

## Susceptibilidade de lagartas dos biótipos milho e arroz de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) a inseticidas com diferentes modos de ação

Susceptibility of caterpillars of the biotypes corn and rice of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) to insecticides with different action manners

Gustavo Rossato Busato<sup>1</sup> Anderson Dionei Grützmacher<sup>2</sup> Mauro Silveira Garcia<sup>2</sup> Moisés João Zotti<sup>3</sup> Sandro Daniel Nörnberg<sup>3</sup> Taís Rodrigues Magalhães<sup>4</sup> Juliana de Bandeira Magalhães<sup>4</sup>

### RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a susceptibilidade de lagartas dos biótipos milho e arroz de *Spodoptera frugiperda*, a inseticidas com diferentes modos de ação. Os insetos foram coletados em milho e em arroz irrigado no agroecossistema de várzea, município de Pelotas, região que produz milho e arroz irrigado (lado a lado). Os experimentos foram realizados, em condições controladas de temperatura ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ), umidade relativa ( $70 \pm 10\%$ ) e fotofase (14 horas), utilizando-se folhas do híbrido de milho Pioneer 30F33 (40 dias após a emergência). As folhas pulverizadas em torre de Potter calibrada para aplicação de um volume de calda de  $1,7 \pm 0,305\text{mg cm}^{-2}$ , foram colocadas em recipientes de plásticos com tampa, sendo individualizadas 25 lagartas de 3º instar de cada biótipo de *S. frugiperda*. Os inseticidas e concentrações avaliados foram: clorpirifós [Lorsban 480 BR, 0,960g i.a.  $\text{L}^{-1}$  (Organofosforado)], lambda-cialotrina [Karate Zeon 50 CE, 0,003g i.a.  $\text{L}^{-1}$  (Piretróide sintético)], lufenuron [Match CE, 0,006g i.a.  $\text{L}^{-1}$  (Aciluréia)], methoxifenozide [Intrepid 240 SC, 0,158g i.a.  $\text{L}^{-1}$  (Diacilhidrazina)] e spinosad [Tracer, 0,960g i.a.  $\text{L}^{-1}$  (Naturalyte)]. A avaliação da mortalidade foi realizada 24, 48, 72, 96 e 120 horas após o tratamento. O biótipo milho de *S. frugiperda* foi menos suscetível aos inseticidas lambda-cialotrina, lufenuron e methoxifenozide. Os inseticidas clorpirifós e spinosad foram eficientes no controle das lagartas dos biótipos milho e arroz de *S. frugiperda*.

**Palavras-chave:** Insecta, lagarta-do-cartucho, lagarta-da-folha, controle químico.

### ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the susceptibility of caterpillars of the biotypes corn and rice of

*Spodoptera frugiperda*, to insecticides with different action manners. The insects were collected in corn and in irrigated rice in the lowland, county of Pelotas, area that produces corn and irrigated rice (side by side). The experiments were conducted, in controlled conditions of temperature ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ), relative humidity ( $70 \pm 10\%$ ) and photophase (14 hours), with leaves of the corn hybrid Pioneer 30F33 (40 days after the emergency). The leaves were powdered in Potter tower gauged for application of a volume of  $1.7 \pm 0.305\text{mg cm}^{-2}$ , they were put in containers of plastics with cover, and individualized 25 caterpillars of 3rd instar of each biotype of *S. frugiperda*. The insecticides and concentrations evaluated were: chlorpyrifos [Lorsban 480 BR, 0.960g a.i.  $\text{L}^{-1}$  (Chlorophosphate)], lambda-cyhalothrin [Karate Zeon 50 CE, 0.003g a.i.  $\text{L}^{-1}$  (synthetic Piretroid)], lufenuron [Match CE, 0.006g a.i.  $\text{L}^{-1}$  (Acilureis)], methoxyfenozide [Intrepid 240 SC, 0.158g a.i.  $\text{L}^{-1}$  (Diacylhydrazine)] and spinosad [Tracer, 0.960g a.i.  $\text{L}^{-1}$  (Naturalyte)]. The evaluation of the mortality was accomplished 24, 48, 72, 96 and 120 hours after the treatment. The biotype corn of *S. frugiperda* was less susceptible to the insecticides lambda-cyhalothrin, lufenuron and methoxyfenozide. The insecticides chlorpyrifos and spinosad were efficient in the control of the caterpillars of the biotypes corn and rice of *S. frugiperda*.

**Key words:** Insecta, fall armyworm, chemical control.

### INTRODUÇÃO

A cultura do milho apresenta significativa importância socioeconômica para o Estado do Rio Grande do Sul (RS), ocupando aproximadamente 28%

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Departamento de Fitossanidade, Caixa Postal 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: grbusato@hotmail.com. Autor para correspondência.

<sup>2</sup>Departamento de Fitossanidade da FAEM/UFPEL, Pelotas, RS, Brasil.

<sup>3</sup>Curso de Agronomia da FAEM/UFPEL, Pelotas, RS, Brasil.

<sup>4</sup>Curso de Biologia do Instituto de Biologia da UFPEL, Pelotas, RS, Brasil.

do total da área de produção de grãos de primavera-verão, estando presente em mais de 380 mil propriedades rurais, das quais 95% têm menos de 100 hectares (INDICAÇÕES, 2001). No agroecossistema de várzea subtropical, o milho é, potencialmente, uma das melhores alternativas para rotação com o arroz irrigado, principalmente por reduzir os índices de infestação de plantas daninhas (PORTO et al., 1998).

A ação de insetos é um dos principais fatores que afeta a economicidade das lavouras de milho, por impedir o melhor aproveitamento do potencial produtivo dos híbridos atualmente disponíveis. Neste contexto, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é considerada uma das principais pragas, ocasionando maior ataque quando as lagartas encontram-se a partir do 4º ínstar, consumindo grande parte da área foliar antes de as folhas emergirem do cartucho e, em completo desenvolvimento da lagarta, atacam todas as folhas centrais (CRUZ, 1995; GASSEN, 1996; ÁVILA et al., 1997; GRÜTZMACHER et al., 2000a; GALLO et al., 2002).

As lagartas pequenas começam raspando o limbo foliar das folhas mais novas, passando a danificar as folhas centrais da região do cartucho que pode ser totalmente destruído. Em ocorrências tardias, podem atacar a espiga, destruindo a palha e os grãos, além de propiciarem a entrada de patógenos e umidade, determinando o apodrecimento das mesmas. O ataque pode ocorrer desde a fase de plântula até as fases de pendoamento e espigamento (ÁVILA et al., 1997). Os prejuízos na produção de grãos em regiões tropicais atingem 34% em casos severos, variando de acordo com a fase de desenvolvimento da planta, com o tipo de cultivar utilizada, local de plantio e mesmo entre áreas adjacentes, de acordo com as práticas agrônomicas adotadas (CRUZ, 1995).

Inicialmente, *S. frugiperda* foi considerada uma espécie polífaga, tendo como hospedeiros 23 famílias de plantas (LUGINBILL, 1928). Entretanto, PASHLEY (1986) sugeriu a sua divisão em dois biótipos (milho e arroz) com base na diferenciação genética. O estudo da compatibilidade reprodutiva indicou a existência de isolamento unidirecional (PASHLEY & MARTIN, 1987) e a análise da composição do feromônio, evidenciou variação quantitativa dos três principais componentes (LIMA & McNEIL, 1995). Atualmente, de acordo com DRÈS & MALLET (2002), tais biótipos representam espécies crípticas associadas às plantas hospedeiras. Lagartas do biótipo milho foram encontradas alimentando-se de milho e algodão, enquanto lagartas do biótipo arroz alimentavam-se de arroz, grama-seda e outras gramíneas forrageiras (PASHLEY et al., 1985; PASHLEY, 1993).

No Brasil e em especial no RS, estudos iniciais evidenciaram a possibilidade de existirem os biótipos milho e arroz de *S. frugiperda* (BUSATO et al., 2002). Recentemente, BUSATO et al. (2003) confirmaram a hipótese, tendo sido detectadas diferenças fenotípicas e genotípicas entre biótipos associados às plantas hospedeiras.

O controle de *S. frugiperda* na cultura do milho tem sido realizado basicamente através de inseticidas químicos (GASSEN, 1996; GRÜTZMACHER et al., 2000a). Porém, a regulação inadequada de equipamentos e a escolha incorreta de inseticidas têm gerado o aumento do número de aplicações e problemas no controle da lagarta-do-cartucho do milho. Contudo, trabalhos de pesquisa já resultaram em inúmeras tecnologias, não só para a escolha de produtos químicos e equipamentos de aplicação (GRÜTZMACHER et al., 2000b), mas também de métodos alternativos, como o controle biológico, envolvendo inimigos naturais (CRUZ, 1995). Portanto, com a possibilidade de utilização dos inimigos naturais, através de liberações periódicas, é importante estabelecer meios para sua preservação, destacando-se o uso de inseticidas seletivos do grupo dos reguladores de crescimento dos insetos, os quais apresentam maior especificidade e seletividade a inimigos naturais.

A constatação dos biótipos da praga evidencia um novo cenário para os entomologistas nas áreas onde coexistem, pois, segundo PASHLEY et al. (1987) e ADAMCZYK et al. (1997) poderão apresentar um comportamento diferenciado em relação à susceptibilidade a inseticidas. De acordo com PASHLEY et al. (1990) e SPERLING (1994), as diferenças na susceptibilidade a inseticidas, para algumas espécies de lepidópteros, para as quais existem biótipos associados às plantas hospedeiras, deve-se, simplesmente, a uma variação natural.

No agroecossistema de várzea subtropical, não existe informação inerente à susceptibilidade dos biótipos de *S. frugiperda*, aos principais produtos usados para o controle da espécie na cultura do milho, de modo a garantir a viabilidade do controle químico com inseticidas eficientes. Considerando a análise preventiva da eficiência dos inseticidas de suma importância, é fundamental que se estabeleça a susceptibilidade dos biótipos de *S. frugiperda* em condições de laboratório, visando preservar a vida útil dos principais inseticidas, pela rotação dos inseticidas com diferentes modos de ação.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a susceptibilidade de lagartas dos biótipos milho e arroz de *S. frugiperda*, a inseticidas com diferentes modos

de ação, comparando inseticidas do grupo dos neurotóxicos e dos reguladores de crescimento dos insetos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Biologia de Insetos, Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, RS.

Foram coletadas lagartas de duas populações de *S. frugiperda* no agroecossistema de várzea subtropical, município de Pelotas, RS, que produz milho e arroz irrigado lado a lado, tendo sido identificadas eletroforéticamente como sendo os biótipos milho e arroz (BUSATO et al., 2003). As lagartas coletadas foram criadas sobre folhas do respectivo hospedeiro, sendo, nas gerações subsequentes, mantidas, na dieta artificial de GREENE et al. (1976) modificada. A metodologia de criação foi a descrita por PARRA (2001), utilizando-se tubos de vidro de fundo chato (2,5 cm de diâmetro x 8,5 cm de altura).

Os experimentos foram realizados, em condições controladas de temperatura ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ), umidade relativa ( $70 \pm 10$ ) e fotofase (14 horas), utilizando-se, como alimento, folhas do híbrido de milho Pioneer 30F33, cultivado em casa-de-vegetação. Quando as plantas atingiram 40 dias após a emergência (estádio de 8 a 10 folhas), folhas foram coletadas, instalando-se o experimento.

As pulverizações foram feitas em torre de Potter (Burkard Scientific, Uxbridge, UK) calibrada para aplicação de um volume de calda de  $1,7 \pm 0,205\text{mg cm}^{-2}$ . Para obtenção do volume médio de calda a ser aplicado, foram pesados, individualmente, dez discos de papel de filtro com diâmetro de 10cm e, em seguida, realizaram-se as pulverizações. Ao final de cada pulverização, cada disco foi novamente pesado, obtendo-se o volume aplicado.

Após a secagem, transferiu-se o retângulo foliar para o interior de um recipiente de plástico com tampa (capacidade de 100mL). Em seguida, foram individualizadas 25 lagartas de 3º instar de cada biótipo de *S. frugiperda*, previamente submetidas à medição da cápsula cefálica, com ocular micrométrica acoplada a um microscópio estereoscópio.

Os inseticidas e concentrações avaliados foram: clorpirifós [Lorsban 480 BR, 0,960g i.a.  $\text{L}^{-1}$  (Organofosforado)], lambda-cialotrina [Karate Zeon 50 CE, 0,003g i.a.  $\text{L}^{-1}$  (Piretróide sintético)], lufenuron [Match CE, 0,006g i.a.  $\text{L}^{-1}$  (Aciluréia)], methoxifenozide [Intrepid 240 SC, 0,158g i.a.  $\text{L}^{-1}$  (Diacilhidrazina)] e spinosad [Tracer, 0,960g i.a.  $\text{L}^{-1}$  (Naturalyte)].

A avaliação da mortalidade foi realizada às 24, 48, 72, 96 e 120 horas após o início da exposição das lagartas ao substrato tratado. As lagartas que não apresentaram qualquer movimento ao serem tocadas levemente com pincel, foram consideradas mortas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo cada lagarta considerada uma repetição. A variável mortalidade de lagartas foi transformada para  $\sqrt{x + 0,5}$ . A análise estatística foi realizada pelo programa "Genes" (CRUZ, 2001) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, 5% de probabilidade de erro. A eficiência de controle foi calculada utilizando-se a fórmula de Abbott (ABBOTT, 1925).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o inseticida neurotóxico clorpirifós, o número de lagartas de 3º instar mortas do biótipo milho foi maior a partir da avaliação de 48 HAT (horas após o Tratamento), enquanto, para o biótipo arroz, valores intermediários foram constatados na avaliação de 72 HAT sendo superiores a partir de 96 HAT (Tabela 1). Somente houve diferenças para a mortalidade ocorrida entre os biótipos, na avaliação 48 HAT, sendo superior para o biótipo milho. Para o biótipo milho, a eficiência de controle foi superior a 80% após 48 HAT, enquanto para o biótipo arroz a partir de 72 HAT. Por outro lado, em trabalho realizado a campo na cultura do milho, GRÜTZMACHER et al. (2000b) observaram um percentual de controle abaixo de 50% quando aplicaram via aérea e terrestre o inseticida clorpirifós. Este fato poderá estar associado, possivelmente, por este inseticida já ser utilizado neste local há mais de 10 anos.

Com o inseticida piretróide lambda-cialotrina, a mortalidade de lagartas de 3º instar do biótipo milho foi intermediária na avaliação de 48 HAT sendo maior após 72 HAT, enquanto para o biótipo arroz, valores intermediários foram constatados na avaliação de 96 HAT sendo superiores somente na avaliação de 120 HAT. Na última avaliação (120 HAT), mortalidade superior foi constatada para o biótipo arroz. Para ambos os biótipos, a eficiência de controle foi igual ou superior a 80% após 96 HAT (Tabela 1). GRÜTZMACHER et al. (2000b) observaram que, quando utilizaram, no campo, o inseticida lambda-cialotrina (Karate 50 CE), o índice de recuperação do dano aos cartuchos de milho foi na maioria dos casos inferior a 30%. Devido aos baixos percentuais de controle, os autores comentam que este fato pode estar associado ao indevido uso continuado do inseticida, durante vários anos na região sul do RS, possivelmente, até associado a um determinado grau de resistência do inseto ao inseticida.

Tabela 1 - Mortalidade (N<sup>o</sup>) e eficiência de controle (%C) dos inseticidas clorpirifós, lambda-cialotrina, lufenuron, methoxifenoze e spinosad sobre lagartas de 3<sup>o</sup> ínstar dos biótipos milho e arroz de *Spodoptera frugiperda*, em horas após a aplicação sobre folhas de milho.

Horas após tratamento (HAT)	Biótipos de <i>S. frugiperda</i>			
	Milho		Arroz	
	N <sup>o</sup>	%C <sup>2</sup>	N <sup>o</sup>	%C
	clorpirifós			
24	14b A	56,0	10c A	40,0
48	23a A	92,0	15b B	60,0
72	24a A	96,0	21ab A	84,0
96	25a A	100,0	25a A	100,0
120	25a A	100,0	25a A	100,0
	lambda-cialotrina			
24	9b A	36,0	8c A	32,0
48	17ab A	68,0	11c A	44,0
72	18a A	72,0	15bc A	60,0
96	21a A	84,0	20ab A	80,0
120	21a B	84,0	25a A	100,0
	lufenuron			
24	2c A	8,0	3b A	12,0
48	5c B	20,0	10b A	40,0
72	8bc B	32,0	18a A	72,0
96	14ab B	56,0	22a A	88,0
120	21a B	84,0	25a A	100,0
	methoxifenoze			
24	6c A	24,0	3c A	12,0
48	13bc A	52,0	16b A	64,0
72	15ab B	60,0	23a A	92,0
96	18ab B	72,0	25a A	100,0
120	22a B	88,0	25a A	100,0
	spinosad			
24	9b A	36,0	7c A	28,0
48	18a A	72,0	16b A	64,0
72	23a A	92,0	25a A	100,0
96	24a A	96,0	25a A	100,0
120	24a A	96,0	25a A	100,0

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas nas colunas ou maiúsculas nas linhas, para cada inseticida, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

<sup>2</sup>Eficiência de controle calculada pela fórmula de ABBOTT (1925).

Para o inseticida regulador de crescimento lufenuron, do grupo dos inibidores da síntese de quitina o número de lagartas de 3<sup>o</sup> ínstar mortas do biótipo milho foi intermediário na avaliação de 96 HAT sendo maior somente 120 HAT, enquanto para o biótipo arroz, foi superior a partir da avaliação de 72 HAT. Nas avaliações após 48 HAT, mortalidade superior foi constatada para o biótipo arroz. Para o biótipo milho, a eficiência de controle foi superior a 80% somente após 120 HAT, enquanto para o biótipo arroz a partir de 96 HAT (Tabela 1). Comportamento similar foi obtido com o inseticida acelerador de ecdise methoxifenoze, para

o qual a mortalidade de lagartas de 3<sup>o</sup> ínstar do biótipo milho foi intermediária nas avaliações de 72 e 96 HAT sendo maior somente 120 HAT, enquanto, para o biótipo arroz, foi superior a partir da avaliação de 72 HAT. Nas avaliações após 72 HAT, mortalidade superior foi constatada para o biótipo arroz. Para o biótipo milho, a eficiência de controle foi superior a 80% somente 120 HAT, enquanto para o biótipo arroz após 72 HAT (Tabela 1).

Entre os inseticidas testados do grupo dos reguladores de crescimento, o inseticida lufenuron tem sido um dos mais utilizados na cultura do milho,

principalmente no agroecossistema de várzea, sendo que, com este produto têm-se obtido os melhores resultados de controle da praga (GRÜTZMACHER et al., 2000 a e b), além de apresentar um maior período residual principalmente em consequência da maior seletividade aos inimigos naturais.

Para o inseticida spinosad, o número de lagartas de 3º instar mortas do biótipo milho foi maior a partir da avaliação de 48 HAT, enquanto, para o biótipo arroz, após 72 HAT. Não houve diferenças para a mortalidade ocorrida entre os biótipos milho e arroz de *S. frugiperda*. Para ambos os biótipos, a eficiência de controle foi superior a 80% após 72 HAT (Tabela 1).

Todos os inseticidas testados apresentaram eficiência satisfatória (acima de 80%) em condições de laboratório. A diferença marcante na mortalidade das lagartas tratadas com lufenuron, observada entre as avaliações de 24 e 120 HAT, deve-se ao modo de ação do inseticida que é mais lento, por inibir a síntese da quitina do tegumento do inseto e só atuar no momento da troca do seu tegumento, do que, por exemplo, os produtos neurotóxicos (DADIALLA et al., 1998), que comparativamente possuem ação mais rápida.

O biótipo arroz de *S. frugiperda* é menos suscetível aos inseticidas lambda-cialotrina, lufenuron e methoxifenoze do que o biótipo milho. A diferença de susceptibilidade entre os biótipos pode ser atribuída às características fisiológicas ou decorrentes da contínua pressão de seleção, ou seja, do uso freqüente de um determinado inseticida, como já foi observado para o piretróide lambda-cialotrina (GRÜTZMACHER et al., 2000b) na cultura de milho cultivado em terras baixas, que tem sido muito utilizado devido ao seu baixo custo.

No que se refere às características fisiológicas, os resultados obtidos podem estar associados a diferenças na capacidade de detoxificação metabólica ou na eficiência de conversão do alimento ingerido. Inicialmente, PASHLEY et al. (1987) constataram que o biótipo arroz foi 3 a 5 vezes mais suscetível do que o biótipo milho a diazinon e carbaril, respectivamente. Segundo os autores, existem distintos mecanismos bioquímicos e sugerem que o biótipo arroz possua maior capacidade de detoxificação metabólica, ou seja, capacidade de degradar a molécula química em compostos inertes com maior eficácia. Posteriormente, ADAMCZYK et al. (1997) verificaram que o biótipo arroz foi mais suscetível a  $\beta$ -endotoxina presente no algodão Bt (*Bacillus thuringiensis*) do que o biótipo milho, como consequência da diferença existente entre os biótipos para a eficiência de conversão da biomassa ingerida.

Em relação ao uso contínuo de um mesmo produto, é de se esperar, que ocorra um aumento da freqüência relativa de alguns indivíduos “pré-adaptados” presentes em uma população e, como consequência, a eficácia do produto seja comprometida. No Brasil, indícios de que o uso contínuo de um inseticida tenha afetado a susceptibilidade das lagartas de *S. frugiperda*, são relatados por DIEZ-RODRIGUES & OMOTO (2001) para o inseticida lambda-cialotrina e por SCHMIDT (2002) para o inseticida lufenuron.

Para o inseticida methoxifenoze, até o momento, não há relatos de diferenças de susceptibilidade para populações de *S. frugiperda*. Assim, os resultados discrepantes entre os dois biótipos de *S. frugiperda*, podem, também, ser atribuídos aos agonistas do ecdisônio e suas afinidades nas ligações com os seus receptores, sugerindo que, quanto maior a afinidade existente, maior será o efeito potencial (SMAGGHE et al., 1996).

Sugere-se a realização de estudos que visem conhecer a magnitude da diferença da susceptibilidade entre os biótipos milho e arroz de *S. frugiperda* aos inseticidas testados, especialmente para os produtos lambda-cialotrina, lufenuron e methoxifenoze, mediante determinação da concentração que causa mortalidade de 50% ( $CL_{50}$ ).

Os inseticidas clorpirifós e spinosad mostraram-se mais eficientes no controle das lagartas de 3º instar dos biótipos milho e arroz de *S. frugiperda*. Entretanto, o inseticida spinosad, se apresenta como produto potencial para o controle de ambos os biótipos da praga na cultura do milho no agroecossistema de várzea subtropical, por apresentar alta eficiência e ser uma molécula ecologicamente mais segura, ou seja, menos tóxica e menos persistente.

## CONCLUSÕES

O biótipo milho de *Spodoptera frugiperda* é menos suscetível aos inseticidas lambda-cialotrina, lufenuron e methoxifenoze;

Os inseticidas clorpirifós e spinosad são eficientes no controle das lagartas dos biótipos milho e arroz de *S. frugiperda*.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica /Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PIBIC/CNPq) pela concessão da bolsa de Iniciação Científica ao pesquisador Moisés Zotti.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pela concessão da bolsa de Iniciação Científica ao pesquisador Sandro Nörnberg.

## REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v.18, n.1, p.265-267, 1925.
- ADAMCZYK, J.J. et al. Susceptibility of fall armyworm collected from different plant hosts to selected insecticides and transgenic Bt cotton. **Journal of Cotton Science**, v.1, p.21-28, 1997.
- ÁVILA, C.J. et al. Insetos pragas: reconhecimento, comportamento, danos e controle. In: \_\_\_\_\_. **Milho, informações técnicas**. Dourados: Embrapa-CPAO, 1997. p.157-181. (Embrapa-CPAO. Circular Técnica, 5).
- BUSATO, G.R. et al. Consumo e utilização de alimento por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) originária de diferentes regiões do Rio Grande do Sul, das culturas do milho e do arroz irrigado. **Neotropical Entomology**, v.31, n.4, p.525-529, 2002.
- BUSATO, G.R. et al. Caracterização genética de populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) provenientes das culturas do arroz irrigado e milho no Rio Grande do Sul através da técnica de AFLP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3., REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camburiú, SC. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. p.377-379.
- CRUZ, C.D. **Programa genes: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 648p.
- CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1995. 45p. (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 21).
- DADIALLA, T.S. et al. New insecticides with ecdysteroidal and juvenile hormone activity. **Annual Review of Entomology**, v.43, p.545-569, 1998.
- DIEZ-RODRIGUEZ, G.I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a lambda-cialotrina. **Neotropical Entomology**, v.30, n.2, p.311-316, 2001.
- DRÈS, M.; MALLET, J. Host races in plant-feeding insects and their importance sympatric speciation. **Philosophical Transactions: Biological Sciences**, v.357, n.1420, p.471-492, 2002.
- GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. 3.ed. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.
- GASSEN, D.N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 134p.
- GREENE, G.L. et al. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, v.69, n.4, p.488-497, 1976.
- GRÜTZMACHER, A.D. et al. Insetos-pragas das culturas do milho e sorgo no agroecossistema de várzea. In: PARFITT, J.M.B. **Produção de milho e sorgo em várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000a. p.87-102.
- GRÜTZMACHER, A.D. et al. Efeito de inseticidas e de tecnologias de aplicação no controle da lagarta-do-cartucho na cultura do milho no agroecossistema de várzea. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 45., REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 28., 2000, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000b. p.567-573.
- INDICAÇÕES TÉCNICAS PARA A CULTURA DE MILHO NO RIO GRANDE DO SUL. Porto Alegre: FEPAGRO; Embrapa Trigo; EMATER/RS; FECOAGRO/RS, 2001. 195p. (Boletim Técnico, n.7).
- LIMA, E.R.; McNEIL, J.N. Mecanismos de isolamento reprodutivo em *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., 1995, Caxambu, MG. **Resumos...** Caxambu: SEB, 1995. p.164.
- LUGINBILL, P. The fall armyworm. **Technical Bulletin United States Department of Agriculture**, v.34, p.1-91, 1928.
- PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. Piracicaba: ESALQ, 2001. 134p.
- PASHLEY, D.P. Host-associated genetic differentiation in fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae): a sibling species complex? **Annals of the Entomological Society of America**, v.79, n.6, p.898-904, 1986.
- PASHLEY, D.P. Causes of host-associated variation in insect herbivores: an example from fall armyworm. In: KIM, K.C.; McPHERON, B.A. (eds.). **Evolution of insect pests: patterns of variation**. New York: John Wiley & Sons, 1993. p.351-359.
- PASHLEY, D.P.; MARTIN, J.A. Reproductive incompatibility between host strains of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.80, n.6, p.731-733, 1987.
- PASHLEY, D.P. et al. Genetic population of migratory moths: the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.78, n.6, p.756-762, 1985.
- PASHLEY, D.P. et al. Impact of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) host strains on the evaluation of bermuda grass resistance. **Journal of Economic Entomology**, v.80, n.6, p.1127-1130, 1987.
- PASHLEY, D.P. et al. Genetic evidence for sibling species within the sugarcane borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.83, p.1048-1053, 1990.
- PORTO, M.P. et al. **Milho em várzeas de clima temperado na região sul do Brasil: cultivares e manejo de solo e água**. Pelotas: Embrapa-CPACT, 1998. 31p. (Embrapa-CPACT. Circular Técnica, 6).
- SCHMIDT, F.B. **Linha básica de suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) a lufenuron na cultura do milho**. 2002. 48f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SMAGGHE, G. et al. Differential effects of nonsteroidal ecdysteroid agonist in Coleoptera and Lepidoptera: analysis of evagination and receptor binding in imaginal discs. **Insect Biochemical Molecular Biology**, v.26, p.687-695, 1996.
- SPERLING, F.A.H. Sex-linked genes and species differences in Lepidoptera. **Canadian Entomologist**, v.126, p.807-818, 1994.