

**EFEITO DO EXTRATO AQUOSO DE FOLHAS VERDES DE NIM
(*Azadirachta indica*) E DO HORÁRIO DE APLICAÇÃO SOBRE O DANO E O
DESENVOLVIMENTO LARVAL DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA CULTURA DO MILHO**

PAULO AFONSO VIANA¹ e PAULO EDUARDO DE AQUINO RIBEIRO²

¹Pesquisadores Embrapa Milho e Sorgo, C.P. 151, Rod. MG 424, Km 65, 35700-068, Sete Lagoas, MG, pviana@cnpmis.embrapa.br e pauloedu@cnpmis.embrapa.br

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.9, n.1, p. 27-37, 2010

RESUMO - O extrato aquoso de folhas de nim (*Azadirachta indica*) apresenta reconhecida atividade inseticida sobre a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797). O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do extrato aquoso de folhas verdes de nim e do horário de aplicação sobre o dano e o desenvolvimento larval de *S. frugiperda* na cultura do milho. Foram conduzidos dois experimentos em casa-de-vegetação da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, Brasil. No primeiro, avaliaram-se três concentrações (10.000, 7.500 e 5.000 ppm) de extrato aquoso de folhas verdes de nim pulverizado de uma a três vezes. No segundo, avaliaram-se três maneiras de preparo do extrato aquoso de folhas de nim (seca moída, verde triturada e verde macerada), pulverizado pela manhã (8 h) e à tarde (16 h). Os resultados do primeiro experimento mostraram os menores danos foliares (0,97 a 1,30) para três aplicações do extrato de folhas verdes nas três concentrações utilizadas. A aplicação de chlorpirifos e a testemunha apresentaram dano médio de 0,22 e 7,83, respectivamente. No outro experimento, não houve diferença significativa entre o preparo do extrato do nim e entre os horários de aplicação avaliados. Em geral, os tratamentos com os extratos aquosos de nim reduziram o desenvolvimento larval. Nas condições em que os experimentos foram conduzidos, conclui-se que o extrato aquoso de folhas verdes trituradas, 5.000 ppm, aplicado em três pulverizações, foi eficiente para o controle de *S. frugiperda* em milho. Os horários de aplicações avaliados não afetaram a eficiência dos extratos aquosos de folhas de nim para o controle da lagarta. Todos os extratos avaliados afetaram negativamente o desenvolvimento larval.

Palavras-chave: Azadiractina, extrato botânico, inseticida natural, lagarta-do-cartucho, *Zea mays*.

GREEN LEAVES EXTRACT OF NEEM (*Azadirachta indica*) AND APPLICATION TIME ON DAMAGE AND DEVELOPMENT OF *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) IN MAIZE.

ABSTRACT - The aqueous extract of neem (*Azadirachta indica*) leaves has a recognized insecticidal activity against *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) larvae. The objective of this study was to evaluate the effect of neem green leaves extract and application time on damage and development of fall armyworm in maize. Two experiments were carried out at Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, Brazil, under greenhouse conditions. Maize leaves were sprayed with different neem extract concentrations (10000, 7500, and 5000 ppm) and number of applications (1-3). In another experiment, three aqueous extracts of neem leaves (dry ground, green ground and green crushed) were sprayed on maize in the morning (8 a.m.) and afternoon (4 p.m.). In the first experiment, the results showed that maize leaves damage ranged from 0.97 to 1.30 (0 to 9 class scale) for the aqueous extract of neem green leaves applied three times for all used concentrations. Damage on chlorpyrifos-treated and check plots were 0.22 and 7.83, respectively. In the second experiment, no significant difference in maize damage was observed between forms of extract preparation and between extracts application time. In general, the aqueous extracts from neem leaves reduced the larval development. At these experimental conditions, it can be concluded that extracts of green ground neem leaves (5000 ppm) applied three times are effective to protect maize from fall armyworm damage. The application time does not affect the efficiency of aqueous extracts of neem for larvae control. All the evaluated extracts negatively affected larval development.

Key words: Azadirachtin, botanical extract, natural insecticide, fall armyworm, *Zea mays*.

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), é a principal praga do milho no Brasil (Cruz, 2000). O ataque da lagarta ocorre em todos os estádios de desenvolvimento do milho, podendo reduzir a produção em até 38% (Williams & Davis, 1990; Cruz et al., 1996). Para o controle dessa praga, os inseticidas sintéticos são largamente utilizados e geralmente

apresentam custo elevado, riscos de intoxicação e de contaminação ambiental.

O nim (*Azadirachta indica* A. Juss), Meliaceae, é uma espécie de múltiplo uso oriunda da Índia e disseminada em outros continentes. Essa espécie tem mostrado acentuada atividade inseticida para várias espécies de pragas, incluindo a lagarta-do-cartucho (Schmutterer, 1988; Viana & Prates, 2003, 2005). O uso do

nim pode ser uma alternativa aos inseticidas químicos, principalmente para pequenos produtores rurais com estrutura familiar ou com produção orgânica, podendo reduzir os custos de produção, os riscos e a dependência dos inseticidas sintéticos.

A maioria dos trabalhos conduzidos para o controle de pragas com o nim tem utilizado produtos à base de óleo e ou com extratos obtidos do pó das sementes (Jakoby et al., 2005; Khan et al., 2007; Oliveira et al., 2007; Lima et al., 2008, 2009). Embora exista nas sementes maior quantidade de ativos em relação às demais partes da planta, em regiões onde o nim produz poucas sementes, devido às características edafoclimáticas (Martinez, 2002), o seu uso pode ser limitante. Além desses aspectos, a obtenção de óleo das sementes torna-se difícil em pequenas propriedades, requerendo tecnologia complicada e equipamentos caros, como prensa e/ou moinho.

Devido às dificuldades relacionadas ao uso de sementes do nim, os trabalhos realizados na Embrapa Milho e Sorgo visando ao controle da lagarta-do-cartucho no milho têm sido conduzidos com extrato aquoso de folhas secas moídas, tendo sido determinada a curva de mortalidade, o tipo de bicos e a vazão que possibilitam eficiência no controle desta praga (Viana & Prates, 2003; Viana et al., 2007). Entretanto, constitui um desafio a melhoria constante da eficiência de controle, com o intuito de reduzir o número de aplicações

e a concentração de nim empregada nas pulverizações.

O uso de folhas de nim secas e moídas no preparo do extrato aquoso para o controle da lagarta-do-cartucho tem mostrado vantagens, devido à produção abundante de folhas nas condições brasileiras e ao fácil preparo, possibilitando sua utilização principalmente em pequenas e médias propriedades rurais (Viana et al., 2006). Porém, o emprego desse tipo de extrato demanda a coleta e o armazenamento adequado de folhas para uso em qualquer época do ano, visando à preservação dos ingredientes ativos. Uma alternativa pouco explorada é o uso de folhas verdes coletadas e utilizadas diretamente no preparo do extrato. Provavelmente, a extração dos ativos com atividade inseticida será ainda maior com a trituração e/ou maceração das folhas. Outro aspecto que pode interferir na eficiência de controle é o horário em que é realizada a pulverização (Schmutterer, 1992).

Spodoptera frugiperda possui hábito noturno, apresentando maior atividade de deslocamento, de acasalamento e alimentar nesse período. Como a ação inseticida do nim depende da ingestão pela lagarta das folhas tratadas com o extrato (Viana & Prates, 2003), a aplicação próximo ao entardecer pode influir na eficiência de controle. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do extrato aquoso de folhas de nim verdes e do horário de aplicação sobre o desenvolvimento e o dano de *S. frugiperda* em milho.

Material e Métodos

1. Efeito de extrato aquoso de folhas verdes de nim sobre o controle da lagarta

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, para se garantir uma elevada pressão de dano da lagarta e evitar a ação de inimigos naturais que ocorrem geralmente no campo. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos de três concentrações (10.000, 7.500 e 5.000 ppm) de extrato aquoso de folhas de nim verdes, pulverizado de uma a três vezes, um inseticida (chlorpyrifos) e um tratamento padrão (Viana et al., 2007), com três aplicações do extrato aquoso de folhas de nim secas moídas (10.000 ppm) e a testemunha (água) (Tabela 1).

As folhas utilizadas foram coletadas no mês de dezembro, em Sete Lagoas, MG, na copa de plantas com idade em torno de quatro anos. Para o preparo do extrato de folhas verdes, as folhas foram trituradas com água em um liquidificador industrial. Utilizou-se uma proporção equivalente à concentração de folhas secas moídas, multiplicada por 2,94 (Viana et al., 2006). Esse fator correspondeu à desidratação das folhas na secagem. Para o preparo do extrato de folhas secas, as folhas foram secadas ao ar livre e à sombra, durante dez dias. Foram moídas 150 g de folhas e colocadas em recipiente contendo 1 L de água, deixando em repouso por 24 horas. Em seguida, os extratos foram coados em tecido de algodão de malha fina. Esse filtrado

continha 10 g de extrato de folha por litro de calda (10.000 mg.L⁻¹).

Cada parcela foi constituída por dez vasos de 5 L enfileirados, contendo duas plantas de milho BRS 1030 por vaso. As plantas foram infestadas ao atingir o estágio de 5-6 folhas, com dez lagartas neonatas por planta. A pulverização com os extratos iniciou-se no dia seguinte à infestação, utilizando-se um pulverizador costal CO₂ (40 lb/pol²) equipado com uma barra tríplice e bicos tipo leque (80.01/80.04/80.01). As pulverizações seguintes foram realizadas com intervalo de dois dias. Foram avaliados o dano foliar causado pela lagarta, utilizando-se uma escala de 0 a 9 (em que 0 representa planta sem dano e 9, com grandes lesões ou destruída) (Davis & Williams, 1989) e o desenvolvimento (biomassa e cápsula cefálica) de lagartas sobreviventes, aos 14 dias após a pulverização.

2. Efeito do horário de aplicação de extratos aquosos de folhas de nim no controle da lagarta

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, na Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas, MG. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos de três modos de preparo dos extratos aquosos de folhas de nim (seca moída, verde triturada e verde macerada). Os extratos foram pulverizados três vezes, em dias alternados, pela manhã (8 h) ou à tarde (16 h), um inseticida (chlorpyrifos) e uma testemunha (água) (Tabela 2).

TABELA 1. Efeito de extratos aquosos de folhas de nim sobre o dano foliar e o desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda*¹.

Extratos/ inseticida	Tratamentos		Dano foliar	N ²	Biomassa (mg)	Capsula Cefálica (mm)			
	Concentração (ppm)	N ^o de aplicações							
EFV ³	10.000	03	1,30 ± 0,08	EF	6	22,09 ± 7,83	cde	1,21 ± 0,17	DE
EFV	10.000	02	1,82 ± 0,35	DE	13	42,99 ± 13,03	cd	1,47 ± 0,13	BCD
EFV	10.000	01	3,93 ± 0,52	B	19	51,01 ± 6,03	bc	1,66 ± 0,05	BC
EFV	7.500	03	1,12 ± 0,16	EF	6	19,47 ± 3,11	cde	1,31 ± 0,07	DE
EFV	7.500	02	2,42 ± 0,34	CD	13	37,78 ± 6,74	cd	1,42 ± 0,08	BCD
EFV	7.500	01	3,92 ± 0,57	B	21	76,15 ± 19,10	b	1,75 ± 0,15	B
EFV	5.000	03	0,97 ± 0,23	EF	9	16,69 ± 3,07	de	1,21 ± 0,08	DE
EFV	5.000	02	3,00 ± 0,47	BC	18	32,90 ± 12,06	cd	1,40 ± 0,11	CD
EFS ⁴	10.000	03	1,67 ± 0,37	DE	7	11,92 ± 2,20	de	1,04 ± 0,05	E
chlorpyrifos	288 ³	01	0,22 ± 0,02	F	-	---	-	---	-
Testemunha (água)	---	---	7,83 ± 0,19	A	42	180,00 ± 29,40	a	2,32 ± 0,15	A
C.V. (%)			22,17			18,12		13,50	

¹Médias (± EP) seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.²Número de lagartas coletadas nas amostras.³EFV = extrato aquoso de folhas verdes trituradas; EFS = extrato aquoso de folhas secas moídas.⁴Dose em g i.a./ha.

A concentração utilizada para os tratamentos foi de 10.000 ppm. O extrato de folhas verdes foi preparado macerando-se as folhas em um balde de 10 L contendo água. A quantidade de folhas utilizadas, o método para o preparo dos extratos, a constituição da parcela, a infestação, a pulverização e os parâmetros avaliados foram os mesmos descritos para o experimento anterior.

Em ambos experimentos, os dados coletados foram submetidos ao teste de Bartlett para homogeneidade de variâncias e à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste Duncan, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

1. Efeito do extrato aquoso de folhas verdes de nim sobre o controle da lagarta

Nesse experimento, utilizou-se a avaliação de danos foliares para determinar a proteção que a pulverização do extrato de folhas de nim proporciona à planta de milho atacada pela lagarta. Resultados referentes à mortalidade larval foram descritos por Prates et al. (2003).

Os menores danos foliares (0,97 a 1,30) foram observados para três aplicações do extrato de folhas verdes nas três concentrações ($P < 0,05$) pelo teste F (Tabela 1). Nos tratamentos com três aplicações do extrato de folhas verdes, o dano foliar causado pela lagarta foi equivalente ao tratamento com chlorpyrifos, mostrando eficiência no controle da praga. O extrato de

folhas secas moídas, utilizado como padrão, não diferiu dos tratamentos com o mesmo número de aplicações. Embora esse tratamento tenha diferido do chlorpyrifos, o dano foliar observado (1,67) é considerado insignificante para o milho. A aplicação de chlorpyrifos e a testemunha apresentaram dano médio de 0,22 e 7,83, respectivamente. Em geral, os tratamentos com os extratos de nim reduziram o crescimento e o desenvolvimento larval (Tabela 1). O efeito foi mais acentuado nos tratamentos com três aplicações. Nesses tratamentos, a biomassa de lagartas variou de 11,92 a 22,09 mg e a largura da cápsula cefálica variou de 1,04 a 1,31 mm (4º instar), enquanto, na testemunha, o peso foi de 180,00 mg e a cápsula cefálica de 2,32 mm (6º instar). O desenvolvimento larval foi menos afetado quando as plantas foram pulverizadas uma única vez. Nesse caso, o peso foi de 51,01 e 76,15 mg e a cápsula cefálica de 1,66 e 1,75 mm (5º instar).

Os resultados obtidos anteriormente para o controle de *S. frugiperda* com o uso de extratos de folhas seca moídas de nim (Viana & Prates, 2005; Viana et al., 2007) e de folhas verdes em infusão (Montes-Molina et al., 2008) apresentaram elevada e moderada eficiência, respectivamente. O presente trabalho mostra que o extrato de folhas verdes trituradas pode ser também utilizado para o controle da lagarta, apresentando a vantagem de a concentração ser reduzida pela metade, em relação ao tratamento padrão, resultando em maior economia na aplicação.

TABELA 2. Efeito de horário de aplicação de extratos aquosos de folhas de nim no controle de lagartas de *Spodoptera frugiperda*¹.

Tratamentos		Horário de aplicação	Dano foliar	n	Biomassa (mg)	Cap. Cefálica (mm)
Extratos aquosos						
Folhas secas moídas		8:00	1,82 ± 0,34 A	10	177,97 ± 16,35 B	2,40 ± 0,15 A
Folhas verdes trituradas		8:00	1,70 ± 0,26 A	5	155,63 ± 09,30 B	2,60 ± 0,06 A
Folhas verdes maceradas		8:00	2,35 ± 1,03 A	16	188,10 ± 27,02 B	2,57 ± 0,18 A
Folhas secas moídas		16:00	1,79 ± 0,50 A	8	91,27 ± 09,61 A	2,20 ± 0,06 A
Folhas verdes trituradas		16:00	1,41 ± 0,20 A	7	162,20 ± 13,28 B	2,50 ± 0,00 A
Folhas verdes maceradas		16:00	2,25 ± 0,73 A	15	182,07 ± 49,97 B	2,60 ± 0,15 A
chlorpyrifos ²		8:00	1,13 ± 0,20 A	-	---	---
Testemunha (água)		8:00	8,33 ± 0,07 B	29	357,97 ± 21,40 C	3,00 ± 0,06 B
C. V. (%)			16,52		14,61	7,88

¹Médias (± EP) seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

²Dose: 288 g i.a./ha.

Constatou-se também, para o extrato de folhas verdes, que múltiplas aplicações conferem melhor proteção ao ataque da lagarta. Deve-se considerar, na prática, a utilização de duas aplicações para as concentrações de 10.000 e 7.500 ppm, principalmente em situações moderadas do ataque da praga. O uso de mais de uma aplicação para produtos naturais já havia sido levantado de maneira geral por Schmutterer (1990) e reforçado por Lima et al. (2008), em avaliação de formulações comerciais de nim em condições de campo e de infestação natural. Isso pode ser atribuído ao crescimento dinâmico da planta, ao surgimento de novos tecidos foliares (Viana et al., 2007) e à degradação de compostos ativos (Schmutterer, 1990). Aumentar o número de aplicações é um dos principais fatores para reduzir esses efeitos e melhorar a eficiência de controle dessa lagarta utilizando o extrato foliar de nim (Viana & Prates, 2005).

A ação inseticida ocorre com a ingestão do alimento tratado com o extrato (Viana & Prates, 2003). Segundo Correia et al. (2009), a toxicidade depende do tempo de alimentação e da concentração aplicada e atua principalmente no mesêntero da lagarta, causando degeneração do epitélio e redução de células regenerativas. Conseqüentemente, afeta negativamente o desenvolvimento do inseto e causa mortalidade.

2. Efeito do horário de aplicação de extratos aquosos de folhas de nim no controle da lagarta

Os danos foliares para os tratamentos com os extratos de nim variaram de 1,41 a 2,35 e não diferiram do tratamento com chlorpyrifos ($P < 0,05$), pelo teste F (Tabela 2). A aplicação de chlorpyrifos e a testemunha apresentaram dano médio de 1,13 e 8,33, respectivamente. Não houve diferença significativa entre os extratos de nim e os horários de aplicação avaliados. A biomassa de lagartas e a largura da cápsula cefálica mostraram a mesma tendência do dano foliar, exceto o tratamento com extrato de folhas secas moídas aplicado às 16 horas, que ocasionou o menor peso das lagartas em relação aos demais extratos. Em comparação aos demais tratamentos, não foi encontrada uma explicação biológica satisfatória para esse resultado. A biomassa variou de 91,27 a 357,97 mg e a cápsula cefálica variou de 2,20 a 3,00 mm (6º a 7º instar) e os extratos só diferiram significativamente da testemunha no teste de comparação de médias (Tabela 2).

A falta de resultados satisfatórios no controle dessa praga no campo, utilizando o extrato foliar de nim, pode ser atribuída a vários fatores (Viana et al., 2006). Geralmente é indicada na literatura a aplicação de produtos naturais preferencialmente ao entardecer, evitando a maior incidência dos raios solares. Mesmo seguindo essa recomendação, existem outros fatores relevantes para a eficácia do extrato (Schmutterer, 1992). Oliveira et al. (2007) utilizaram os extratos aquosos em duas concentrações, aplicados ao entardecer, e o

controle foi considerado insuficiente como único método de controle da lagarta-do-cartucho. No presente trabalho, o horário de aplicação não foi um fator determinante para o controle do inseto. Embora a alimentação da lagarta seja maior durante a noite, os resultados de danos foliares não mostraram diferença significativa para as aplicações dos extratos nos horários de oito ou 16 horas, mais próximo ao entardecer (Tabela 2). Ficou também evidenciado que o preparo do extrato foliar de nim pode ser realizado nas três maneiras avaliadas, sem perda significativa em eficiência, desde que se utilize o procedimento padrão recomendado para esse extrato (Viana et al., 2006). No presente trabalho, não foi avaliada a ação dos raios solares sobre a durabilidade dos extratos. No campo, é importante que essa ação seja considerada em estudos dessa natureza (Schmutterer, 1990).

É importante salientar que o extrato foliar do nim deve ser recomendado quando as lagartas estiverem na fase inicial de desenvolvimento e ainda não causaram dano econômico para a lavoura (Viana et al., 2006). Outro aspecto que reforça essa recomendação está relacionado com a mortalidade larval, que decresce acentuadamente quando a aplicação do extrato é realizada para controlar lagartas com mais de oito dias de idade (Viana & Prates, 2005). Além da ação direta dos extratos sobre a fase larval, ainda poderão ocorrer efeitos prejudiciais para as outras fases do ciclo biológico do inseto (Mordue & Nisbet, 2000).

Conclusões

Nas condições que os experimentos foram conduzidos, conclui-se que os extratos aquosos de folhas de nim verdes trituradas, a 5.000 ppm, aplicados em três pulverizações, foram eficientes para o controle da *S. frugiperda* em milho. Os horários de aplicações avaliados não afetaram a eficiência dos extratos aquosos de folhas de nim para o controle da lagarta. Os extratos de nim preparados com folhas verdes ou secas afetaram negativamente o desenvolvimento larval.

Literatura Citada

- CORREIA, A. A.; TEIXEIRA, V. W.; TEIXEIRA, A. A. C.; OLIVEIRA, J. V.; TORRES, J. B. Morfologia do canal alimentar de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com folhas tratadas com nim. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, p. 83-91, 2009.
- CRUZ, I. Manejo de pragas da parte aérea da cultura do milho. In: SANDINI, I. E.; FANCELLI, A. L. (Ed.). **Milho**: estratégias de manejo para a região Sul. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2000. p.165-178.
- CRUZ, I.; OLIVEIRA, L.J.; OLIVEIRA, A. C.; 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**, Londrina, v. 25, p.293-297, 1996.

- DAVIS, F. M.; WILLIAMS, W. P.; WISEMANN, B. R. Methods used to screen maize for and to determine mechanisms of resistance to the southwestern corn borer and fall armyworm. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON METHODOLOGIES FOR DEVELOPING HOST PLANT RESISTANCE TO MAIZE INSECTS, 1989, México. **Proceedings...** Mexico: CIMMYT, 1989. p. 101-104.
- JAKOBY, G. L.; CARDOSO, I. C. M.; BUENO, R. C. O. F.; BUENO, A. F. Atividade inseticida de óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss, Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797)(Lepidoptera: Noctuidae). **Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 30, p. 83-87, 2005.
- KHAN, R. R.; AHMED, B.; ALMED, S. Comparative efficacy of neem seed powder granules and the insecticides against *Chilo partellus* Swin. (Pyralidae: Lepidoptera) on autumn maize. **Pakistan Entomologist**, Faisalabad, v. 29, p. 33-36, 2007.
- LIMA, J. F. M.; GRUTZMACHER, A. D.; CUNHA, U. S.; PORTO, M. P.; MARTINS, J. F. S.; DALMAZO, G. O. Ação de inseticidas naturais no controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho cultivado em agroecossistema de várzea. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 607-613, 2008.
- LIMA, M. P. L.; OLIVEIRA, J. V.; MARQUES, E. J. Manejo da lagarta-do-cartucho em milho com formulações de nim e *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 1227-1230, 2009.
- MARTINEZ, S. S. **O nim: *Azadirachta indica*** – natureza, usos múltiplos, produção. IAPAR: Londrina, 2002. 142 p.
- MONTES-MOLINA, J. A.; LUNA-GUIDO, M. L.; ESPINOZA-PAZ, N.; GOVAERTS, B.; GUTIERREZ-MICELI, F. A.; DENDOOVEN, L. Are extracts of neem (*Azadirachta indica* A. Juss. (L.)) and *Gliricidia sepium* (Jacquin) an alternative to control pests on maize (*Zea mays* L.). **Crop Protection**, Amsterdam, v. 27, p. 763-774, 2008.
- MORDUE, A. J.; NISBET, A. J. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its actions against insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, p. 615-632, 2000.
- OLIVEIRA, M. S. S.; ROEL, A. R.; ARRUDA, E. J.; MARQUES, A. S. Eficiência de produtos vegetais no controle da lagarta-do-cartucho-do-milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agroctenologia**, Lavras, v. 31, p. 326-331, 2007.
- PRATES, H. T.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. Atividade de extrato aquoso de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, p. 437-439, 2003.
- SCHMUTTERER, H. Potential of azadirachtin-containing pesticides for integrated pest control in developing and industrialized countries. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 34, p.713-719, 1988.

SCHMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 35, p. 271-297, 1990.

SCHMUTTERER, H. Higher plants as sources of novel pesticides. In In: OTTO, D.Ç WEBER, B. (ED.). **Insecticides: Mechanisms of Action and Resistance**. Andover, Hampshire: Intercept, 1992. P. 3-15.

VIANA, P. A.; PRATES, H. T. Desenvolvimento e mortalidade larval de *Spodoptera frugiperda* em folhas de milho tratadas com extrato aquoso de folhas de *Azadirachta indica*. **Bragantia**, Campinas, v. 62, p. 69-74, 2003.

VIANA, P. A.; PRATES, H. T. Mortalidade de lagarta de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com folhas de milho tratadas com extrato aquoso de folhas de nim (*Azadirachta indica*). **Revista**

Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v. 4, n. 3, p. 316-322, 2005.

VIANA, P. A.; PRATES, H. T.; RIBEIRO, P. E. A. **Uso do extrato aquoso de folhas de nim para o controle de *Spodoptera frugiperda* no milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 5 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 88).

VIANA, P. A.; PRATES, H. T.; RIBEIRO, P. E. A. Efeito de extratos de nim e de métodos de aplicação sobre o dano foliar e o desenvolvimento da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 1, p. 17-25, 2007.

WILLIAMS, W. P.; DAVIS, F. M. Response of corn to artificial infestation with fall armyworm and southwestern corn borer larvae. **Southwestern Entomologist**, Dallas, v. 15, p.163-166, 1990.

