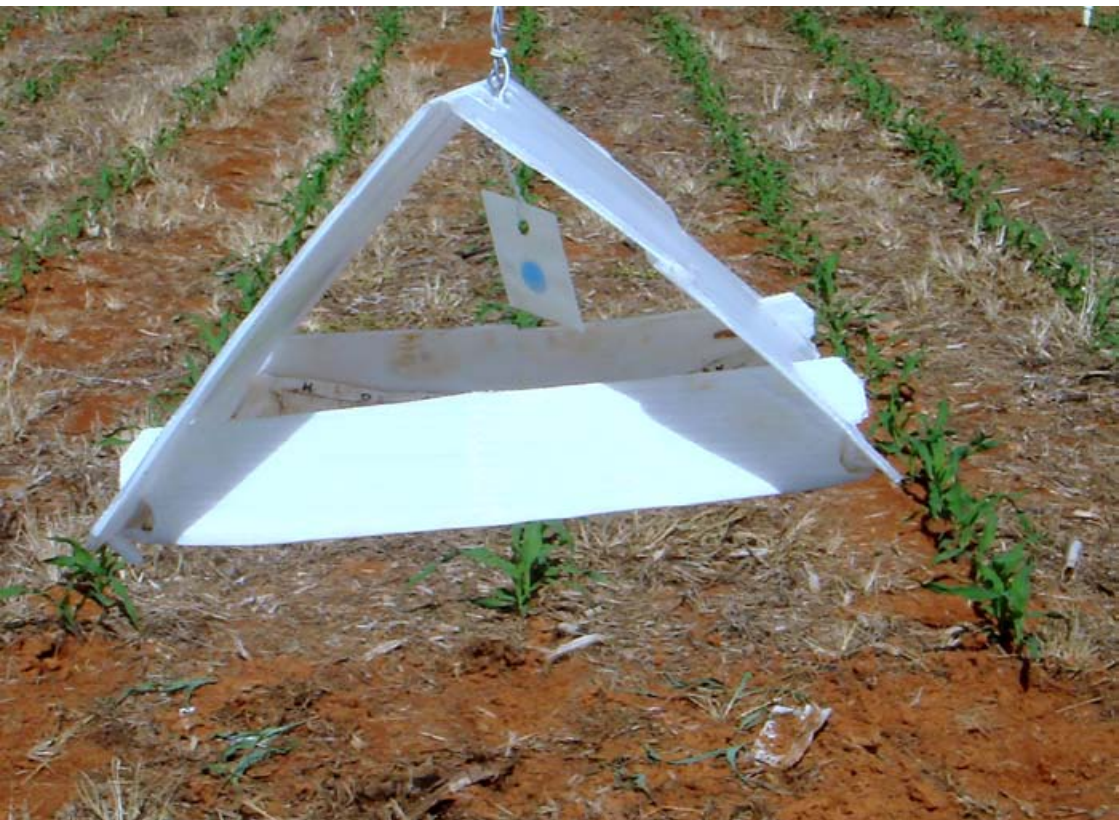


Uso de armadilha com feromônio sexual no processo de tomada de decisão para o controle de *Spodoptera frugiperda* (lagarta-do-cartucho) em milho



ISSN 1679-0154

Dezembro, 2012

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 62

**Uso de armadilha com
feromônio sexual no processo
de tomada de decisão para
o controle de *Spodoptera
frugiperda* (lagarta-do-cartucho)
em milho**

Ivan Cruz
Maria de Lourdes Corrêa Figueiredo
Rafael Braga da Silva

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45

Caixa Postal 151

CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027-1100

Fax: (31) 3027-1188

Home page: www.cnpms.embrapa.br

E-mail: sac@cnpms.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Antônio Carlos de Oliveira

Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau

Membros: Flávio Dessaune Tardin, Eliane Aparecida Gomes, Paulo

Afonso Viana, João Herbert Moreira Viana, Guilherme Ferreira

Viana e Rosângela Lacerda de Castro

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro

Tratamento de ilustrações: Alexandre Esteves Neves

Editoração eletrônica: Alexandre Esteves Neves

Foto(s) da capa: Ivan Cruz

1ª edição

1ª impressão (2012): on line

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Milho e Sorgo**

Cruz, Ivan

Uso de armadilha com feromônio sexual no processo de tomada de decisão para o controle de Spodoptera frugiperda (lagarta-do-cartucho) em milho / Ivan Cruz, Maria de Lourdes Corrêa Figueiredo, Rafael Braga da Silva -- Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2012.

25 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 62).

1. Praga de planta. 2. Manejo integrado. 3. Semioquímico. I. Cruz, Ivan. II. Figueiredo, Maria de Lourdes Corrêa. III. Silva, Rafael Braga da. IV. Título. V. Série.

CDD 632.9 (21. ed.)

© Embrapa 2012

Sumário

Introdução	4
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	11
Conclusão	18
Referências	18

Uso de armadilha com feromônio sexual no processo de tomada de decisão para o controle de *Spodoptera frugiperda* (lagarta-do-cartucho) em milho

Ivan Cruz¹

Maria de Lourdes Corrêa Figueiredo²

Rafael Braga da Silva³

Introdução

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) é nativa da região tropical do hemisfério ocidental, ocorrendo desde a Argentina até os Estados Unidos, sendo uma das mais importantes pragas do milho no Brasil (CRUZ, 1995). As estimativas sugerem que mais de 400 milhões de dólares são perdidos anualmente pelos danos da praga à produção de milho (CRUZ et al., 1999). O inseto é considerado generalista, explorando uma ampla gama de hospedeiros de plantas em diversas famílias (YU et al. 2003; ROJAS et al., 2004; WYCKHUYS; O'NEIL, 2006). No Brasil, o inseto também é uma importante praga do algodão.

Como consequência da alimentação das lagartas, pode haver redução no rendimento de grãos de milho, que varia entre 15 e 73% (CRUZ;

¹Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Entomologia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, ivan.cruz@embrapa.br

²Pós-doutoranda empresarial, bolsista do CNPq/Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, figueiredomlc@yahoo.com.br

³Biólogo, Doutorando em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos, rafaelentomologia@yahoo.com.br

TURPIN 1982, 1983; CRUZ et al., 1996, 1999; HRUSKA; GOULD, 1997; FIGUEIREDO et al., 2006). Pesticidas sintéticos são utilizados para controlar a praga, no entanto, o uso incorreto destes produtos químicos pode resultar na exposição tóxica dos trabalhadores agrícolas (McCONNELL; HRUSKA, 1993; HUNT et al., 1999), bem como em danos ambientais significativos (TINOCO-OJANGUREN; HALPERIN, 1998).

Por causa do desenvolvimento de populações de pragas com vários graus de resistência, a lagarta-do-cartucho tornou-se cada vez mais importante economicamente (PACHECO-COVARRUBIAS, 1993). Alternativas para o manejo dessa praga estão sendo atualmente exploradas no Brasil, incluindo a utilização de agentes de controle biológico (REZENDE et al., 1995; CRUZ et al., 1997, 2002; FIGUEIREDO et al., 1999; CISNEROS et al., 2002; MENDEZ et al., 2002; MOLINA-OCHOA et al., 2003), técnicas culturais (CRUZ et al., 1996, 1999; FARIAS-RIVERA et al., 2003), resistência da planta hospedeira (YU et al., 2003), plantas geneticamente modificadas (FERNANDES et al., 2003) e uso de feromônios (MALO et al., 2001; BATISTA-PEREIRA et al., 2006).

No Brasil, antes da entrada do milho Bt, as medidas de controle contra *S. frugiperda*, quando adotadas, envolviam a pulverização de inseticidas químicos, geralmente sem considerar as consequências ambientais (CRUZ, 1995). Costa et al. (2005) constataram que, para alcançar um controle eficaz de *S. frugiperda* na cultura do milho e do sorgo, havia necessidade de duas aplicações de inseticidas. A primeira aplicação deveria ocorrer 19 dias após emergência das plantas (DAE), quando elas estão no estágio vegetativo V4 (quatro folhas completamente expandidas), e a segunda aplicação aos 47 DAE, sem levar em conta a densidade da praga. Albuquerque et al. (2006), aplicando o inseticida tiametoxam + lambda-cialotrina em tratamento foliar aos oito dias após a emergência das plantas, obtiveram controle de 86%, sete dias após a pulverização. Com a aplicação de lufenuron aos 12 DAE, quando as folhas estavam raspadas e perfuradas pelas lagartas, os mesmos autores relataram no mesmo período de avaliação,

o controle de 75%. Tomquelski; Martins (2007) relataram mais de 80% de mortalidade larval com spinosad em duas aplicações, a primeira aos 15 DAE do milho, e a segunda sete dias depois. Um plano de amostragem sequencial, com base na lei de Taylor, também foi proposto para se tomar decisão sobre o controle da lagarta-do-cartucho em milho (FARIAS et al., 2001). De acordo com estes autores um mínimo de 15 amostras devem ser tomadas antes de qualquer decisão. O método envolve a destruição da planta, a fim de observar as lagartas localizadas dentro do cartucho do milho. Nenhuma consideração foi dada à eficiência e ao custo.

Os feromônios também têm sido usados para monitorar, fazer captura em massa ou até mesmo para confundir os insetos no acasalamento. O feromônio, produzido pelo sexo feminino de *S. frugiperda*, é comercialmente disponível em vários países, incluindo o Brasil, e tem sido uma ferramenta útil para monitorar populações de machos (MITCHELL et al., 1985, 1989; ADAMS et al., 1989; PAIR et al., 1989; LOPEZ et al., 1990; WEBER; FERRO, 1991; MALO et al., 2004; BATISTA-PEREIRA et al., 2006). O monitoramento com armadilhas de feromônio é muito útil, pois considera a variação da população da praga de um local para outro e também ao longo do tempo. O conhecimento de quando e onde os adultos desta mariposa estarão ativos e abundantes serve de alerta permitindo que a amostragem de campo e/ou medidas de controle possam ser iniciadas no tempo apropriado. O conhecimento sobre a presença ou ausência da praga permite evitar amostragens e/ou aplicações desnecessárias de pesticidas. Adicionalmente, o monitoramento fornece, com antecedência, informações da chegada da mariposa na área-alvo (CRUZ et al., 2010a).

As armadilhas capturam apenas mariposas adultas do sexo masculino. Mas o dano na planta é causado pelas lagartas que são o alvo do controle. O período de tempo entre a chegada da mariposa na área-alvo e o dano efetivo ocasionado pela lagarta nas plantas depende de diferentes fatores, tais como temperatura, estágio de desenvolvimento

da planta e até mesmo o controle natural. Captura de adultos na armadilha é positivamente correlacionada com velocidade do vento e temperatura, e negativamente com a umidade relativa do ar (ROJAS et al., 2004). De acordo com Cruz et al. (2010b), a utilização de armadilhas de feromônio para monitorar adultos de *S. frugiperda* foi a melhor forma de decidir sobre o número de aplicações de pesticidas necessários para controlar a praga em milho.

Estudos da biologia de *S. frugiperda* compilados por Cruz (1995) mostram que aproximadamente 10 dias após a colocação dos ovos, as lagartas estarão entre o terceiro e o quarto instar, ainda muito vulneráveis à ação de inseticidas, e também susceptíveis à ação de diferentes espécies de agentes de controle biológico natural, e antes que os danos ocasionados à planta sejam significativos. Portanto, segundo Cruz (2008), se a opção for pela aplicação de um pesticida, esta não deve ser feita imediatamente, mas 10 dias após a captura de três ou mais mariposas em armadilha de feromônio. Se uma segunda ou terceira aplicação for necessária, a ação residual do inseticida deve ser considerada. Por exemplo, para um mesmo inseticida com período residual de quatro dias utilizado numa primeira aplicação, a segunda aplicação deve ser, pelo menos, 14 dias após a primeira. Além da eficácia, a escolha do inseticida a ser utilizado num programa de manejo integrado deve apresentar pouca ou nenhuma ação negativa sobre organismos não alvos, como os inimigos naturais da praga e polinizadores.

O objetivo do presente documento é mostrar os resultados da pesquisa sobre a eficácia de um inseticida padrão aplicado ao milho para controlar a lagarta-do-cartucho, com base em três ferramentas de decisões:

- (i) Número de insetos adultos capturados em armadilhas com feromônio (Figura 1), colocadas no campo no início da emergência da planta.
- (ii) Porcentagem de plantas mostrando o sintoma de raspagem na folha (Figura 2).

(iii) Porcentagem de plantas que apresentam furos na folha (Figura 3).

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. Parcelas do milho híbrido BRS 1030 foram dispostas em um delineamento em blocos casualizados, com sete tratamentos e seis repetições. Cada parcela foi formada por 10 linhas, de 10 m de comprimento cada, irrigadas quando necessário.

As parcelas em cada bloco foram separadas uma das outras por 10 linhas de milho com 10 m de comprimento. Entre blocos, a separação foi feita por 14 linhas de milho com 10 m de comprimento cada.

A decisão a respeito de quando um produto químico padrão inseticida deve ser aplicado foi baseada em três critérios diferentes: (i) número de insetos adultos capturados em armadilhas com feromônio (Figura 1), (ii) porcentagem de plantas com sintoma de raspagem nas folhas (Figura 2) e (iii) porcentagem de plantas com sintoma de furos nas folhas (Figura 3).

Foto: Ivan Cruz



Figura 1. Armadilha para captura de mariposa de *S. frugiperda* contendo feromônio sexual sintético.

Foto: Ivan Cruz



Figura 2. Folhas raspadas: sintoma visual do dano provocado por lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* em milho.

Foto: Ivan Cruz



Figura 3. Folhas furadas: sintoma visual do dano provocado por lagartas a partir do terceiro instar de *S. frugiperda* em milho.

Os tratamentos foram baseados na aplicação do inseticida:

- (1) 10 dias após a captura de três mariposas adultas de *S. frugiperda* na armadilha (AF) (Figura 1).
- (2) Quando 10 ou 20% das plantas apresentavam o sintoma de folhas raspadas.
- (3) Quando 10 ou 20% das plantas apresentavam o sintoma de folhas furadas.
- (4) Sem aplicação de inseticida.

O feromônio utilizado foi um produto comercial produzido por Chemtica Internacional (Bio Spodoptera®) e colocado dentro de uma armadilha do tipo Delta, sendo que somente uma armadilha foi colocada no centro

da área experimental, logo no início da emergência das plantas, fixada em uma armação de madeira em uma altura inicial de 1 m acima da superfície do solo. À medida que as plantas cresciam, a armadilha foi levantada, de modo a ficar sempre no dossel das plantas.

O inseticida “Tracer” (spinosad) foi aplicado em suspensão aquosa a 50 mL por hectare, com um pulverizador manual-costal com 40 p.s.i. (2,8 kg/cm²) e bico leque (CRUZ; SANTOS, 1984), pela manhã, entre 8 e 10 horas. Este inseticida é utilizado no Brasil, e é legalmente registrado para o manejo de inseto-pragas de diversas culturas de importância econômica, como feijão, citros, café, milho, algodão, batata, sorgo, soja e tomate. O produto comercial contém moléculas de “espinosinas” de alta atividade inseticida, especialmente contra Lepidoptera (CROUSE et al., 2001), mas de baixa toxicidade para os mamíferos (BRET et al., 1997; SPARKS et al., 1998; YANO et al., 2002; WILLIAMS et al., 2003). Estudos em milho-doce demonstraram a eficácia do spinosad contra a broca europeia do milho, conservando seu complexo de inimigos naturais (MUSSER; SHELTON, 2003).

As avaliações do número de insetos capturados na armadilha, bem como a porcentagem de plantas com sintomas de danos das lagartas (avaliação visual) foram feitas diariamente em cada parcela correspondente, em duas fileiras de milho escolhidas aleatoriamente. A porcentagem de plantas infestadas foi determinada visualmente nessas linhas, e a pulverização foi iniciada quando o ponto ótimo foi alcançado. Foi também determinada a infestação real para todos os tratamentos imediatamente antes de cada aplicação de inseticida. Para a avaliação da infestação, as plantas foram cortadas na base e trazidas para o laboratório onde as lagartas foram contadas e marcadas de acordo com a parcela da qual se originou. O número médio de lagartas coletadas por planta foi calculado e, assim, como a porcentagem de plantas infestadas. Vinte e quatro horas após a pulverização, o número de insetos mortos e vivos por planta e o nível de infestação foram avaliados por um procedimento semelhante. Na colheita, os dados de produção de grãos foram registrados.

Resultados e Discussão

Considerando a colocação da armadilha na área-alvo logo no início da emergência da planta, a captura de insetos indicaria, de fato, a chegada da mariposa na área, o que aconteceu praticamente no mesmo dia (Figura 4). O número de insetos adultos capturados na armadilha de feromônio indicou a necessidade de controle da praga bem antes dos outros métodos (Figura 5). Ou seja, de acordo com o critério de captura de insetos na armadilha de feromônio, a aplicação do inseticida deveria ser realizada 10 dias após a captura das primeiras três mariposas. Quando o critério foi baseado na porcentagem de plantas apresentando o sintoma visual de dano do tipo “raspagem nas folhas” no nível de 10% ou de 20%, a demanda de controle ocorreu em 7 e 14 dias após a demanda da aplicação no caso do critério da armadilha de feromônio, respectivamente. Usando também a porcentagem de plantas infestadas, mas com base no sintoma visual de danos tipo “furo nas folhas”, a demanda de controle da praga ocorreu em 24 e 33 dias, respectivamente.

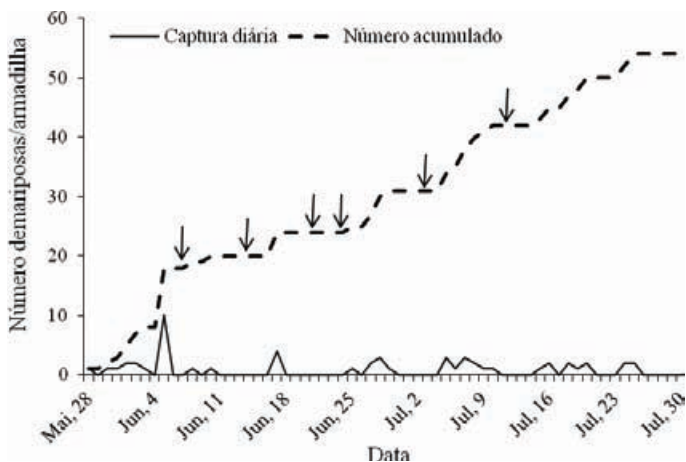


Figura 4. Captura diária e acumulada de mariposa de *S. frugiperda* em armadilha de feromônio e data da aplicação do inseticida (setas) em milho.

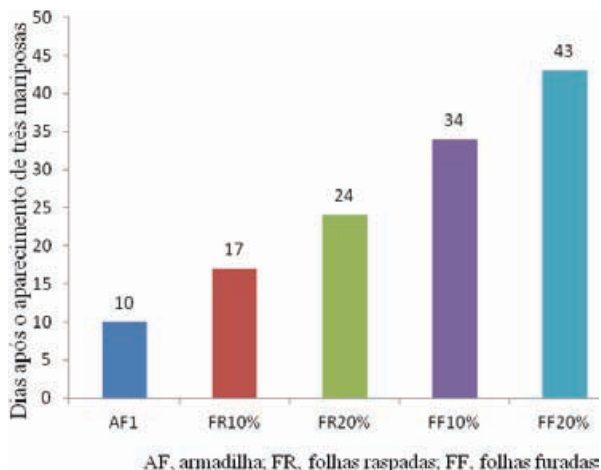


Figura 5. Época de aplicação de inseticida para o controle da lagarta-do-cartucho em milho em função do critério de amostragem da praga.

A aferição dos métodos de tomada de decisão pode ser vista em relação à porcentagem de infestação da praga imediatamente antes da aplicação do inseticida. Usando a armadilha de feromônio, o nível médio de infestação foi de 10%. Este valor foi significativamente inferior aos valores encontrados para os outros tratamentos, cuja média foi de 45,4% de plantas infestadas (Figura 6). Portanto, o critério baseado na avaliação visual do dano, seja em termos de folhas raspadas ou folhas furadas, subestima em muito a infestação real.

Como esperado, houve uma redução significativa do nível de infestação após a aplicação do inseticida, no entanto, o menor nível de infestação (abaixo de 2%) foi verificado apenas para as parcelas em que o inseticida foi aplicado com base no critério da captura de mariposa na armadilha de feromônio. Isto provavelmente ocorreu por causa da maior suscetibilidade das lagartas, ainda em seus primeiros instares. Já o nível médio de infestação nas parcelas onde o inseticida foi aplicado com base no dano visual de folhas raspadas ou folhas furadas variou de 11,7% a 15% (Figura 7). Este fato pode ser comprovado pelo maior índice de mortalidade da lagarta (Figura 8), que foi significativamente

superior na aplicação do inseticida associada à captura de mariposas na armadilha (95,5% de mortalidade). Usando os critérios de folhas raspadas ou furadas, a mortalidade foi muito menor, variando de 61,9 a 78,9%.

Embora a eficiência do inseticida possa parecer satisfatória em reduzir a população do inseto-alvo, em alguns casos, não foi suficiente para evitar alguma redução da produtividade de grãos. Uma produtividade média de milho acima de 7,5 toneladas por hectare foi obtida das parcelas controladas com inseticida aplicado de acordo com o critério da armadilha de feromônio, significativamente superior aos rendimentos obtidos nas demais parcelas (Figura 9). Ou seja, foi obtido um acréscimo de 37,4% na produtividade do milho neste tratamento em relação ao tratamento testemunha, sem nenhuma aplicação de inseticida (Figura 10).

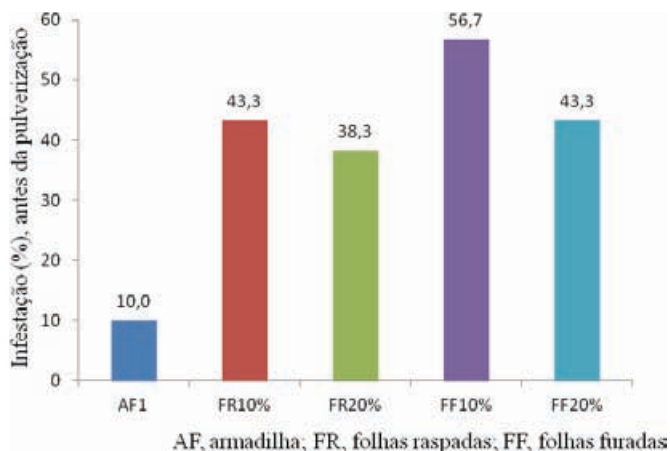


Figura 6. Porcentagem de plantas de milho infestadas pela lagarta-do-cartucho imediatamente antes da aplicação de inseticida, utilizando diferentes critérios para determinar a época de aplicação do produto.

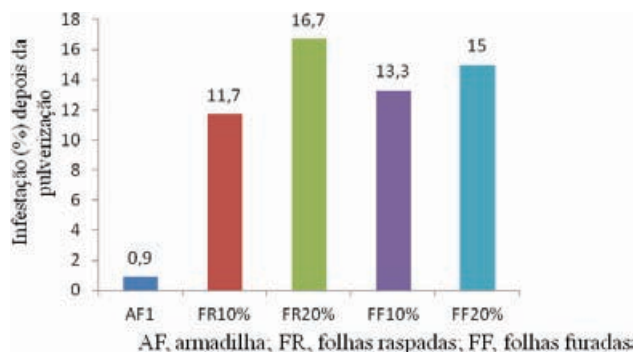


Figura 7. Porcentagem de plantas de milho infestadas pela lagarta-do-cartucho após a aplicação de inseticida, utilizando-se diferentes critérios para determinar a época de aplicação do produto.

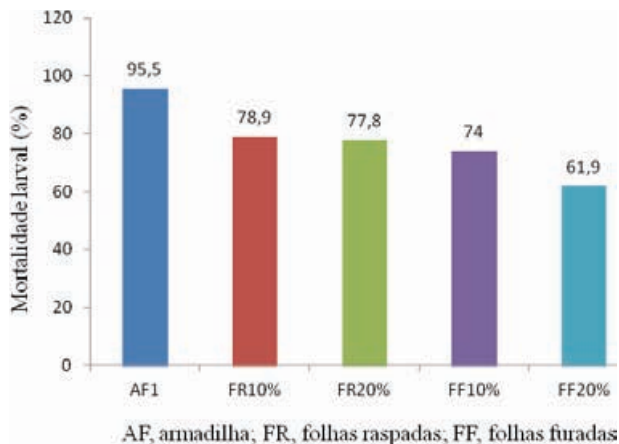


Figura 8. Mortalidade de lagartas de *S. frugiperda* por inseticida aplicado sobre as plantas de milho, utilizando-se diferentes critérios para determinar a época de aplicação do produto.

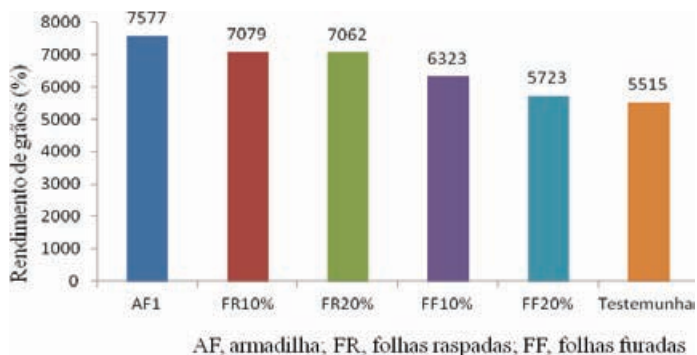


Figura 9. Rendimento médio de grãos de milho obtido de parcelas com a aplicação de inseticida para controlar a lagarta-do-cartucho, utilizando-se diferentes critérios para determinar a época de aplicação do produto.

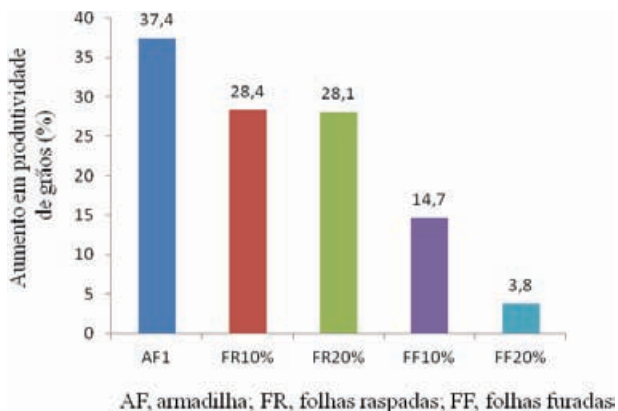


Figura 10. Aumento percentual no rendimento médio de grãos de milho obtido de parcelas com uma aplicação de inseticida para o controle da lagarta-do-cartucho, estipulada por diferentes critérios para o nível de controle em relação à parcela sem nenhuma aplicação.

O inseto adulto (mariposa) de *S. frugiperda* pode chegar à área de milho logo após a emergência das plantas, tal como indicado pela armadilha

com feromônio sexual (Figura 1). Nesta fase de desenvolvimento, a planta de milho é muito suscetível ao dano causado e pode ser morta pela lagarta (CRUZ, 1995). Conforme estabelecido no critério de decisão sobre o controle da praga associado à armadilha de feromônio, o inseticida foi aplicado 10 dias após a captura de um número cumulativo de três mariposas. Até esta data, o número acumulado de mariposas capturadas foi de 20. Desse total, 18 mariposas foram capturadas dentro do período de 6 dias antes da aplicação do inseticida. Considerando que na natureza a proporção entre os sexos de *S. frugiperda* é ao redor de 1:1, e considerando ainda que o período de incubação dos ovos é de 3 dias (CRUZ, 1995), poderia-se esperar que a população de lagartas no momento da aplicação do inseticida fosse relativamente elevada e composta principalmente por indivíduos na fase inicial de desenvolvimento e ainda muito sensíveis ao produto químico. De fato, conforme já salientado, a mortalidade larval foi acima de 95% quando o inseticida foi aplicado durante esta fase (Figura 8). A aplicação de inseticida com base no critério de 10% de folhas raspadas ocorreu sete dias mais tarde do que a aplicação com base em critérios da armadilha. Neste momento, o número acumulado de mariposas capturadas foi de 24, e com certeza as lagartas originárias das primeiras posturas estavam mais desenvolvidas, assim, mais resistentes à ação da mesma dose do inseticida aplicado em lagartas menores, resultando numa taxa mais baixa de mortalidade. De fato, a taxa de mortalidade provocada pelo inseticida foi linear e negativamente correlacionada com o atraso na época da pulverização (Figura 10). O atraso na pulverização diminuiu a eficácia do inseticida e não reduziu significativamente os danos por causa da alimentação larval. Por conseguinte, a relação entre a época em que o inseticida foi aplicado para controlar as lagartas de *S. frugiperda* e o rendimento de grãos de milho foi também linear e negativa (Figura 11).

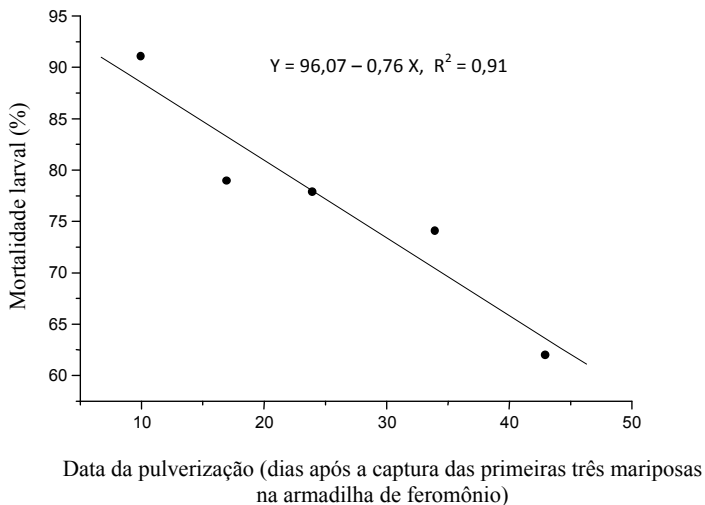


Figura 11. Relação entre mortalidade da lagarta e época de aplicação de inseticida para o controle de *S. frugiperda* em milho.

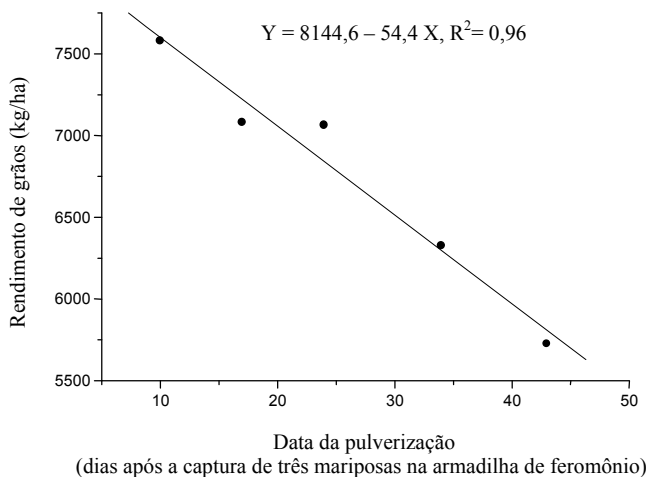


Figura 12. Relação entre rendimento de grãos de milho e época de aplicação de inseticida para o controle de lagartas de *S. frugiperda*.

Como mostrado na Figura 4, apesar do número relativamente baixo de machos capturados na armadilha (54 adultos capturados durante 64 dias consecutivos, ou 0,84 macho armadilha/dia), foi bastante para gerar uma população larval suficientemente grande para causar a perda significativa no rendimento de grãos na colheita, se não fosse tomada nenhuma medida de controle.

Conclusão

A aplicação de um inseticida químico 10 dias após a captura de três mariposas de *S. frugiperda* em armadilhas de feromônio pode reduzir a severidade do dano da praga e proteger o rendimento de grãos. Em outras palavras, quando a aplicação do inseticida é baseada no critério da captura de mariposas em armadilha, colocada logo no início da emergência da planta, pode ser esperada maior eficiência do controle em função do estágio suscetível em que se encontram as lagartas.

A infestação da praga logo após a emergência das plantas é comum em diferentes regiões produtoras de milho no Brasil (CRUZ et al., 2010a) e, portanto, especialmente nestes locais, pode ser esperado retorno econômico da aplicação de um inseticida quando o critério de decisão para a pulverização for baseado na captura de três mariposas por armadilha de feromônio.

Referências

ADAMS, R. G.; MURRAY, K. D.; LOS, L. M. Effectiveness and selectivity of sex pheromone lures and traps for monitoring fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) adults in connecticut sweet corn. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 82, n. 1, p. 285-290, 1989.

ALBUQUERQUE, F. A.; BORGES, L. M.; IACONO, T. O.; CRUBELATI, N. C. S.; SINGER, A. C. Eficiência de inseticidas aplicados em tratamento de sementes e em pulverização, no controle de pragas iniciais do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 1, p. 15-25, 2006.

BATISTA-PEREIRA, L. G.; STEIN, K.; PAULA, A. F.; MOREIRA, J. A.; CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; PERRI JR., J.; CORREA, A. G. Isolation, identification, synthesis and field evaluation of the sex pheromone of the Brazilian population of *Spodoptera frugiperda*. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 32, n. 5, p. 1085-1099, 2006.

BRET, B. L.; LARSON, L. L.; SCHOONOVER, J. R.; SPARKS, T. C.; THOMPSON, G. D. Biological properties of spinosad. **Down to Earth**, Midland, v. 52, n. 1, p. 6-13, 1997.

CISNEROS, J.; PEREZ, J. A.; PENAGOS, D. I.; RUIZ, V. J.; GOULSON, D.; CABALLERO, P.; CAVE, R. D.; WILLIAMS, T. Formulation of a nucleopolyhedrovirus with boric acid for control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize. **Biological Control**, San Diego, v. 23, n. 1, p. 87-95, 2002.

COSTA, M. A. G.; GRUTZMACHER, A. D.; MARTINS, J. F. S.; COSTA, E. C.; STORCH, G.; STEFANELLO JUNIOR, G. J. Eficácia de diferentes inseticidas e de volumes de calda no controle de *Spodoptera frugiperda* nas culturas do milho e sorgo cultivados em várzea. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1234-1242, 2005.

CROUSE, G. D.; SPARKS, T. C.; SCHOONOVER, J.; GIFFORD, J.; DRIPPS, J.; BRUCE, T.; LARSON, L. L.; GARLICH, J.; HATTON, C.; HILL, R. L.; WORDEN, T. V.; MARTYNOW, J. G. Recent advances in the chemistry of spinosyns. **Pest Management Science**, Sussex, v. 57, n. 2, p. 177-185, 2001.

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

CRUZ, I. Manejo de pragas. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A.; MAGALHÃES, P. C. (Ed.). **A cultura do milho**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 303-362.

CRUZ, I.; TURPIN, F. T. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da cultura de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 355-359, 1982.

CRUZ, I.; TURPIN, F. T. Yield impact of larval infestation of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) to mid-whorl growth stage of corn. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 76, n. 5, p. 1052-1054, 1983.

CRUZ, I.; SANTOS, J. P. Diferentes bicos do tipo leque no controle da lagarta-do-cartucho em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 1-7, 1984.

CRUZ, I.; OLIVEIRA, L. J.; VASCONCELOS, C. A. Efeito do nível de saturação de alumínio em solo ácido sobre os danos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em milho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 293-297, 1996.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; VALICENTE, F. H.; OLIVEIRA, A. C. Application rate trials with a nuclear polyhedrosis virus to control *Spodoptera frugiperda* (Smith) on maize. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 145-152, 1997.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; OLIVEIRA, A. C.; VASCONCELOS, C. A. Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminium saturation. **International Journal of Pest Management**, London, v. 45, n. 4, p. 293-296, 1999.

CRUZ, I.; GONCALVES, E. P.; FIGUEIREDO, M. L. C. Effect of a nuclear polyhedrosis virus on *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae, its damage and yield of maize crop. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 2, p. 20-27, 2002.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; SILVA, R. B. **Monitoramento de adultos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae) em algumas regiões produtoras de milho no Brasil.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010a. 42 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 93).

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; SILVA, R. B.; FOSTER, J. E. Efficiency of chemical pesticides to control *Spodoptera frugiperda* and validation of pheromone trap as a pest management tool in maize crop. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 2, p. 20-27, 2010b.

FARIAS, P. R. S.; BARBOSA, J. C.; BUSOLI, A. C. Amostragem sequencial (presença-ausência) para *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 691-695, 2001.

FARIAS-RIVERA, L. A.; HERNANDEZ-MENDOZA, J. L.; MOLINA-OCHOA, J.; PESCADOR-RUBIO, A. Effect of leaf extracts of teozinte, *Zea diploperennis* L., and a mexican maize variety, criollo "Uruapeno", on the growth and survival of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 86, n. 3, p. 239-243, 2003.

FERNANDES, O. D.; PARRA, J. R. P.; NETO, A. F.; PÍCOLI, R.; BORGATTO, A. F.; DEMETRIO, C. G. B. Efeito do milho geneticamente modificado MON810 sobre a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 2, p. 25-35, 2003.

FIGUEIREDO, M. L. C.; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, T. M. C. Controle integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbott) utilizando-se o parasitoide *Telenomus remus* Nixon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 11, p. 1975-1982, 1999.

FIGUEIREDO, M. L. C.; MARTINS-DIAS, A. M. P.; CRUZ, I. Relação , entre a lagarta do cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1693-1698, 2006.

HRUSKA, A. J.; GOULD, F. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) and *Diatraea lineolata* (Lepidoptera: Pyralidae): impact of larval population level and temporal occurrence on maize yield in Nicaragua. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 90, n. 2, p. 611-622, 1997.

HUNT, L. M.; OJANGUREN, R. T.; SCHWARTZ, N.; HALPERIN, D. Balancing risks and resources: applying pesticides with-out safety equipment in southern Mexico. In: HAHN, R. (Ed.). **Anthropology in public health**. Oxford: Oxford University Press, 1999. p. 265-289.

LOPEZ, J. D.; SHAVER JR., T. N.; GOODENOUGH, J. L. Multispecies trapping of *Helicoverpa (Heliothis) zea*, *Spodoptera frugiperda*, *Pseudaletia unipuncta*, and *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 16, n. 12, p. 3479-3491, 1990.

MALO, E. A.; CRUZ-LOPEZ, L.; VALLE-MORA, J.; VIRGEN, A.; SANCHEZ, J. A.; ROJAS, J. C. Evaluation of commercial pheromone lures and traps for monitoring male fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in the coastal region of Chiapas, Mexico. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 84, n. 4, p. 659-664, 2001.

MALO, E. A.; BAHENA, F.; MIRANDA, M. A.; VALLE-MORA, J. Factors affecting the trapping of males of *Spodoptera frugiperda*

(Lepidoptera: Noctuidae) with pheromones in Mexico. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 87, n. 3, p. 288-293, 2004.

McCONNELL, R.; HRUSKA, A. An epidemic of pesticide poisoning in Nicaragua: implications for prevention in developing countries. **American Journal of Public Health**, Boston, v. 83, n. 11, p. 1559-1562, 1993.

MENDEZ, W. A.; VALLE, J.; IBARRA, J. E.; CISNEROS, J.; PENAGOS, D. I.; WILLIAMS, T. Spinosad and nucleopolyhedrovirus mixtures for control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize. **Biological Control**, San Diego, v. 25, n. 2, p. 195-206, 2002.

MITCHELL, E. R.; TUMLINSON, J. H.; McNEIL, J. N. Field evaluation of commercial pheromone formulations and traps using a more effective sex pheromone blend for the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 78, n. 6, p. 1364-1369, 1985.

MITCHELL, E. R.; AGEE, H. R.; HEATH, R. R. Influence of pheromone trap color and design on capture of male velvetbean caterpillar and fall armyworm moths (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 15, p. 1775-1784, 1989.

MOLINA-OCHOA, J.; LEZAMA-GUTIÉRREZ, R.; GONZALEZ-RAMÍREZ, M.; LOPEZ-EDWARDS, M.; RODRÍGUEZ-VEJA, M. A.; ARCEO-PALACIOS, F. Pathogens and parasitic nematodes associated with populations of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 86, n. 3, p. 244-254, 2003.

MUSSER, F. R.; SHELTON, A. M. Bt sweet corn and selective insecticides: their impacts on sweet corn pests and predators. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 96, n. 1, p. 71-80, 2003.

PACHECO-COVARRUBIAS, J. J. Monitoring insecticide resistance in *Spodoptera frugiperda* populations from the Yaqui Valley, Son., Mexico. **Resistant Pest Management News**, v. 5, n. 1, p. 3-4, 1993.

PAIR, S. D.; RAULSTON, J. R.; SPARKS, A. N.; SIMS, S. R.; SPRENKEL, R. K.; DOUCE, G. K.; CARPENTER, J. E. Pheromone traps for monitoring fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), populations. **Journal of Entomological Science**, Georgia, v. 24, n. 1, p. 34-39, 1989.

REZENDE, M. A. A.; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, T. M. C. Aspectos biológicos do parasitoide *Chelonus insularis* (Cresson) (Hymenoptera, Braconidae) criados em ovos de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 12, n. 4, p. 779-784, 1995.

ROJAS, J. C.; VIRGEN, A.; MALO, E. A. Seasonal and nocturnal flight activity of *Spodoptera frugiperda* males (Lepidoptera: Noctuidae) monitored by pheromone traps in the coast of Chiapas, Mexico. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 87, n. 4, p. 496-503, 2004.

SPARKS, T. C.; THOMPSON, G. D.; KIRST, H. A.; HERTLEIN, M. B.; LARSON, L. L.; WORDEN, T. V.; THIBAUT, S. T. Biological activity of the spinosyns, new fermentation derived insect control agents, on tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 91, n. 6, p. 1277-1283, 1998.

TINOCO-OJANGUREN, R.; HALPERIN, D. Poverty, production and health: inhibition of erythrocyte cholinesterase through occupational exposure to organophosphate insecticides in Chiapas, Mexico. **Archives of Environmental Health**, Washington, v. 53, n. 1, p. 29-35, 1998.

TOMQUELSKI, G. V.; MARTINS, G. L. M. Eficiência de inseticidas sobre *Spodoptera Frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera:

Noctuidae) em milho na região dos chapadões. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 1, p. 26-39, 2007.

WEBER, D. C.; FERRO, D. N. Nontarget noctuids complicate integrated pest Management monitoring of sweet corn with pheromone traps in Massachusetts. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 84, n. 4, p. 1364-1369, 1991.

WILLIAMS, T.; VALLE, J.; VINUELA, E. Is the naturally derived insecticide Spinosad1 compatible with insect natural enemies? **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 13, n. 5, p. 459-475, 2003.

WYCKHUYS, K. A. G.; O'NEIL, R. J. Populations dynamics of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and associated arthropod natural enemies in Honduran subsistence maize. **Crop Protection**, Surrey, v. 25, n. 11, p. 1180-1190, 2006.

YANO, B. L.; BOND, D. M.; NOVILLA, M. N.; McFADDEN, L. G.; REASOR, M. J. Spinosad insecticide: subchronic and chronic toxicity and lack of carcinogenicity in Fischer 344 rats. **Toxicological Sciences**, Orlando, v. 65, n. 2, p. 288-298, 2002.

YU, S. J.; NGUYEN, S. N.; ABO-ELGHAR, G. E. Biochemical characteristics of insecticide resistance in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 77, n. 1, p. 1-11, 2003.



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

