leuck & Perkins (1972), realizando-se a contagem do número de ovos na camada superior e multiplicando-se este valor pelo número de camadas existentes na postura, adicionando-se os ovos contados nas bordas das camadas subsequentes.

As variáveis viabilidade larval e pupal, e defeitos em asas foram quantificadas pela sua presença ou ausência, recebendo “notas” 1 ou 0, respectivamente, com a ocorrência de um eliminando a ocorrência de outro parâmetro em um mesmo indivíduo.

A variável efeitos deletérios totais é a soma de morte de pupas e asas deformadas. O número de lagartas geradas foi obtido através da multiplicação do número de ovos produzidos por fêmea pelo percentual de ovos viáveis.

Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA), com um nível de significância de 5%. As premissas de homogeneidade da variância e normalidade dos resíduos foram verificadas pelos testes de Bartlett (5% de significância) e teste de Shapiro-Wilk (10% de significância), respectivamente. As médias foram comparadas aplicando-se o teste de Tukey com significância de 5%, com o auxílio do software JMP versão 10 (SAS, 2012).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses subletais de malationa e lambdacialotrina ( $CL_{10}$ = 2.185,711 e 12,985 ppm, respectivamente), promoveram a mortalidade de 10,02% e 8,0% na população, respectivamente,

sendo observada mortalidade de 2,50% na testemunha, o que pode ser considerado normal em criações artificiais de insetos, devido a fatores de adaptação e manipulação (Tabela 1). Como esperado, a mortalidade promovida pelos inseticidas não diferiu estatisticamente de 10% e da testemunha, de 0% segundo o teste Z para uma proporção vs. constante, o que ratifica o estudo anterior de determinação do DL<sub>10</sub>. A viabilidade das lagartas de todas as populações foi suficiente para o desenvolvimento dos trabalhos subsequentes.

**TABELA 1.** Mortalidade de lagartas de 3º ínstar até a fase de pupa de *Spodoptera frugiperda* tratadas topicamente com malationa e lambdacialotrina, durante o período de 2007, UFPel/FAEM, no município de Pelotas/RS.

Ingrediente ativo	Nome Comercial	N <sup>a</sup>	Concentração utilizada <sup>b</sup> (CL <sub>10</sub> )	Mortalidade observada* (%)
Malationa	Malathion 1000	100	2.185,711	10,025 <sup>ns</sup>
Lambdacialotrina	Karate Zeon 50 SC	100	12,985	8,00
Testemunha	-	100	-	2,500

<sup>a</sup> número de indivíduos testados;

<sup>b</sup> PPM em água destilada;

n.s. – não significativo;

\* Análise realizada com dados transformados pelo método angular:  $Z = \text{Arcseno } \sqrt{Y}$ .

A análise do peso de pupas (Tabela 2) mostrou que a malationa promoveu um aumento no peso de pupas quando comparado com a testemunha, enquanto que a lambdacialotrina foi semelhante a ambos os tratamentos. Essa interferência do inseticida malationa aplicado em doses subletais pode ser chamado de hormese, situação onde ocorre o favorecimento dos insetos por inseticidas em pequenas doses (FORBES, 2000). O mesmo não foi observado em *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae), onde os inseticidas reduziram os pesos de pupas, (STORCH et al., 2007), esse fato demonstra que o favorecimento do inseto depende do produto e espécie estudada.

**TABELA 2.** Peso de pupas, morte de pupas, asas deformadas e efeitos deletérios observados em população de lagartas de *Spodoptera frugiperda* no 3º ínstar tratadas com malationa, lambdacialotrina e água, em bioensaio usando a técnica de aplicação tópica, utilizando concentração para matar 10% da população até a fase de pupa, durante o período de 2007, UFPel/FAEM, no município de Pelotas/RS.

Ingrediente ativo	Nome Comercial	Peso de pupas (g)	Morte de pupas* <sup>§</sup> (%)	Asas deformadas* <sup>§</sup> (%)	Efeitos deletérios totais* <sup>§</sup> (%)
Malationa	Malathion 1000 CE	0,2782 a	4,87 <sup>ns</sup>	1,13 <sup>ns</sup>	6,00 <sup>ns</sup>
Lambdacialotrina	Karate Zeon 50 sc	0,2759 ab	0,00	8,00	8,00
Testemunha	-	0,2654 b	2,00	1,00	3,00
Desvio padrão	-	0,0064	-	-	-
CV (%)	-	2,43	-	-	-

<sup>ns</sup> não significativo;

Médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância;

\* Análise realizada com dados transformados pelo método angular:  $Z = \text{Arcseno } \sqrt{Y}$ ;

§ efeitos deletérios totais = morte de pupas + asas deformadas.

Já com relação à morte de pupas, asas deformadas, e efeitos deletérios totais (soma entre asas deformadas e morte de pupas), não houve diferença entre tratamentos (Tabela 2). Diferente do observado por Storch et al. (2007), em *A. gemmatalis* expostas a inseticidas, e em *S. frugiperda* sobreviventes a aplicação de inseticidas em área comercial de milho (STORCH et al., 2002), onde obtiveram diversos níveis de efeitos deletérios.

Os adultos oriundos das populações tratadas com inseticidas não apresentaram variação da sua longevidade (Tabela 3). Diferindo do observado por Storch (2003), onde a população de *A. gemmatalis* oriunda do tratamento com lambdacialotrina apresentou menor longevidade em relação à testemunha.

**TABELA 3.** Longevidade, fecundidade e fertilidade total observadas em população de lagartas de *Spodoptera frugiperda* 3º instar tratadas com malationa, lambdacialotrina, em bioensaio usando a técnica de aplicação tópica, utilizando concentração para matar 10% da população até a fase de pupa, durante o período de 2007, UFPel/FAEM, no município de Pelotas /RS.

Ingrediente ativo	Nome Comercial	Longevidade (dias)	Fecundidade (nº de ovos)*	Fertilidade (%)**
Malationa	Malathion 1000 EC	17,70 a	1603,73 <sup>ns</sup>	80,25 b
Lambdacialotrina	Karate Zeon 50 SC	15,20 b	1316,40	54,50 c
Testemunha	-	15,97 ab	1492,60	97,75 a
Desvio padrão	-	1,1863	-	-
CV (%)	-	7,28	-	-

n.s. – não significativo;

Médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância;

\*Análise realizada com dados transformados pelo método da raiz quadrada  $Z = \sqrt{Y}$ ;

\*\*Análise realizada com dados transformados pelo método angular:  $Z = \text{Arcseno } \sqrt{Y}$ .

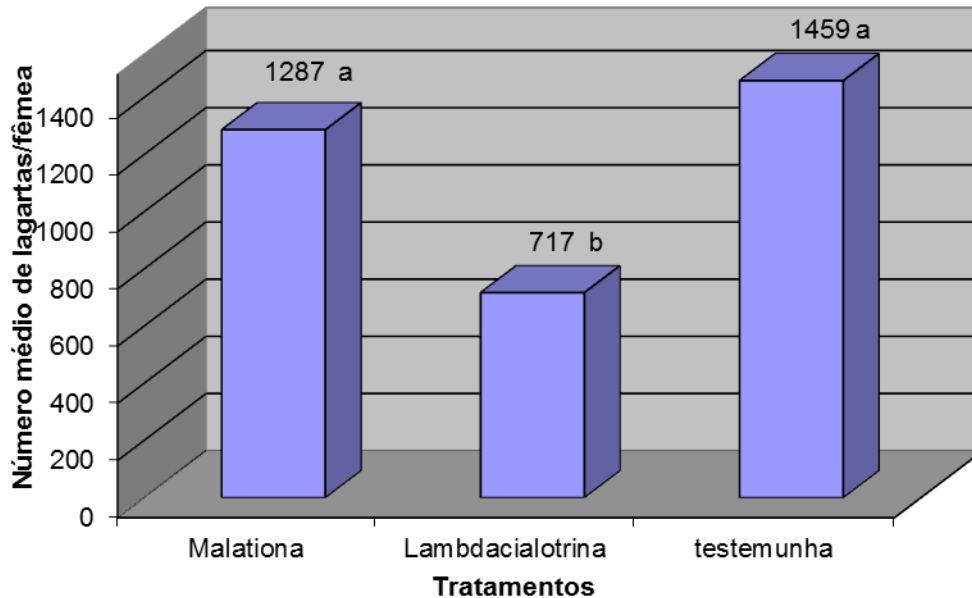
Também foi verificado que a fecundidade das fêmeas não foi alterada pelos tratamentos. Por outro lado, a fertilidade de ovos foi significativamente afetada, com valores de 80,25% para malationa e 54,5% para lambdacialotrina, contra 97,75% de viabilidade da testemunha (Tabela 3). Resultados semelhantes foram observados por Storch (2003), onde lagartas de *A. gemmatalis* também tratadas com lambdacialotrina quando adultas originaram 33% de ovos inférteis.

Efeitos de inseticidas neurotóxicos também foram observados em alguns trabalhos, prejudicando a reprodução das populações tratadas. Populações de baratas *Blattella germanica* L. (Blattodea: Blattellidae), tiveram sua fecundidade reduzida quando receberam doses subletais de inseticidas neurotóxicos (ABD-ELGHAFAR & APPEL, 1992; LEE et al., 1998). Em populações de mosquitos *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 (Diptera: Culicidae), Aguilera et al. (1995), observaram que o inseticida malationa em subdoses reduziu a fecundidade e fertilidade da população tratada.

Da mesma forma, os resultados descritos na Tabela 3 mostram que os inseticidas neurotóxicos testados não afetaram a fecundidade, mas sim a viabilidade de ovos, sugerindo que tenha ocorrido uma ação transovariana dos inseticidas em adultos oriundos de lagartas tratadas, semelhante ao observado por Lyra et al. (1998), em adultos de *S. littoralis* tratadas com lufenunom, e também por Perveen (2000) em *S. litura* tratadas com chlorfluazurom.

Esses fatos são positivos, visto que mesmo o inseto estando na fase imatura (lagarta), fase na qual normalmente os inseticidas são aplicados no campo, cujos efeitos serão manifestados na população subsequente. Esta informação serve como parâmetro no Manejo Integrado de Pragas, pois poderá ser levada em consideração no momento da escolha de um inseticida.

Examinando-se a fecundidade e fertilidade conjuntamente, observou-se que houve redução do número de lagartas geradas por fêmea no tratamento com inseticida lambdacialotrina, na ordem de 50%, quando comparado com a testemunha (Figura 1). Semelhante ao observado por Storch (2003), em *A. gemmatalis* tratadas também com lambdacialotrina, onde as fêmeas tiveram redução de 51,5% no número de lagartas geradas por fêmea.



**FIGURA 1** - Número médio de lagartas geradas por fêmea de *Spodoptera frugiperda*, oriundas de lagartas dos diferentes tratamentos, durante o período de 2007, UFPel/FAEM, no município de Pelotas/RS. (Tukey a 5%).

Embora utilizando tratamentos com inseticidas neurotóxicos de ação predominantemente por contato, seus efeitos não se restringem ao desenvolvimento da lagarta, mas também nas fases subsequentes, de algum modo os inseticidas foram absorvidos e afetaram fisiologicamente os indivíduos.

Informações dessa ordem podem auxiliar na decisão de qual inseticida utilizar em determinadas ocasiões, visto que dependendo do produto, pode proporcionar um controle mais duradouro, reduzindo o número de aplicações e conseqüentemente menores custos de controle de pragas e menos impactos no ambiente.

O conhecimento dos efeitos de inseticidas sobre o potencial de uma praga é de grande valia, principalmente se o controle visar o manejo integrado de pragas, auxiliando na manutenção das populações a níveis que não causem dano à cultura em questão, por maiores períodos, bem como na associação a programas de controle biológico de pragas, ou em áreas de milho transgênico resistentes a lagartas, onde em situações de elevada pressão populacional da praga faz-se o uso de inseticidas.

Conhecer os efeitos subletais de inseticidas de diferentes grupos químicos usados para o controle de *S. frugiperda* em milho, são informações fundamentais para futuros estudos sobre os efeitos deletérios ou de subdoses de inseticidas sobre a praga, podendo contribuir para o conhecimento do potencial tóxico dos produtos a *S. frugiperda*. Essas informações também podem colaborar no momento da escolha de um inseticida para o controle da praga, embora a extrapolação dos resultados para o campo deva ser feita com cautela visto que existem grandes diferenças entre os ambientes.

O efeito sobre a viabilidade dos ovos, sugerida como “ação transovariana”, deve merecer especial atenção por parte dos pesquisadores a fim de elucidar fisiologicamente os locais de interferência dos inseticidas no inseto. Informações sobre esses efeitos poderão ser utilizadas

inclusive para a seleção de novas moléculas a serem usadas e recomendadas para o controle de pragas.

## CONCLUSÕES

Os inseticidas malationa e lambdacialotrina quando aplicados na fase larval afetam a fertilidade de *S. frugiperda*, através da redução do percentual de ovos viáveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABD-ELGHAFAR, S.F.; APPEL A.G. Sublethal effects of insecticides on adult longevity and fecundity of German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). **Journal of Economic Entomology**. College Park, v.85, n.5, p.1809-1817, 1992.

AGUILERA, L.; MARQUETTI, M.C.; NAVARRO, A.; BISSET, J. Effects of three organophosphorus insecticides in the reproductive potential of *Culex quinquefasciatus*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v.90, n.3, p.411-413, 1995.

ÁVILA, C.J.; NAKANO, O. Efeito do regulador de crescimento lufenurom na reprodução de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.293-299, 1999.

BATISTA NETO, O.A.; SILVA, M.B.; GARCIA, M.S.; SILVA, A. Efeito de inseticidas reguladores de crescimento sobre ovos, lagartas e adultos de *Grapholita molesta* (BUSCK) (LEP.: Tortricidae). **Revista Brasileira de Fruticultura** (Impresso), v.33, p.420-428, 2011.

BUTT, B.A.; CANTU, E. Sex determination of lepidopterous pupae. Washington: **USDA**, p.7, 1962.

CARVALHO, R.P.L. Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e suscetibilidade de diferentes genótipos de milho, em condições de campo. Piracicaba, **Tese** (Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. P. 170, 1970.

CARVALHO, A.O.R.de. **Pragas e seu controle**. In: IAPAR (Londrina, PR). O milho no Paraná. Londrina. (Circular Técnica, 29). 1982.

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quarto levantamento, janeiro 2013**. Brasília, DF, 2013. 28 p. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_07\\_09\\_09\\_04\\_53\\_boletim\\_graos\\_junho\\_2013.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_07_09_09_04_53_boletim_graos_junho_2013.pdf)>. Acesso em: 21 dez. 2013.

CRUZ, I. **Manejo de pragas da cultura do milho**. In: CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHAES, P. C. (Ed.). A Cultura do Milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Cap.12, p.303-362, 2008.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS. 45p. (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 21). 1995.

FORBES, V.E. Is hormesis an evolutionary expectation? **Functional Ecology**, London, v.14, p.12-24, 2000.

- GASSEN, D.N. **Pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte. p.92, 1994.
- GREENE, G.L.; LEPLA, N.C.; DICKERSON, W. A., Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal Economic Entomology**, College Park, v.69, n.4, p.487-497, 1976.
- HAYNES, K. F. Sublethal effects of neurotoxic insecticides on insect behavior. **Annual Review Entomology**, v.33, p.149-160, 1988.
- LEE, C.Y.; YAP, H.H.; CHONG, N.L. Sublethal effects of deltamethrin and propoxur on longevity and reproduction of German cockroaches, *Blattella germanica*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Netherlands, v.89, p.137-145, 1998.
- LEUCK, D.B.; PERKINS, W.D. A method of estimating fall armyworm progeny reduction when evaluating control achieved host-plant resistance. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.65, p.482-483, 1972.
- LYRA, J.R.M.; FERRAZ, J.M.G.; SILVA, A.P.P. Action of chitin synthesis inhibitors on reproduction of *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.27, n.4, p.569-576, 1998.
- OLIVEIRA, A. P.; GARCIA, J. C.; DUARTE, J. O.. Evolução das exportações de milho do Brasil: países de destino e estados exportadores. **XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-Rom (p.3377–3381), 2010.
- PATISSOLI, D.; THULER, T.R.; PEREIRA, F.F.; REIS, F.E.; FERREIRA, T.A. Ação transovariana de lufenuron (50 G/L) sobre adultos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) e seu efeito sobre o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.1, p.9-14, 2004.
- PERVEEN, F. Sublethal effects of chlorfluazuron on reproductivity and viability of *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Applied Entomology**, v.124, p.223-231, 2000.
- 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.
- SANTOS, L. M. DOS, L.R. REDAELLI, L.M. DIEFENBACH; C.F.S. EFROM. Fertilidade e longevidade de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho. **Ciência Rural**, v.34, p.345-350, 2004.
- SAS INSTITUTE. **JMP 10 modeling and multivariate methods**. Cary, N.C.: SAS Institute Inc. 2012.
- STORCH, G., LOECK, A.E., DA SILVA BORBA, R., MAGANO, D.A., MORAES, C.L.; GRÜTZMACHER, A.D. Efeito de inseticidas aplicados em doses subletais sobre a dieta artificial e em lagartas de *anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.2, p.175-179, 2007.



STORCH, G. Impacto de diferentes inseticidas aplicados em lavoura comercial de soja sobre a sobrevivência e progênie de *Anticarsia gemmatalis* Hubner 1818, (Lepidoptera: Noctuidae),. **Dissertação** (Mestrado em Fitossanidade), Faculdade de Agronomia - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, p. 30, 2003.

STORCH, G.; LOECK, A.E.; COSTA, M.A.G.; GARCIA, M.S. Efeito de dois inseticidas sobre o desenvolvimento e progênie de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) sobreviventes a aplicação em lavoura comercial de milho. In: Anais da 1ª Mostra de iniciação científica e 1ª Jornada de pós-graduação, pesquisa e extensão. Bagé 2002, **Resumos**. URCAMP, p.217, 2002.