



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**RESÍDUOS DE FRUTOS DE PEQUIZEIRO NO
CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* e *Agrotis
ippsilon***

MARIA DAS DORES DA CRUZ SOUZA

2015

MARIA DAS DORES DA CRUZ SOUZA

**RESÍDUOS DE FRUTOS DE PEQUIZEIRO NO CONTROLE DE
Spodoptera frugiperda E *Agrotis ipsilon***

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “*Magister Science*”.

**Orientadora
Profa. Dra. Teresinha Augusta Giustolin**

**JANAÚBA
MINAS GERAIS - BRASIL
2015**

Souza, Maria das Dores da Cruz

S729r Resíduos de frutos de pequi no controle de *Spodoptera frugiperda* e *Agrotis ipsilon* [manuscrito] / Maria das Dores da Cruz Souza. – 2015.

111 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2015.

Orientadora: Profª. D. Sc. Terezinha Augusta Giustolin.

1. Pequi. 2. Resíduos. 3. *Spodoptera frugiperda*. I. Giustolin, Terezinha Augusta. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 633.85

Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

MARIA DAS DORES DA CRUZ SOUZA

RESÍDUOS DE FRUTOS DE PEQUIZEIRO NO CONTROLE DE
Spodoptera frugiperda E *Agrotis ipsilon*

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “*Magister Science*”.

APROVADA em 27 de março de 2015.

Profa. Dra. Teresinha Augusta Giustolin
UNIMONTES
(Orientadora)

Profa. Dra. Clarice Diniz Alvarenga
Corsato
UNIMONTES
(Coorientadora)

Profa. Dra. Regina de Cássia
Ferreira Ribeiro
UNIMONTES

Profa. Dra. Eliane Souza Gomes
Brito
IFNMG

JANAÚBA
MINAS GERAIS - BRASIL
2015

A Deus onipotente e guia de nossas vidas,

Dedico.

À minha família, pelo apoio e incentivo durante toda a minha jornada de estudos, em especial à minha mãe, Nilce Maria; ao meu pai Antônio (*In memoriam*) e a todos os meus irmãos, pelo amor, amizade e por todas as renúncias que tiveram que fazer para que eu conseguisse alcançar meus objetivos.

Ofereço.

**Não perca a força, o sonho,
não deixe nunca de acreditar,
e tudo vai lhe acontecer.**

Eduardo Faro

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu o maior e o melhor dos presentes: a vida.

À UNIMONTES – Universidade Estadual de Montes Claros, por ter me possibilitado estudar e realizar meus experimentos.

À CAPES - Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa concedida;

A FAPEMIG, pelo apoio financeiro à pesquisa;

À Prof^ª. Dra. Teresinha Augusta Giustolin, pela oportunidade, atenção, ensinamentos, paciência e exemplo de profissionalismo. Serei sempre grata;

À Prof^ª. Dra. Clarice Diniz Alvarenga, pela contribuição para minha formação, pelo apoio e atenção;

À Professora Regina de Cássia Ferreira e a Eliane Souza Gomes, pela participação na banca examinadora;

A todos os professores do Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, pelos conhecimentos transmitidos;

Aos amigos do Laboratório de Entomologia da UNIMONTES, pelas alegrias e convivência harmoniosa, em especial a João, Lara e Anaiara, que me ajudaram na realização dos experimentos;

E aos meus amigos e colegas do mestrado, em especial a Patrícia, Hérika, Edna, Laís Pacheco, Zenóbia, Josimara e Marianne, pelos momentos de alegria;

A toda minha família, pelo incentivo e carinho. Agradeço por ter compreendido minha ausência, e pela alegria compartilhada a cada reencontro;

Ao meu namorado, Jefferson, que me presenteou todos os dias com sua compreensão e incentivo. Agradeço a ele por fazer parte de minha vida e por me contemplar com seu amor;

Agradeço a todos aqueles que participaram desta etapa importante da minha vida.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	i
GENERAL ABSTRACT	iii
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 O pequiheiro, <i>Caryocar brasiliense</i> Camb	3
2.1.1 Ação do fruto de pequi sobre insetos	5
2.2 <i>Agrotis ipsilon</i> (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae)	5
2.2.1 Descrição, hábito alimentar e biologia.....	5
2.2.2 Dano e importância econômica.....	7
2.3 <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)	8
2.3.1 Descrição, hábito alimentar e biologia.....	8
2.3.2 Dano e importância econômica.....	10
2.4 Uso de extratos botânicos para o controle de <i>Spodoptera frugiperda</i> e <i>Agrotis ipsilon</i>	11
2.5 Uso de resíduos no controle de pragas.....	14
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16
CAPÍTULO I	24
AÇÃO DE CONTATO DO COMPOSTO DE PEQUI SOBRE PRÉ-PUPAS E PUPAS DE <i>Agrotis ipsilon</i> e DE <i>Spodoptera frugiperda</i>	24
RESUMO.....	25
ABSTRACT	27
1 INTRODUÇÃO	29
2 MATERIAL E MÉTODOS	30
2.1 Preparação do composto de pequi.....	30
2.2 Ação de contato do composto das cascas dos frutos de pequi sobre pré-pupas e pupas de <i>Agrotis ipsilon</i> e <i>Spodoptera frugiperda</i>	31

3 RESULTADOS	33
3.1 Ação de contato do composto de pequi com as pré-pupas <i>Agrotis ipsilon</i> .	33
3.2 Ação de contato do composto de pequi sobre pré-pupas de <i>Spodoptera frugiperda</i>	34
3.3 Ação de contato do composto de pequi sobre as pupas de <i>Agrotis ipsilon</i> ..	36
3.4 Ação de contato do composto de pequi sobre as pupas de <i>Spodoptera frugiperda</i>	38
4 DISCUSSÃO	40
5 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
CAPÍTULO II.....	48
EXTRATO AQUOSO DA CASCA DE PEQUI EM DIETA ARTIFICIAL SOBRE A BIOLOGIA DE <i>Spodoptera frugiperda</i> E <i>Agrotis ipsilon</i>	48
RESUMO.....	49
ABSTRACT	50
1 INTRODUÇÃO	51
2 MATERIAL E MÉTODOS	53
2.1 Localização dos experimentos e obtenção dos insetos	53
2.2 Preparação do pó seco e extrato de pequi	53
2.3 Bioatividade de extrato aquoso das cascas dos frutos de pequi em dieta artificial sobre <i>Agrotis ipsilon</i> e de <i>Spodoptera frugiperda</i>	54
3 RESULTADOS	56
3.1 Extrato aquoso das cascas dos frutos de pequi em dieta artificial sobre a biologia de <i>Spodoptera frugiperda</i>	56
3.2 Extrato aquoso das cascas dos frutos de pequi em dieta artificial sobre a biologia de <i>Agrotis ipsilon</i>	60
4 DISCUSSÃO	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73

CAPÍTULO III.....	77
INJÚRIA E TOXICIDADE DO EXTRATO AQUOSO DE PEQUI EM MILHO NO CONTROLE DE <i>Spodoptera frugiperda</i>	77
RESUMO.....	78
ABSTRACT	80
1 INTRODUÇÃO.....	81
2 MATERIAL E MÉTODOS	83
2.1 Plantio do milho.....	83
2.2. Preparação dos extratos aquosos e pulverização das plantas de milho	84
2.3 Avaliação da injúria nas folhas de milho provocada por <i>Spodoptera frugiperda</i>	84
2.4 Bioatividade do extrato aquoso de pequi à <i>Spodoptera frugiperda</i>	86
3 RESULTADOS	88
3.1 Avaliação de injúria foliar em plantas de milho provocada por <i>Spodoptera frugiperda</i>	88
3.2 Bioatividade do extrato aquoso de pequi a <i>Spodoptera frugiperda</i>	93
4 DISCUSSÃO	97
4.1 Avaliação da injúria foliar em plantas de milho provocada por <i>Spodoptera frugiperda</i>	97
4.2 Bioatividade do extrato aquoso de pequi à <i>Spodoptera frugiperda</i>	102
5 CONCLUSÕES	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107

RESUMO GERAL

SOUZA, Maria das Dores da Cruz. **Resíduos de frutos de pequi no controle de *Spodoptera frugiperda* e *Agrotis ipsilon***. 2015.125 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG¹.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar a possibilidade de utilização do resíduo dos frutos de pequi no controle de *Spodopterafrugiperda* e *Agrotisipsilon*. Cascas dos frutos de pequi foram utilizadas no preparo de um composto que foi preparado a partir da mistura com palhada de cana-de-açúcar e esterco bovino. O composto foi avaliado sobre pré-pupas e pupas, com 24 horas de idade, de *S. frugiperdae A. ipsilon*, nas proporções de 5g/L, 10g/L, 20g/L, 30g/L,100% e uma testemunha. Os ensaios foram realizados em DIC com seis tratamentos e 50 repetições. Foram avaliadas a duração e mortalidade pupal, deformação de pupas e adultos. As cascas dos frutos de pequi também foram avaliadas sobre o desenvolvimento de *S. frugiperdae A. ipsilon*por meio de extratos aquosos. Foram preparadasas concentrações de 0,3% a 2,5% de extrato aquoso a partir da adição de diferentes proporções de pó das cascas de pequi. Essas concentrações foram adicionadas à dieta artificial das lagartas em substituição a água de seu preparo. Os ensaios foram realizados em DIC, com seis e cinco tratamentos para *A. ipsilon* e *S. frugiperda*, respectivamente, mais as testemunhas. Cada tratamento constou 50 repetições. Foram avaliadas a mortalidade e duração larval e pupal, peso de pupas macho e fêmea e deformação de pupase adultos. Os extratos aquosos de pequi também foram avaliados em campo, visando controlar a infestação de lagartas de *S. frugiperda* em milho. Os extratos foram pulverizadosnas plantas de milho nas concentrações de 0,8%, 2,5%, 5,0% e 10,0%. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, representados cada um, pelos cinco tratamentos, e cinco repetições. As plantas de milho pulverizadas tiveram suas folhas coletadas 24 horas após a primeira aplicação do extrato, para serem avaliadas, em laboratório, sobre o desenvolvimento de *S. frugiperda*. As folhas foram cortadas, colocadas em tubos de vidro, onde foi colocada uma lagarta recém-eclodida de *S. frugiperda*. Foram avaliadas a duração e mortalidade larval e pupal, peso de pupas machos e fêmeas, deformação de pupas e adultos. Os ensaios foram realizados em DIC, com quatro tratamentos mais a testemunha, cada tratamento foi constituído de 50 repetições.O composto de pequi quando em

¹**Comitê de Orientação:** Prof^a. Dra. Teresinha Augusta Giustolin - DCA/UNIMONTES (Orientadora); Prof^a. Dra. Clarice Diniz Alvarenga Corsato - DCA/UNIMONTES (Coorientadora).

contato com as pré-pupas e pupas de *S. frugiperdae* *A. ipsilon* provocou alongamento da fase pupal, aumento na mortalidade de pupas e deformação de pupas e adultos. A ingestão das dietas contendo as concentrações de extrato de pequi de 0,8% a 2,5% provocou mortalidade total das lagartas *S. frugiperda*. Para *A. ipsilona* ingestão da dieta artificial contendo extrato de pequi provocou elevada mortalidade larval, alongamento na duração da fase larval e pupal, mortalidade pupal, redução do peso de pupas e deformação de adultos. A pulverização de extrato nas plantas de milho reduziu a infestação de lagartas de *S. frugiperda*. A ingestão de folhas de milho pulverizadas com o extrato aquoso pelas lagartas de *S. frugiperda* alongou a duração das fases larval e pupal. Todas as concentrações do extrato de pequi avaliadas provocaram mortalidades larvais superiores à testemunha.

Palavras-chave: Lagarta do cartucho-do-milho, lagarta rosca, composto de pequi, extrato aquoso de pequi, *Caryocar brasiliense*.

GENERAL ABSTRACT

SOUZA, Maria das Dores da Cruz. **Pequi fruit residue in control of *Spodoptera frugiperda* and *Agrotis ipsilon***. 2015.125 p. Dissertation (Master's degree in Plant Production in the Semi-arid) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG¹.

This work was carried out to study the possibility of using the residue of the pequi fruit to control *Spodoptera frugiperda* and *Agrotis ipsilon*. Pequi fruits peel were used in the preparation of a compound which was prepared from the mixture with sugarcane straw and cattle manure. The compound was evaluated on the *S. frugiperda* and *A. ipsilon* pre-pupae and pupae 24 hours old in the proportion of 5 g / L, 10g / L, 20g / L, 30g / L, 100% and one control. Assays were set in randomized block design with six treatments and 50 replications. The pupal duration and mortality, pupal and adult deformation were evaluated. The Pequi fruit peels was evaluated as for the development of *A. ipsilon* and *S. frugiperda* using aqueous extracts. Concentrations of 0.3% to 2.5% of the aqueous extract from the addition of different proportions of Pequi peels powder were prepared. These concentrations were added to artificial diet of caterpillars to replace water from your preparation. Assays were performed in RBD with six and five treatments for *A. ipsilon* and *S. frugiperda*, respectively, plus the controls. Each treatment had 50 repetitions. We evaluated mortality and larval and pupal duration, male and female pupae weight and pupae and adults deformation. Aqueous extracts of Pequi were also evaluated on the field in order to control the infestation of *S. frugiperda* larvae in corn. The extracts were pulverized in maize plants at the concentrations of 0.8%, 2.5%, 5.0% and 10.0%. The experimental design was in randomized blocks, everyone represented by five treatments and five repetitions. The sprayed maize plants had their leaves collected 24 hours after the first application of the extract, to be evaluated in the laboratory on the *S. frugiperda* development. The leaves were cut, placed in glass tubes, where a newly hatched *S. frugiperda* caterpillar was placed. We evaluated the duration and larval and pupal mortality, male and female pupae weight, pupae and adults deformation. Assays were carried out in randomized block design, with four treatments plus the control each treatment had 50 replications. The compound of pequi when in contact with *S. frugiperda* and *A. ipsilon* pre-pupae and pupae caused lengthening of the pupal stage, increased pupae mortality and pupae and adults deformation. Intake of diets containing pequi

¹ **Guidance committee:** Prof. Dr. Teresinha Augusta Giustolin - DAS/UNIMONTES (Adviser); Prof. Dr. Clarice Diniz Alvarenga Corsato - DAS/UNIMONTES (Co-adviser).

extract concentrations from 0.8% to 2.5% caused total mortality of *S. frugiperda* caterpillars. For *A. ipsilon*, intake of artificial diet containing pequi extract caused high larval mortality, lengthening the duration of larval and pupal phase, pupal mortality, reduced pupal weight and adult deformation. The extract sprayed on the maize plants reduced the infestation of *S. frugiperda* caterpillar. Intake of corn leaves pulverized with the aqueous extract by the *S. frugiperda* caterpillars lengthened the duration of the larval and pupal stages. All evaluated pequi extract concentrations caused higher larval mortality than control.

Keywords: armyworm, cut-worm, Pequi aqueous extract, *Caryocar brasiliense*

1 INTRODUÇÃO GERAL

O pequi, *Caryocar brasiliense* Camb, nativo do cerrado brasileiro está presente nos estados da Bahia, Ceará, Goiás, Maranhão, Piauí, Rio de Janeiro, São Paulo, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará e Distrito Federal (ALMEIDA *et al.*, 1998). Além do valor alimentício e nutricional, esta planta tem sido utilizada para fins medicinais, produção de mel, em ornamentação, produção de óleo e tanino, sendo importante fonte de geração de rendas para o agricultor local (VIEIRA e MARTINS, 2000; MARQUES *et al.*, 2002).

Minas Gerais se destaca como um dos principais produtores e consumidores deste fruto (RIBEIRO, 2000). Na região norte de Minas Gerais, durante a época de safra em que os frutos de pequi são comercializados ocorre uma grande produção de resíduos, pois a casca (epicarpo) e a polpa externa (mesocarpo), que correspondem a cerca de 32,77% do fruto, são desprezadas, gerando excessivo lixo ao meio ambiente (PEREZ, 2004). O aproveitamento desse resíduo poderá evitar o seu descarte e o acúmulo de lixo no ambiente.

A casca de pequi já teve sua composição química analisada, tendo sido identificados esteroides, triterpenos, flavonoides, taninos, saponinas (RESENDE *et al.*, 2011). Esses metabólitos estão relacionados, principalmente, aos componentes secundários produzidos pelas plantas para a sua defesa e são tóxicos a um grande número de pragas. Sendo assim, essas substâncias representam mais uma alternativa promissora no manejo integrado de pragas, principalmente na agricultura orgânica e familiar.

Existem poucas informações na literatura sobre a toxicidade do pequi a insetos. Coitinho *et al.* (2006) avaliaram o óleo de pequi sobre adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky criados em grãos de milho. Os autores verificaram que em testes com e sem chances de escolha o óleo do fruto de pequi causou a morte e a redução na emergência dos adultos dessa praga. Pereira *et al.* (2008)

verificaram que o óleo de *C. brasiliense* provocou baixa mortalidade de adultos do caruncho, *Callosobruchus maculatus* Fabricius, quando aplicado sobre grãos de feijão caupi, cv. Sempre Verde, mas foi eficiente na redução do número de ovos viáveis e de adultos emergidos. Em outro trabalho, Pereira *et al.* (2009) constataram que o óleo de *C. brasiliense* foi eficiente para o controle do *C. maculatus*, por até 30 dias de armazenamento.

A grande vantagem da utilização de resíduos dos frutos de pequi no manejo de pragas é a facilidade de se obter as cascas para o preparo de compostagem e de extratos aquosos, tendo em vista que, no processo de comercialização dos frutos esse material é descartado em grande quantidade. Dessa forma, o aproveitamento da casca de pequi poderá constituir-se numa atividade econômica, social e ecológica interessante, uma vez que possibilitará a ampliação dos lucros, a geração de novos empregos e redução de lixo ao meio ambiente. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos tóxicos dos resíduos do fruto de pequi (mesocarpo e endocarpo) sobre *S. frugiperda* e *A. ipsilon*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O pequi, *Caryocar brasiliense* Camb

O pequi pertence à família Caryocaceae, sendo também conhecido como piqui, pequiá, amêndoa de espinho ou amêndoa do Brasil. Os pequizeiros são árvores de regiões quentes e encontrados nas regiões norte e centro-oeste do Brasil. O pequi é um fruto típico do cerrado brasileiro, sendo encontrado nos estados da Bahia, Ceará, Goiás, Maranhão, Piauí, Rio de Janeiro, São Paulo, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará e Distrito Federal (ALMEIDA *et al.*, 1998).

Minas Gerais se destaca como o principal produtor e consumidor de pequi do Brasil (RIBEIRO, 2000). Em muitas regiões, como a norte-mineira, a exploração extrativista desse fruto se constitui em importante ocupação para inúmeras famílias que têm nessa cultura a fonte de renda através da colheita, processamento e comercialização do pequi, durante os quatro meses de safra por ano. A safra ocorre no período de setembro a fevereiro e cada planta adulta pode produzir, em média, até dois mil frutos por safra (GONÇALVES *et al.*, 2011). Os frutos do pequizeiro após o amadurecimento e queda são coletados do chão. Após a queda natural, caso não seja realizada a coleta imediata, esses frutos tornam-se macios e, em dois ou três dias, rapidamente entram em processo de deterioração.

O fruto de pequi é uma drupa composta por 76,7% de casca, 21,6% de caroço (pirênios) e 1,7% de frutinhos (pirênios que não completaram seu desenvolvimento fisiológico) (VERA *et al.*, 2005). A casca de pequi é composta por duas camadas: uma fina e coriácea de cor verde acinzentada (epicarpo) e outra mais espessa e carnosa, branco-amarelada (mesocarpo externo). O Mesocarpo externo abriga de 1 a 6 caroços (pirênios) e o mesocarpo interno (polpa comestível do fruto), tem coloração que varia do amarelo pálido ao alaranjado intenso. O

endocarpo espinhoso do pequi protege uma amêndoa, também comestível, que é revestida por um tegumento fino e marrom (ALMEIDA, 1998; SILVA *et al.*, 1994).

Segundo Lima *et al.* (2007), a casca do fruto de pequi tem alto teor de fibras alimentares, entretanto, ela não é aproveitada para o consumo humano, transformando-se em um problema ambiental. Dentre as diversas formas de utilização da casca, destaca-se a produção de uma tintura castanho-escura que é usada no tingimento artesanal, além do seu uso na alimentação de bovinos (OLIVEIRA *et al.*, 2008).

O epicarpo e o mesocarpo do pequi geralmente são desprezados no processo de comercialização, gerando excessiva matéria orgânica. Em função disso, estima-se que em Montes Claros-MG ocorra um aumento médio na coleta de lixo de cerca de 4 toneladas por dia (inf. pessoal – Antônio Carlos dos Santos/Secretaria Serviços Urbanos – Montes Claros, 2010). O aproveitamento do epicarpo e mesocarpo do fruto do pequi poderia evitar esse descarte. A casca de pequi descartada no processamento deste fruto já teve sua composição química analisada, tendo sido identificados esteroides, triterpenos, flavonoides, taninos, saponinas (RESENDE *et al.*, 2011). Esses metabolitos estão relacionados, principalmente, aos componentes secundários produzidos pelas plantas para a sua defesa e têm-se mostrado tóxicos a um grande número de pragas. Sendo assim, essas substâncias representam mais uma alternativa promissora no manejo integrado de pragas, principalmente na agricultura orgânica e familiar.

2.1.1 Ação do fruto de pequi sobre insetos

Existem poucas informações na literatura sobre a toxicidade do pequi a insetos. Coitinho *et al.* (2006a) avaliaram o óleo de pequi sobre adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky criados em grãos de milho. Os autores verificaram que em testes com e sem chances de escolha o óleo do fruto de pequi causou a morte e redução na emergência dos adultos dessa praga.

Coitinho *et al.* (2006b) avaliaram os efeitos residuais do óleo de pequi sobre adultos de *S. zeamais* criado em milho armazenado. Esse óleo foi eficiente no controle deste inseto, mas somente no período inicial de armazenamento do milho.

Pereira *et al.* (2008) avaliaram a ação do óleo de *C. brasiliense* sobre o caruncho, *Callosobruchus maculatus* Fabricius, quando aplicado sobre grãos de feijão-caupi, cv. Sempre Verde. Os autores verificaram que o óleo foi efetivo na mortalidade de adultos de *C. maculatus*, bem como na redução da postura e emergência. Em outro trabalho, Pereira *et al.* (2009) observaram que o óleo de *C. brasiliense* foi eficiente para o controle do *C. maculatus*, por até 30 dias de armazenamento.

2.2 *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae)

2.2.1 Descrição, hábito alimentar e biologia

A espécie *A. ipsilon*, também conhecida como lagarta-rosca, possui adultos que são mariposas, medindo aproximadamente 35 mm de envergadura, asas anteriores de coloração marrom com manchas negras triangulares e posteriores semitransparentes. O período de pré-oviposição é de cerca de 10 dias, realizando suas posturas isoladas em folhas de plantas hospedeiras, mas também em material seco, como palhada e, raramente, no solo (CAPINERA, 2012). As fêmeas colocam, em média, 1.000 ovos, sendo estes de coloração branca, passando a marrom com o

desenvolvimento embrionário (GALLO *et al.*, 2002). O período embrionário de *A. ipsilon* dura em média 4 dias a 26 ± 1 °C, podendo chegar a 6 dias, com aproximadamente 81,0% de viabilidade (CAPINERA, 2012; BENTO *et al.*, 2007).

As lagartas recém-eclodidas possuem coloração que varia do cinza-claro ao escuro. Na fase larval este inseto apresenta constituição robusta e hábito noturno. Possui cápsula cefálica lisa e escura, chegando a atingir no final do ciclo 45 mm de comprimento, quando apresenta coloração predominantemente cinza-escura. Durante o dia abriga-se no solo, saindo para se alimentar à noite. A lagarta apresenta o hábito de se enrolar quando tocada, daí o nome lagarta-rosca. À noite as lagartas vão até as plantas hospedeiras para se alimentarem (FERREIRA e BARRIGOSI, 2006; CAPINERA, 2012). Para esse inseto, a temperatura ótima gira em torno de 27 °C (CRUZ, 2010). A lagarta se alimenta da haste das plantas hospedeiras, provocando o seccionamento total, quando as plantas estão mais jovens, tenras e delgadas e com cerca de 20 cm de altura, ou parcial, quando as plantas são maiores (CRUZ, 2010).

A duração larval é de cerca de 25 dias, na temperatura de 26 ± 1 °C e viabilidade de 93,0%, apresentando, normalmente, seis ínstaes (LINK e PEDROLO, 1987; BENTO *et al.*, 2007). Nessa fase, o inseto apresenta de cinco a nove ínstaes, dependendo das condições ambientais e da alimentação consumida pelas lagartas (CAPINERA, 2012). Giannasi (2014) constatou diferença no número de ínstaes larvais, quando o inseto foi alimentado com folhas de milho (nove ínstaes) ou com dieta artificial (6 ínstaes). Observou-se ainda que as lagartas quando alimentadas com folhas de milho apresentaram maior duração larval (36,89 dias) do que quando receberam dieta artificial (19,73 dias) em temperatura de $25 \pm 1,0$ °C.

A fase pupal ocorre no solo a uma profundidade de 3 a 12 cm, a pupa possui um tamanho de 25 mm e coloração marrom brilhante. A duração pupal, em condições de laboratório e em temperatura de $26 \pm 1,0$ °C é em média de 12 dias

com viabilidade de 96% (LINK e PEDROLO, 1987; BENTO *et al.*, 2007; CAPINERA, 2012).

A duração total do ciclo de *A. ipsilon* (ovo-adulto) varia de 34 a 64 dias, conforme o ambiente e o alimento fornecido às lagartas. Segundo Bento *et al.* (2007), a duração total do ciclo de *A. ipsilon* foi de 41 dias quando criada em dieta artificial e ambiente controlado com temperatura de $26 \pm 1,0$ °C, com razão sexual de 1:1. A longevidade de machos e fêmeas de *A. ipsilon* foi semelhante, durando em média 13 dias.

2.2.2 Dano e importância econômica

A lagarta-rosca, *A. ipsilon*, é uma praga polífaga que ataca mais de 15 famílias botânicas (CAPINERA, 2012), causando danos em mais de 30 espécies de plantas cultivadas, com destaque para o algodão, amendoim, batata, feijão, milho, soja, fumo, abóbora, melão, melancia, tomate, couve e repolho (LINK e PEDROLO, 1987; GALLO *et al.*, 2002).

As lagartas causam danos do primeiro ao terceiro ínstar, quando raspam o tecido das folhas jovens, mas a partir do quarto ínstar seccionam a haste das plântulas recém-emergidas rente ao solo, ocasionando a morte das mesmas e, reduzindo drasticamente a produtividade da cultura (GALLO *et al.*, 2002).

Os prejuízos causados pelas lagartas de *A. ipsilon* são significativos, principalmente, na fase inicial da cultura, pois as plântulas cortadas perdem a capacidade de recuperação. Em consequência de seu ataque, surgem falhas nas linhas de plantio e as plantas mais jovens murcham e tombam. Já em plantas adultas as lagartas abrem galerias na base do caule e nas raízes mais superficiais (MOREIRA e ARAGÃO, 2009).

Bento (2007) constatou, em São Paulo, na safra 2006/2007, perda de 28% na cultura da soja, em relação a safra anterior, sendo o principal causador desse dano a lagarta-rosca.

Na cultura de tomate, a lagarta-rosca tem pouca importância econômica, visto que neste tipo de sistema de produção, normalmente, utilizam-se altas dosagens e número de pulverizações de inseticidas para o controle de outras pragas. No entanto, quando o controle químico não é utilizado, os danos podem chegar até 80,0%. *A. ipsilon* provocam grandes orifícios nos frutos de tomateiro (AZEREDO *et al.*, 2002).

Na cultura do milho, o sintoma mais comum é o aparecimento de plântulas recém-germinadas cortadas na base do colmo. Em plantas maiores, cerca de 40 cm, as lagartas broqueiam o colmo, tornando-a improdutiva e, causando a morte. Nesta cultura os prejuízos podem chegar a 7,0%, tanto pela ocorrência de “coração morto”, que diminui a produtividade ou pelo perfilhamento da planta (GALLO *et al.*, 2002; NAKANO, 2011). De acordo com Salvadori (2007), a lagarta-rosca pode atacar 27,0% das áreas plantadas com milho no estado de Rio Grande do Sul, provocando dano de 20,0%.

Bento *et al.* (2004) estudaram o local de preferência para oviposição de *A. ipsilon* em plântulas de couve e verificaram que, 85,4% dos ovos foram depositados nas folhas das plântulas, 6,1% foram colocados no colo da planta, 5,9% no talo das folhas e 2,7% no substrato de plantio.

2.3 *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)

2.3.1 Descrição, hábito alimentar e biologia

Os adultos de *S. frugiperda* são mariposas com aproximadamente 40 mm de envergadura (CRUZ *et al.*, 1999), asas anteriores pardo-escuras e posteriores

branco-acinzentadas e corpo de coloração cinza (BIANCO, 2005). Os ovos de *S. frugiperda* apresentam coloração verde-clara quando recém-postos e alaranjados após o início do desenvolvimento embrionário. Próximos à eclosão das larvas, os ovos se mostram escurecidos, devido à presença da cabeça da lagarta em seu interior, que é de cor negra. As fêmeas colocam os seus ovos em massa, que são, normalmente, colocados em camadas oscilando de uma a três (CARDOSO, 2004).

O período de incubação dos ovos *S. frugiperda* é em média de 3 dias, a 25,0 °C, e viabilidade média de 92,0% (MURÚA e VIRLA, 2004). Em temperaturas inferiores a 25,0 °C, esse período pode chegar de 8 a 10 dias (CRUZ *et al.*, 1999). As fêmeas põem cerca de 1.500 a 2.000 ovos que são colocados na face superior das folhas (SILVA, 2000; GALLO *et al.*, 2002), em massas de tamanho variável, onde são colocados em número de 100 a 200 ovos (SILVA, 2000).

As lagartas podem apresentar de cinco a seis ínstars e, quando completamente desenvolvidas chegam a medir até 50 mm. Nessa fase esse inseto apresenta coloração variável de pardo-escura a quase preta. No corpo apresenta estrias longitudinais e pontuações negras, e na cabeça, uma linha clara em forma de Y invertido, bastante visível (BIANCO, 2005). O período larval de *S. frugiperda* pode variar de 12 a 30 dias, dependendo da temperatura (GALLO *et al.*, 2002; CAPINERA, 2008). Lopes *et al.* (2008) avaliaram o ciclo de *S. frugiperda* criadas em folhas de mandioca e obtiveram duração larval média de 19,16 dias e viabilidade média de 81,66% em temperatura 25,0 °C. Giolo *et al.* (2002) avaliaram diferentes populações de *S. frugiperda* oriundas de várias localidades e hospedeiros, e verificaram que lagartas alimentadas com folhas de milho apresentaram período larval médio de 16,45 dias em temperatura de 25 ± 1,0 °C.

No final do ciclo larval, *S. frugiperda* pode pupar no solo, no cartucho do milho, na espiga de milho, mas especialmente entre as palhas. A pupa é inicialmente verde-clara com o tegumento transparente, entretanto após alguns

minutos da transformação torna-se alaranjada e, posteriormente, marrom-avermelhado. Próxima à emergência é quase preta. A pupa apresenta de 13 a 16 mm de comprimento por 4,5 mm de diâmetro (CRUZ, 1995).

A duração da fase pupal de *S. frugiperda* é variável e dependente da temperatura, como todo o ciclo dos insetos. Para alguns autores, a duração é de 8,0 dias no verão e de 25 a 30 dias no inverno (CARDOSO, 2004; CAPINERA, 2008). Cruz (1995) comenta que a temperatura ótima para a fase pupal de *S. frugiperda* está entre 21,0 e 26,7 °C. Siloto (2002) estudou a biologia de *S. frugiperda* em genótipos de milho e observou que a duração pupal foi de 11 dias, a 25 °C. Lopes *et al.* (2008) obtiveram viabilidade pupal de 75,51%, quando as lagartas foram alimentadas com folhas de mandioca, e Bavaresco *et al.* (2003) registraram viabilidades pupais de 47,0% em soja, 65,0% em feijão, 65% em mamona e 74,0% em cebola.

A longevidade dos adultos e a fertilidade das fêmeas de *S. frugiperda* variam de acordo com a disponibilidade de alimento na fase larval, além da temperatura (MURÚA e VIRLA, 2004). Sem alimentação, as mariposas viveram aproximadamente 4,4 dias, enquanto que alimentadas viveram até 13,3 dias, independente do sexo (CRUZ, 1995). Conforme Murúa e Virla (2004), a longevidade foi de aproximadamente de 12 dias.

O ciclo total da *S. frugiperda* foi de aproximadamente 30 dias, a 25 °C, possibilitando a ocorrência de várias gerações durante o ano (CRUZ *et al.*, 1999; CRUZ e MONTEIRO, 2004). Capinera (2008) relatou que *S. frugiperda* apresentou ciclo total de 60 dias na primavera e de 80 a 90 dias no inverno.

2.3.2 Dano e importância econômica

Spodoptera frugiperda é uma espécie polífaga que ataca diversas culturas economicamente importantes em vários países. É conhecida na fase larval como

lagarta do cartucho e é a principal praga da cultura do milho no Brasil (PRAÇA, SILVA NETO e MONNERAT, 2006). Esta praga também ataca e causa danos a culturas como o algodão, arroz, alfafa, amendoim, abóbora, batata, couve, espinafre, feijão, repolho, sorgo, trigo e tomate (CRUZ e MONTEIRO, 2004). Em milho, as lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* iniciam sua alimentação raspando uma das faces da folha, deixando a epiderme do lado contrário, intacta. Nos ínstares mais avançados, as lagartas fazem furos na folha e, quando passam para o 4º e 5º ínstares, podem destruir completamente o cartucho. Essa praga pode reduzir a área foliar através da sua alimentação e prejudicar a produção de milho, já que o florescimento é considerado a fase mais crítica de seu ataque (GALLO *et al.*, 2002). As lagartas se alimentam em todas as fases de crescimento da cultura do milho, mas tem preferência pelas folhas do cartucho das plantas jovens (GIOLO *et al.*, 2002). No cartucho do milho é encontrada somente uma ou, no máximo, duas lagartas por planta, devido ao seu hábito canibal (CAPINERA, 2008).

O percentual de redução na produtividade de grãos de milho é dependente dos danos provocados pelas lagartas, além do estágio de desenvolvimento da planta, do local de ataque da praga, da cultivar utilizada, do local e época de cultivos, do sistema de produção e da prática agrônômica adotada (SILOTO, 2002).

2.4 Uso de extratos botânicos para o controle de *Spodoptera frugiperda* e *Agrotis ipsilon*

Os extratos vegetais podem ser uma alternativa viável ao uso exclusivo de produtos químicos para o controle de *S. frugiperda* e *A. ipsilon* e, com isso, mais uma opção ao manejo integrado de pragas. Conforme Machado *et al.* (2007), a utilização de plantas inseticidas associada a outras práticas de controle de insetos pode contribuir para a redução das doses e aplicações de inseticidas químicos,

evitando os problemas que podem ser causados aos organismos benéficos e ao meio ambiente.

Os inseticidas botânicos são produtos derivados das plantas ou partes delas, podendo ser o próprio material vegetal, normalmente moído até ser reduzido a pó, ou seus produtos derivados por extração aquosa e solventes orgânicos (WIESBROOK, 2004).

Os extratos de plantas com potencial inseticida têm sido objeto de muitas pesquisas, visando sua utilização como uma alternativa no manejo integrado de pragas. As substâncias inseticidas podem ser oriundas dos produtos intermediários ou finais do metabolismo secundário das plantas. Essas substâncias como rotenonas, piretroides, alcaloides e terpenoides podem ser encontradas nas raízes, folhas, caules e sementes das plantas. Tais substâncias podem interferir no metabolismo dos insetos, pois causam deterrência alimentar e de oviposição, infertilidade, bloqueio do metabolismo e interferência no desenvolvimento, sem necessariamente causar a morte (LACHER, 2000).

O emprego de substâncias extraídas de plantas com poder inseticida apresenta vantagens quando comparado aos inseticidas químicos. As substâncias produzidas pelas plantas são renováveis, facilmente degradáveis e não contaminam o meio ambiente. O desenvolvimento da resistência dos insetos a essas substâncias é lento, além disso não deixam resíduos nos alimentos, são seguras aos operadores e de baixo custo, sendo acessíveis aos pequenos produtores (ROEL e VENDRAMIM, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Machado *et al.* (2007) afirmam que existem variações na eficiência de controle dos extratos de plantas sobre os insetos. Explicam que isso é devido, principalmente, às diferenças nas concentrações do ingrediente ativo, além do baixo efeito residual, determinando a necessidade de serem realizadas várias aplicações dos extratos em períodos relativamente curtos.

De acordo com Vendramim (1997), a planta inseticida pode ser utilizada de diversas formas, sendo a mais comum o emprego na forma de pó seco, óleos, extratos aquosos e não aquosos. Para esse autor, o pó e extrato aquoso são as melhores opções, visto que são de fácil obtenção e aplicação.

O objetivo principal do uso do extrato vegetal é reduzir o crescimento da população de insetos-praga, sendo a morte apenas um dos efeitos a ser causado à praga. Podem ocorrer também efeitos sobre a alimentação, o desenvolvimento e a reprodução dos insetos (GALLO *et al.*, 2002; TAGLIARI, 2007).

Diversos estudos já foram realizados a fim de se verificar a ação dos extratos botânicos sobre insetos-praga. Roel *et al.* (2000) avaliaram o efeito de diferentes concentrações do extrato de folhas e ramos de *Tradescantia pallida* (Rose) em acetato de etila sobre *S. frugiperda* e constataram 100% de mortalidade larval, em concentração igual ou superior a 0,05%. Torrecillas e Vendramim (2001) também verificaram 100% de mortalidade de lagartas de *S. frugiperda*, quando estas foram alimentadas com extrato de *T. pallida*. Da mesma forma, Silva Filho (2003) controlou 100% das lagartas de *S. frugiperda* na cultura do milho, utilizando extrato vegetal de *Azadirachta indica* A. Juss., conhecida como nim.

Santiago *et al.* (2008) testaram extratos aquosos de folhas de *Lippia sidoides* (Cham), folhas e ramos de *Ruta graveolenses* (L.), *Mormodica charantia* (L.) e frutos verdes de *Ricinus communis* (L.), na concentração de 10% sobre a biologia de *S. frugiperda*. Os autores observaram alongamento na duração das fases larval e pupal, mortalidade larval e deterrência alimentar do extrato aquoso de frutos verdes de *R. communis*. Além disso, a ingestão de extratos de *R. graveolens* e *M. charantia* pelas lagartas inibiu totalmente a postura e reduziu a longevidade, respectivamente.

Maroneze e Gallegos (2009) estudaram o efeito do extrato aquoso de *Melia azedarach* L. sobre o desenvolvimento de *S. frugiperda* e constataram que nas concentrações de 1,0% e 5,0% ocorreu mortalidade larval total. Os autores

observaram ainda que, na concentração 0,1 % ocorreu alongamento da fase larval e redução no peso das lagartas.

Prates *et al.* (2003) avaliaram o efeito do extrato aquoso de folhas de nim em dieta artificial sobre o desenvolvimento de lagartas de *S. frugiperda*. Nesta situação, ocorreu praticamente 100% de mortalidade, na concentração de 10 mg mL. Góes *et al.* (2003) também reportaram que o extrato mais eficiente para o controle de *S. frugiperda* foi o de nim, que também impediu a ecdise do inseto. De acordo com esses autores, a ação do extrato de nim sobre o inseto se deve à ingestão e não ao contato. Schmutterer (1990) descreve que a ação da azadiractina, principal substância presente nas plantas de *A. indica*, interfere diretamente no processo de renovação celular, crescimento e ecdise, resultando na mortalidade larval de *S. frugiperda*.

A identificação de um extrato vegetal eficiente que reduza a população de um inseto-praga a um nível de equilíbrio sem afetar o ambiente nem as populações de inimigos naturais é um dos objetivos do manejo ecológico de pragas (WEBBER, 2009).

2.5 Uso de resíduos no controle de pragas

Consoante Aquino *et al.* (2005), o composto originado do processo de compostagem de resíduos sólidos domiciliares é um substrato de baixo custo e de qualidade adequada para a utilização em um sistema de produção de alimentos orgânicos. Os alimentos orgânicos, hortaliças, por exemplo, seguem normas certificadoras que proíbem o uso de substratos industriais e adubos químicos. Dessa forma, o uso compostagem se torna adequado devido a sua viabilidade e fácil aplicação em pequenas comunidades rurais.

Diversos estudos têm demonstrado que a adição de resíduos orgânicos reduz a população de patógenos de solo. Esse efeito pode estar relacionado ao

aumento da atividade antagônica dos compostos liberados durante a degradação dos resíduos que o compõe ou mesmo pela própria composição do substrato (BETTIOL e MORANDS, 2009).

Em um estudo fitoquímico dos frutos de pequi, Perez (2004) identificou no extrato hidroalcoólico do epicarpo e mesocarpo externo esteroides, triterpenos, heterosídeos antraquinônicos, heterosídeos flavônicos; já no extrato aquoso, heterosídeos saponínicos, grupos amino, taninos condensados e hidrolisáveis e açúcares. Vários desses compostos são mencionados como envolvidos na defesa de plantas a patógenos e pragas.

Ribeiro *et al.* (2012) constataram que o extrato e o pó da casca de pequi *in vitro* possui atividade nematicida contra *Meloidogyne javanica* Treub. A casca de pequi incorporada ao solo como resíduo orgânico em mudas de tomateiro reduziu significativamente o número de galhas, o número de massas de ovos e de ovos de *M. javanica* por raiz. Entretanto, foi observado efeito fitotóxico sobre as plantas de tomate.

Os inseticidas naturais constituem-se em um importante método de controle a ser adotado, principalmente, pelos pequenos e médios agricultores que têm utilizado o controle químico como principal medida empregada no controle de pragas. Dessa forma, o melhor aproveitamento da casca do fruto do pequi poderá constituir-se numa alternativa promissora no controle de insetos-praga e, com isso, reduzir o descarte de resíduo desta planta na época de safra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. P. *et al.* **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.

ALMEIDA, S.P. **Cerrado: aproveitamento alimentar**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 188 p.

AZEREDO, E. H.; CASSINO, P. C. R.; LIMA, E. Avaliação da infestação de insetos-prega associados à batata (*Solanum tuberosum* L.) sob efeito de nutrientes nitrogenados e potássio e teores acumulados de aminoácidos livres nas cultivares Achat e Monalisa. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba v. 46, p. 7-14, 2002.

AQUINO, A. M.; NETO, M. T. C.; OLIVEIRA, A. M. G. **Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005. 6 p. (Circular Técnica, 23).

BAVARESCO, A. . *et al.* Biologia comparada de *Spodoptera cosmioides* (WALK.) (Lepidoptera: Noctuidae) em cebola, mamona, soja e feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, p.993-998, 2003.

BENTO, F. de M. M; MAGRO, S. R; PARRA, J. R. P. **Danos e local de oviposição de *Agrotis ipsilon* em plântulas de couve (*brassica oleracea* var. *acephala*)**. 2004. Disponível em:
http://www.seb.org.br/eventos/cbe/xxcbe/anais/resumosdeposterres/RESUMOS/resumo_815.html. Acesso em: 04 fev. 2015.

BENTO, F. M. M. . *et al.* Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Agrotis ipsilon* em dieta artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 1369-1372, 2007.

BETTIOL, W.; MORANDS, M. A. B. (Eds.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. 341p.

BIANCO, R. O percevejo barriga-verde no milho e no trigo em plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 89, p. 46-51, 2005.

CAPINERA, J. L. **Black Cutworm, *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae)**. 2012. Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN70300.pdf>. Acesso em: 14 Fev. 2015.

CAPINERA, J. L. **Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae)**. 2008. Disponível em: http://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/fall_armyworm.htm. Acesso em: 14 fev. 2015.

CARDOSO, A. M. **Manejo de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho, *Zea mays* L.: bases para avaliação populacional e controle biológico utilizando o parasitoide de ovos *Trichogramma atopovirilia* Oatman e Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**. 2004. 112 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2004.

COITINHO, R. L. B. de C. . *et al.* Atividade inseticida de óleos vegetais sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) em milho armazenado. **Caatinga**, Mossoró, v. 19, p. 176-182, 2006a.

COITINHO, R. L. B. de C. . *et al.* da. Efeito residual de inseticidas naturais no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. em milho armazenado. **Caatinga**, Mossoró, v. 19, p. 183-191, 2006b.

CRUZ, I. **Lepidoptera como praga de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010, 23 p. (Documentos, 111).

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

CRUZ, I. . *et al.* 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, p. 293-296, 1999.

CRUZ, I.; MONTEIRO, M. A. R. **Controle biológico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum*.** Sete Lagoas: Embrapa - CNPMS, 2004. 4 p. (Comunicado Técnico, 114).

FERREIRA, E; BARRIGOSSO, J. A. F. **Insetos orizívoros da parte subterrânea.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 52 p. (Documentos, 190).

GALLO, D. . *et al.* **Entomologia econômica.** Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GIANNASI, A.O. **Aspectos biológicos de *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae) (Hufnagel, 1767) e testes com nematoides entomopatogênicos (Hhabditida: Steinernematidae e Seterorhabditidae) visando o seu controle.** 2014. 66 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2014.

GIOLO, F. P. . *et al.* Parâmetros biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepdoptera: Noctuidae) oriundas de diferentes localidades e hospedeiros. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, p. 219-224, 2002.

GÓES, J. B. , *et al.*.Efeito de extratos vegetais no controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Caatinga**, Mossoró, v. 16, p. 47-49, 2003.

GONÇALVES, G. A. S. . *et al.* Qualidade dos frutos do pequizeiro submetidos a diferentes tempos de cozimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, p. 377-385, 2011.

LACHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: Rima, 2000. 519 p.

LOPES, E. . *et al.* Controle de *Meloidogyne javanica* com diferentes quantidades de torta de nim (*Azadirachta indica*). **Revista Trópica Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v. 2 p.17-21, 2008.

LINK, D.; PEDROLO, S. S. Aspectos biológicos de *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1767) em Santa Maria - RS. **Revista de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 17, p. 309-317, 1987.

LIMA, A. de . *et al.* Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, p. 695-698, 2007.

MARONEZE, D. M.; GALLEGOS, D. M. N. Efeito de extrato aquoso de *Melia azedarach* no desenvolvimento das fases imatura e reprodutiva de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, p. 537-550, 2009.

MARQUES, C. S. M. . *et al.* Efeito fungitóxico dos extratos de *Caryocar brasiliense* Camb. sobre os fungos *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum truncatu*, e *Fusarium oxysporum*. **Ciência e Agrotecnologia**, Edição especial, Lavras, p. 1410-1419, 2002.

MACHADO, L. A.; SILVA, V. B.; OLIVEIRA, M. M. Palestra: Uso de extratos vegetais no controle de pragas em horticultura. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, p. 103-106, 2007.

MOREIRA, H. J. C; ARAGÃO, F. D. **Manual de Pragas do Milho**. Campinas. 2009. 60 p.

MURÚA, G; VIRLA, E. Population parameters of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep.: Noctuidae) fed on corn and two predominant grasses in Tucuman (Argentina). **Acta Zoológica Mexicana**, Xalapa, v. 20, p. 199-210, 2004.

NAKANO, O. **Entomologia Econômica**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2011. 464 p.

OLIVEIRA, M. S. S. . *et al.* Eficiência de produtos vegetais no controle da lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, p. 326-331, 2007.

OLIVEIRA, M. E. B. de . *et al.* Aspectos agronômicos e de qualidade do pequi. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. 32 p. (Documentos, 113).

PEREZ, E. **Diagnose fitoquímica dos frutos de *Caryocar brasiliense* Camb., Caryocaraceae.** Curitiba: UFPR. 2004. 113 p.

PEREIRA, A. C. R. L. . *et al.* Atividade Inseticida de óleos essenciais e fixos sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, p.17-724, 2008.

PEREIRA, A. C. R. L. *et al.* Influência do período de armazenamento do caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], tratado com óleos essenciais e fixos, no controle de *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, p. 319-325, 2009.

PRAÇA, L. B.; SILVA NETO, S. P.; MONNERAT, R. G. ***Spodoptera frugiperda* J.Smith 1797 (Lepidoptera: Noctuidae) Biologia, amostragem e métodos de controle.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 22 p. (Documentos, 199).

PRATES, H.T.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. Atividade de extratos aquoso de folhas de nim (*Azadirachta indica*) sobre *Spodoptera frugiperda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 437-439, 2003.

RESENDE, G. A. A.; TERRONES, M. G. H.; RESENDE, D. M. L. C. Estudo do potencial alelopático do extrato metanólico de raiz e caule de *Caryocar brasiliense* Camb. (Pequi). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, p. 460-472, 2011.

RIBEIRO, R. F. **Pequi o rei do cerrado**. Belo Horizonte: Rede Cerrado, 2000. 62 p.

RIBEIRO, H. B. *et al.* Resíduos de frutos de pequi no controle do nematoide das galhas em tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, p 453-458, 2012.

ROEL, A. R; VENDRAMIM, J. D. Efeito residual do extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) para lagartas de diferentes idades de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, 2006.

ROEL, A. R. *et al.* Atividade tóxica de extratos orgânicos de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, p. 799-808, 2000.

SALVADORI, J. R *et al.*. In: 10ª REUNIÃO SUL-BRASILEIRA SOBRE PRAGAS DE SOLO. 2007, Dourados. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. p. 46-52. (Documentos, 88).

SANTIAGO, G. P. *et al.* Efeitos de extratos de plantas na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) mantida em dieta artificial. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, p. 792-796, 2008.

SILOTO, R. C. **Danos e biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho**. 2002. 93 p. Dissertação. (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SILVA, J. A. *et al.* **Frutas nativas dos cerrados**. Brasília: EMBRAPA-CPAC. 1994. 166 p.

SILVA, M. T. B. da. Manejo de insetos nas culturas de milho e soja. In: GUEDES, J. C.; COSTA, I. D.; CASTIGLIONI, E. (Org.). **Bases e técnicas de manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM, 2000.169-2000 p.

SILVA-FILHO, M. C.; FALCO, M. C. Adaptação dos insetos aos inibidores de proteinases produzidos pelas plantas. **Revista Biotecnologia, Ciência, Desenvolvimento**, Brasília, v. 2, p. 38-42, 2003.

SCHMUTTERER, H. Potential of azadirachtin-containing pesticides for integrated pest control in developing and industrialized countries. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 35, p. 271-297, 1990.

TAGLIARI, S. R. A. Não-preferência para oviposição, alimentação e antibiose de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) por genótipos de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* D.C.). 2007. 76 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

TORRECILLAS, S. M.; VENDRAMIM, J. D. Extratos aquosos de ramos de *Trichilia pallida* e o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* em genótipos de milho. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, p. 27-31, 2001.

VASCONCELOS, G. J. N.; JUNIOR, M. G. C. G; BARROS, R. Extratos aquosos de *Leucaena leucocephala* e *Sterculia foetida* no controle de *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, p. 1353-1359, 2006.

VERA, R. *et al.* Caracterização física de frutos do pequiheiro (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, p. 71-79, 2005.

VENDRAMIM, J. D.; SCAMPINI, P. J. Efeito do extrato aquoso de *Melia azedarach* sobre o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em dois genótipos de milho. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 72, p. 159-170, 1997.

VIEIRA, R. F.; MARTINS, M. V. M. Recursos genéticos de plantas medicinais do cerrado: uma compilação de dados. **Revista Brasileira de Plantas medicinais**, Botucatu, v. 3, p. 13-36, 2000.

WEBBER, G. L. **Efeito de extratos de barbatimão *Stryphnodendron coriaceum* (Benth.) na biologia de *Spodoptera frugiperda* (Smith. 1797) (Lepidoptera: Noctuidae).** 2009. 95 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2009.

WIESBROOK, M. L. Natural indeed: are natural insecticides safer and better than insecticides? **Illinois Pesticide Review**, Urbana, v. 17, p. 1-3, 2004.

CAPÍTULO I

AÇÃO DE CONTATO DO COMPOSTO DE PEQUI SOBRE PRÉ-PUPAS E PUPAS DE *Agrotis ipsilon* e DE *Spodoptera frugiperda*

RESUMO

SOUZA, Maria das Dores da Cruz. **Ação de contato do composto de pequi sobre pré-pupas e pupas de *Agrotis ipsilon* e de *Spodoptera frugiperda***. 2015. Cap. 1, p. 24-47. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG¹.

Este trabalho teve o objetivo de avaliar a ação de contato do composto das cascas dos frutos de pequi sobre *A. ipsilon* e *S. frugiperda*. O composto foi preparado a partir de cascas de pequi e palhada de cana-de-açúcar picadas e misturadas a esterco bovino na proporção de 1:1:1. A mistura foi colocada em leiras de formatos cônicos com altura (60 cm) e inclinação (80 cm) máximas. O composto foi considerado pronto para ser utilizado após 90 dias do início de sua preparação. Para avaliação do composto de pequi foram utilizadas pré-pupas e pupas com 24 horas de idade de *S. frugiperda* e *A. ipsilon*. As proporções avaliadas foram de 5g/L, 10g/L, 20g/L, 30g/L e 100% do composto, mais as testemunhas (100% solo). Os experimentos foram realizados em DIC com seis tratamentos e 50 repetições por tratamento. Nos ensaios foram avaliadas a mortalidade e a duração pupal e a deformação de pupas e adultos. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ou Kruskal Wallis, a 5% de probabilidade, dependendo da normalidade dos dados. No ensaio com pré-pupas de *A. ipsilon* constatou-se que todas as proporções do composto provocaram alongamento na duração pupal do inseto. As maiores mortalidades de pupas de *A. ipsilon* ocorreram quando as pré-pupas ficaram em contato com os tratamentos de 100%, 30g/L e 20g/L do composto. O contato das pré-pupas com 100% do composto provocou 50,0% de deformação dos adultos. No ensaio com pupas de *A. ipsilon* observou-se que, os maiores valores de alongamento da duração pupal ocorreu nas proporções de 20g/L, 30g/L e 100% do composto. Todas as proporções do composto de pequi avaliadas provocaram elevada mortalidade pupal, exceto o tratamento de 5g/L que foi semelhante ao controle. As maiores deformações de pupas e adultos de *A. ipsilon* foram constatadas nas proporções de 30g/L a 100% de composto. No ensaio com pré-pupas de *S. frugiperda* constatou-se alongamento na duração pupal nos tratamentos 30g/L e 100% do composto. Todas as proporções de composto avaliadas provocaram elevada mortalidade de pupa. O contato das pré-pupas com o composto de pequi causou maior deformação de pupas e adultos de *S. frugiperda*, nas proporções de 20g/L, 30g/L e 100% do composto. No ensaio

¹**Comitê de Orientação:** Prof^ª. Dra. Teresinha Augusta Giustolin - DCA/UNIMONTES (Orientadora); Prof^ª. Dra. Clarice Diniz Alvarenga Corsato - DCA/UNIMONTES (Coorientadora).

com pupas de *S. frugiperda* observou-se que o contato das pupas com o composto nas proporções 20g/L e 30g/L provocou alongamento na duração pupal. As proporções 30g/L e 100% do composto causaram maiores mortalidades de pupas. O composto da casca de pequi apresenta efeito tóxico sobre pré-pupas e pupas de *A. ipsilon* e *S. frugiperda*, afetando o desenvolvimento deste inseto.

Palavras-chave: Lagarta-rosca, lagarta do cartucho-do-milho, composto orgânico, *Caryocar brasiliense*.

ABSTRACT

SOUZA, Maria das Dores da Cruz. **The contact action of pequi compound on *Agrotis ipsilon* and *Spodoptera frugiperda* pre-pupae and pupae.** 2015. Ch. 1, p. 24-47. Dissertation (Master's degree in Plant Production in the Semiarid) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG¹.

This study aimed to evaluate the contact action of the pequi fruits peels compound on *A. ipsilon* and *S. frugiperda*. The compound was prepared from Pequi peels and sugarcane straw chopped and mixed with cattle manure in the proportion of 1: 1: 1. The mixture was placed in conic windrows with height (60 cm) and incline (80 cm) maximum. The compound was considered ready for use after 90 days from the beginning of its preparation. To evaluate the pequi compound pre-pupae and 24 hours old pupae of *S. frugiperda* and *A. ipsilon* were used. The evaluated proportions were 5 g / L, 10g / L, 20g / L, 30g / L and 100% of the compound plus controls (100% soil). The experiments were performed in RBD with six treatments and 50 replications per treatment. In tests, mortality and duration pupal, and pupae and adults deformation were evaluated. The results were submitted to analysis of variance and means compared by Tukey test or Kruskal Wallis, at 5% probability, depending on the normality of the data. In the assay with *A. ipsilon* pre-pupae it was found that all levels of the compound resulted in lengthening duration of insect pupae. The highest mortality of *A. ipsilon* pupae occurred when pre-pupae were in contact with the treatment of 100%, 30g / L and 20g / L compound. The contact of the pre-pupae with 100% of the compound caused 50.0% deformation of adults. In the test with *A. ipsilon* pupae it was observed that the higher values of elongation of the pupal duration occurred in the proportions of 20 g / L, 30g / L and 100% of the compound. All evaluated pequi compound proportions caused high pupal mortality, except the treatment of 5g / L which was similar to the control. Larger deformations of *A. ipsilon* pupae and adults were noted in the proportions of 30g / L to 100% compound. In the assay with pre-pupae of *S. frugiperda* it was found that lengthening in the pupal duration in the treatments at 30g / L and 100% of the compound. All tested proportions of the compound caused high mortality of pupae. The contact of the pre-pupae with the Pequi compound caused larger deformation of pupae and adults of *S. frugiperda*, in proportions of 20 g / L, 30g / L and 100% of the compound. In the assay of *S. frugiperda* pupae it was observed that the contact of the pupae with compound in the proportions 20g / L and 30g / L provide lengthening in the pupal duration. The proportions 30g / L and the 100%

¹**Guidance committee:** Prof. Dr. Teresinha Augusta Giustolin - DAS/UNIMONTES (Adviser); Prof. Dr. Clarice Diniz Alvarenga Corsato - DAS/UNIMONTES (Co-adviser).

compound caused larger mortality of the pupae. The pequi peel compound has toxic effect on *A. ipsilon* and *S. frugiperda* pre-pupae and pupae, affecting its development.

Keywords: Cutworm, Armyworm, Organic compound, *Caryocar brasiliense*.

1 INTRODUÇÃO

Uma alternativa promissora ao uso exclusivo de inseticidas para o controle de pragas é o uso de resíduos orgânicos aplicados em cobertura ou incorporados ao solo. Esse método alternativo pode reduzir a população de insetos-praga, principalmente daqueles que possuem uma fase de desenvolvimento no solo. Além disso, pode beneficiar as plantas com relação à sua nutrição, favorecendo a manutenção da umidade do solo, como fornecendo condições ideais para que as plantas se desenvolvam bem (RITZINGER e MCSORLEY, 1998).

O uso de produtos de origem vegetal, como matéria orgânica, torta de resíduos vegetais, adubos verdes e extratos botânicos de diferentes espécies de plantas, vem sendo estudado como medidas alternativas no manejo de pragas (LOPES *et al.*, 2008; RAMOS *et al.*, 2009; NAZARENO *et al.*, 2010). Durante a decomposição desses produtos vegetais podem ser produzidos ácidos orgânicos, sulfeto de hidrogênio, fenóis, taninos e compostos nitrogenados, que podem ser tóxicos aos insetos-praga (MIAN e RODRIGUEZ-KABANA, 1982). Resende *et al.* (2011) comprovaram a presença de flavonoides, taninos e saponinas em extratos metanólicos das cascas e raízes do pequi. Essas substâncias com propriedades inseticidas representam uma alternativa promissora à incorporação de novas substâncias ao manejo de pragas, principalmente na agricultura orgânica e familiar.

Diante disso, o emprego dos resíduos das cascas dos frutos de pequi em campo, em doses adequadas e após a compostagem, pode constituir-se em tática de controle de pragas, além de melhorar a fertilidade do solo. A produção desse composto pode possibilitar a geração de novos empregos, ampliação dos lucros, bem como redução do lixo jogado no ambiente. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de contato do composto da casca do fruto de pequi sobre pré-pupas e pupas de *A. ipsilon* e de *S. frugiperda*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Controle Biológico e Bioatividade de Produtos Vegetais da Universidade Estadual de Montes Claros, UNIMONTES, *Campus* de Janaúba, MG. As lagartas de *A. ipsilon* e *S. frugiperda* utilizadas nos ensaios foram provenientes de criação-estoque mantidas no referido laboratório, alimentadas com dieta artificial à base de feijão, germe de trigo, caseína e proteína de soja (GREENE *et al.*, 1976).

2.1 Preparação do composto de pequi

Os frutos foram selecionados a partir de suas condições de conservação, optando-se por aqueles que não apresentavam a casca mole ou apodrecida. Os frutos selecionados foram levados ao laboratório para serem abertos e retirados os caroços (pirênios). As cascas dos frutos de pequi picadas (epicarpo e mesocarpo externo) foram levadas para o Horto de plantas Medicinais – UNIMONTES onde foi preparado o composto. Para o fornecimento das fontes de carbono, foi utilizada palhada de cana-de-açúcar, e o restante da fonte de nitrogênio foi fornecido por esterco bovino. As cascas dos frutos de pequi, a palha de cana-de-açúcar e o esterco foram misturados na proporção de 1:1:1. A mistura foi colocada em leiras em formato cônico com altura e inclinação máxima de 60 cm e 80 cm, respectivamente. A cada 3 dias, as leiras foram revolvidas manualmente para reduzir a temperatura interna. Transcorridos 45 dias do início da preparação do composto, a cada 10 dias a relação C/N da mistura foi medida e, quando esta atingiu a relação 30:1 o composto foi considerado pronto para ser utilizado. O composto pronto foi peneirado em uma peneira de 3 mm, visando a retirada das partículas maiores presentes nos mesmos, e para a homogeneização da granulometria.

2.2 Ação de contato do composto das cascas dos frutos de pequi sobre pré-pupas e pupas de *Agrotis ipsilon* e *Spodoptera frugiperda*

Os exemplares das duas espécies de insetos utilizadas nestes ensaios foram retirados da criação-estoque mantida em laboratório e alimentada com dieta artificial. As pupas foram utilizadas quando estavam com 24 horas de idade, e as lagartas estavam na fase de pré-pupas. Nessa situação, os insetos foram retirados dos tubos de dieta para serem transferidos para recipientes plásticos (5,0 cm x 6,0 cm), contendo as diferentes proporções do composto da casca dos frutos de pequi. As proporções avaliadas nos ensaios foram:

1- (Controle): 100% solo; 2- 5g/L de compostagem e o restante de solo; 3- 10g/L de compostagem e o restante de solo; 4- 20g/L de compostagem e o restante de solo; 5- 30g/L de compostagem e o restante de solo; 6- 100% compostagem.

Para a preparação dos tratamentos, as diferentes proporções do composto de casca do fruto de pequi a serem avaliadas foram misturadas ao solo arenoso, que foi coletado na área experimental da UNIMONTES. A homogeneização da mistura (tratamentos) foi feita a partir da colocação desta em um saco plástico com capacidade de 1 litro, que foi fechado e agitado manualmente. A mistura permaneceu nessas condições por 7 dias, sendo diariamente molhada para a manutenção da capacidade de campo.

Os ensaios realizados para avaliar as lagartas em fase de pré-pupas e pupas de *S. frugiperda* e *A. ipsilon* foram realizados separadamente.

Nos recipientes contendo as diferentes proporções de composto da casca do fruto de pequi a serem avaliadas foi colocada uma lagarta na fase de pré-pupa ou uma pupa, dependendo do ensaio. Para isso, foi feito um pequeno orifício de 2 cm na superfície da mistura onde foi colocado o inseto, que foi coberto com solo. Cada um dos recipientes plásticos contendo o inseto foi coberto com um tecido fino do

tipo *voil*, para impedir a fuga dos adultos emergidos e, ao mesmo tempo, permitir a aeração da mistura.

Os tratamentos foram dispostos aleatoriamente sobre prateleiras de câmaras climatizadas do tipo B.O.D. reguladas à temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70% e fotofase de 12 horas. Diariamente, foi observada a emergência dos adultos de *A. ipsilon* ou de *S. frugiperda*. Nos ensaios realizados na fase pré-pupa, foi observada a ocorrência de pupas deformadas diariamente e para isso a mistura do solo com o composto era revolvido cuidadosamente.

Para todos os ensaios foram avaliadas as variáveis mortalidade, duração pupal e deformação de adultos. Nos ensaios realizados na fase pré-pupa, além da deformação de adultos, foi avaliada também a deformação de pupas.

Os ensaios foram realizados em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos (proporções de composto) e 50 repetições por tratamento. Cada repetição foi constituída por uma pupa com 24 horas de idade ou uma lagarta na fase de pré-pupa de *A. ipsilon* ou *S. frugiperda*. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ou Kruskal Wallis, a 5% de probabilidade, dependendo da normalidade dos dados. Para o teste de Tukey, foi utilizado o programa estatísticos Sisvar, versão 5.3 (FERREIRA, 2010), e para o teste de Kruskal-Wallis, o programa estatístico Past (HAMMER, 2001).

3 RESULTADOS

3.1 Ação de contato do composto de pequi com as pré-pupas *Agrotis ipsilon*

A duração da fase pupal de *A. ipsilon* foi alongada pelo contato da fase de pré-pupa com o composto da casca do fruto de pequi (Tabela 1). O alongamento na duração pupal foi constatado para todas as proporções do composto de pequi avaliadas. Nas proporções de 5g/L e 10g/L isso ocorreu cerca de 1 dia a mais na duração do período pupal que o constatado para o controle. Nos tratamentos de 20g/L, 30g/L e 100% do composto, os alongamentos foram maiores, cerca de 3 dias a mais que o constatado para o controle.

A mortalidade das pupas de *A. ipsilon* também foi afetada pelo contato das pré-pupas com o composto de pequi (Tabela 1). Nos tratamentos de 100%, 30g/L e 20g/L do composto de pequi ocorreram as maiores mortalidades de pupas. O contato das pré-pupas com 100% do composto e com as proporções de 30g/L e 20g/L provocou 50,0%, 40,0% e 30,0% de mortalidade de pupas, respectivamente.

O contato da pré-pupas de *A. ipsilon* com o composto de pequi não provocou deformação das pupas, mas provocou deformação nos adultos do inseto (Tabela 1). A maior percentagem de adultos deformados (50%) foi constatada quando as pré-pupas ficaram em contato com 100% do composto. No tratamento 30g/L de composto, a percentagem de adultos deformados foi maior que a constatada no controle. Já nos tratamentos com proporções menores de composto de pequi, o contato das pré-pupas com o composto não provocou deformação dos adultos, que foi semelhante ao controle.

TABELA 1. Duração, mortalidade e deformação de pupas e adultos de *Agrotis ipsilon* colocados, na fase de pré-pupa, em contato com o composto de cascas de frutos de pequi (*Caryocar brasiliense*).

Tratamentos	Fase Pupal		Deformação (%)	
	Duração (dias) *	Mortalidade (%) **	Pupas*	Adultos**
100% solo (controle)	11,6 c	14,0 d	0,0 a	4,6 c
5g/L composto	12,7 b	16,0 cd	0,0 a	7,1 bc
10g/L composto	12,9 b	24,0 bcd	0,0 a	10,5 bc
20g/L composto	14,3 a	32,0 abc	0,0 a	17,6 bc
30g/L composto	14,7 a	40,0 ab	0,0 a	20,0 b
100% composto	14,9 a	48,0 a	0,0 a	46,1 a
CV	6,5	-	0,0	-
Hc	-	22,02	-	25,95

Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey* ou Kruskal-Wallis**, a 5% de probabilidade.

3.2 Ação de contato do composto de pequi sobre pré-pupas de *Spodoptera frugiperda*

A duração da fase pupal de *S. frugiperda* foi alongada pelo contato das pré-pupas com o composto da casca dos frutos de pequi (Tabela 2). Esse alongamento foi maior quando as pré-pupas foram colocadas em contato com o tratamento 100% e na proporção de 30g/L do composto de pequi. As pré-pupas que ficaram em contato com 20g/L do composto apresentaram valores de duração pupal semelhantes ao controle, mas intermediários entre a proporção de 30g/L de

composto. O contato das pré-pupas com as demais proporções de composto não alterou a duração pupal, que foi semelhante ao controle.

O contato das pré-pupas de *S. frugiperda* com as diferentes proporções de compostos de pequi avaliadas provocou elevada mortalidade a esse inseto na fase de pupa (Tabela 2). Esse efeito foi constatado para todas as proporções de composto avaliadas. As proporções de 10g/L a 100% do composto causaram percentagem de mortalidade semelhante, variando de 42,0% a 58,0%.

A percentagem de pupas e adultos de *S. frugiperda* foi significativamente maior que o controle, quando as pré-pupas foram colocadas em contato com as proporções de 20g/L, 30g/L e 100% do composto de pequi (Tabela 2). As proporções de 5g/L e 10g/L do composto de pequi causaram deformações nas pupas que foram semelhantes ao controle.

TABELA 2. Duração, mortalidade e deformação de pupas e adultos de *Spodoptera frugiperda* colocados, na fase de pré-pupa, em contato com o composto de cascas de frutos de pequi (*Caryocar brasiliense*).

Tratamentos	Fase Pupal		Deformação (%)	
	Duração (dias)*	Mortalidade (%)**	Pupas**	Adultos**
100% Solo (controle)	12,7 c	14,0 c	0,0 c	7,0 c
5g/L composto	12,8 c	38,0 b	4,0 bc	9,7 bc
10g/L composto	12,8 c	42,0 ab	6,0 abc	23,0 abc
20g/L composto	13,2 bc	54,0 ab	12,0 ab	26,0 ab
30g/L composto	13,6 ab	58,0 a	16,0 a	33,3 a
100% composto	13,8 a	46,0 ab	10,0 ab	33,0 a
CV	6,0	-	-	-
Hc	-	24,88	11,38	12,62

Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey* ou Kruskal-Wallis**, a 5% de probabilidade.

3.3 Ação de contato do composto de pequi sobre as pupas de *Agrotis ipsilon*

A duração da fase de pupa foi alongada pelo contato com o composto de pequi (Tabela 3). Os maiores alongamentos foram constatados nas proporções de 20g/L, 30g/L e 100% do composto, onde os adultos levaram cerca de 1 dia a mais que o controle para emergir. As pupas que ficaram em contato com as proporções de 5g/L e 10g/L do composto de pequi apresentaram valores de duração semelhantes ao controle.

Ocorreu maior mortalidade de pupas, quando essas foram colocadas em contato com o composto de pequi, à exceção do tratamento de 5g/L, em que a mortalidade foi semelhante ao controle (Tabela 3).

O contato das pupas de *A. ipsilon* com o composto de pequi provocou deformação nos adultos desse inseto, que foi maior que o controle (Tabela 3). As maiores porcentagens de adultos deformados foram constatadas nas proporções de 20g/L a 100% de composto.

TABELA 3. Duração, mortalidade e deformação de adultos de *Agrotis ipsilon* colocados, na fase de pupa, em contato com o composto de cascas de frutos de pequi (*Caryocar brasiliense*).

Tratamentos	Fase Pupal		Deformação de adultos (%)**
	Duração (dias) *	Mortalidade (%) **	
100% solo (controle)	12,0 d	10,0 c	0,0 c
5g/L composto	12,7 cd	14,0 bc	11,6 b
10g/L composto	12,8 bcd	26,0 ab	10,8 b
20g/L composto	13,2 abc	32,0 a	14,7 ab
30g/L composto	13,6 ab	36,0 a	25,0 ab
100% composto	13,8 a	44,0 a	32,1 a
CV	8,60	-	-
Hc	-	21,59	18,46

Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey* ou Kruskal-Wallis**, a 5% de probabilidade.

3.4 Ação de contato do composto de pequi sobre as pupas de *Spodoptera frugiperda*

A duração pupal foi afetada significativamente pelo contato com o composto de pequi somente na proporção 20g/L composto (Tabela 4). O efeito observado foi de alongamento do período pupal, em relação à testemunha. Os demais tratamentos apresentaram resultados semelhantes à testemunha.

O contato das pupas de *S. frugiperda* com o composto de pequi provocou mortalidade das mesmas (Tabela 4). As pupas que ficaram em contato com o composto nas proporções 30g/L e 100% apresentaram maiores mortalidades em relação ao controle. Os demais tratamentos apresentaram mortalidades semelhantes ao controle.

O contato das pupas de *S. frugiperda* com os diferentes tratamentos não provocou deformação nos adultos (Tabela 4).

TABELA 4. Duração, mortalidade e deformação de adultos de *Spodoptera frugiperda* colocados, na fase de pupa, em contato com o composto de cascas de frutos de pequi (*Caryocar brasiliense*).

Tratamentos	Fase Pupal		Deformação de adultos (%)*
	Duração (dias)*	Mortalidade (%) **	
100% Solo (controle)	10,6 b	12,0 c	0,0 a
5g/L composto	11,0 b	14,0 c	0,0 a
10g/L composto	10,8 b	20,0 bc	0,0 a
20g/L composto	12,0 a	26,0 bc	0,0 a
30g/L composto	10,8 b	32,0 ab	0,0 a
100% composto	10,4 b	46,0 a	0,0 a
CV	11,56	-	0,0
Hc	-	21,42	-

Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey* ou Kruskal-Wallis**, a 5% de probabilidade.

4 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nestes ensaios confirmam o efeito tóxico de contato do composto das cascas dos frutos de pequi sobre as pré-pupas e pupas de *S. frugiperda* e *A. ipsilon*. O efeito foi constatado sobre a duração, mortalidade e deformação das pupas e deformação de adultos desses insetos.

Neste trabalho, o contato das pré-pupas e pupas de *S. frugiperda* e *A. ipsilon* com o composto pequi, provavelmente, tenha interferido na ecdise e na metamorfose desses insetos. Segundo Aguiar-Menezes (2005), as substâncias que atuam por contato podem ser absorvidas pelo exoesqueleto do inseto, afetando o seu sistema nervoso central, que está acessível a essas substâncias em toda a superfície do corpo. Essas substâncias também podem penetrar no inseto pelas vias respiratórias, causando rapidamente sua morte.

Existem poucos estudos avaliando o efeito do composto de pequi sobre os insetos. Oliveira *et al.* (2007) avaliaram a ação de contato do pó da casca de pequi sobre larvas de 3º ínstar de *Ceratitidis capitata* (WIED), os autores observaram que o contato da casca de pequi por larvas de *C. capitata* não afetou a emergência e deformação de adultos. Ribeiro *et al.* (2007) avaliaram a incorporação do epicarpo e mesocarpo externo do fruto do pequi ao solo, visando o controle de *Meloidogyne javanica*, os resultados mostraram efeitos positivos na redução da população desse organismo

A ocorrência de mortalidade de pupas de *A. ipsilon* e de *S. frugiperda* neste trabalho indica que os componentes tóxicos presentes na casca do fruto de pequi não foram perdidos com a preparação do composto. De acordo com Perez (2004), a casca dos frutos de pequi possui taninos e saponinas. Schoonhoven *et al.* (2005) explicam que as saponinas interferem no crescimento e desenvolvimento dos insetos. Segundo Roel (2001), os derivados botânicos podem causar alterações no

sistema hormonal, distúrbios no desenvolvimento, deformações e mortalidade nas diversas fases.

Neste trabalho, foram constatadas maiores mortalidades das pupas de *A. ipsilon* e *S. frugiperda* quando as pré-pupas foram colocadas em contato com o composto de pequi do que quando as pupas foram expostas. Uma explicação para essa ocorrência pode estar relacionada à ecdise que a pré-pupa passou quando estava em contato com o composto do pequi. O exoesqueleto da pré-pupa é menos rígido do que o da pupa. O exoesqueleto menos rígido da pré-pupa pode ter permitido que o inseto fosse mais suscetível aos efeitos tóxicos das substâncias presentes no composto de pequi. Além disso, com a ecdise pré-pupa – pupa, o tegumento ainda não rígido pode ter permitido a entrada das substâncias tóxicas, presentes no composto de pequi, no corpo do inseto. A suscetibilidade da pré-pupa também pode estar associada à presença das aberturas naturais (boca, ânus e espiráculos), que não estão presentes na pupa. Na fase de pupa, o inseto apresenta esclerotização da cutícula, o que o torna mais resistente, possivelmente dificultando a entrada dessas substâncias nocivas ao seu corpo. De acordo com Matias (2012), os inseticidas com ação de contato podem penetrar nos insetos pelas traqueais do sistema respiratório, pela cutícula, por poros distribuídos pela superfície do corpo, por pelos ou cerdas sensitivas distribuídas na epicutícula, atingindo, assim, o sistema nervoso.

A presença das substâncias tóxicas no composto de pequi também provocou, neste trabalho, o alongamento na duração da fase pupal de *A. ipsilon* e *S. frugiperda*, tanto quando as pré-pupas como quando as pupas foram expostas. A constatação, neste trabalho, da ocorrência de alongamento do período pupal de *A. ipsilon* e *S. frugiperda* após o contato dos insetos com o composto de pequi é interessante, pois possibilita que esses fiquem mais tempo expostos aos inimigos naturais. Além disso, o atraso na emergência de adultos evita, por um tempo, que a população da praga aumente.

Foram constatadas deformações de pupas e adultos de *S. frugiperda* e *A. ipsilon* após pré-pupas e pupas entrarem em contato com o composto de pequi. Isso indica que, apesar da sobrevivência de alguns insetos após a ecdise (pré-pupa -pupa e pupa - adulto) as substâncias tóxicas presentes no composto continuaram a atuar no corpo do inseto, possivelmente inibindo funções vitais que resultou em anomalias as quais que foram reveladas por meio das deformações de pupas e adultos. Neste estudo as deformações constatadas nos adultos foram a malformação das asas; e nas pupas, a deformação se caracterizou por apresentarem retenção dos caracteres morfológicos larvais e tumores visíveis.

De acordo com Costa *et al.* (2004), a ocorrência de deformações nos insetos diminui a capacidade de movimentação dos mesmos à procura por alimentos de melhor qualidade ou de locais de abrigo ou reprodução, tornando-os também mais suscetíveis ao ataque de inimigos naturais.

Foi constatado maior porcentagem de deformação de adultos quando as pré-pupas de *A. ipsilon* e *S. frugiperda* foram colocadas em contato com o composto de pequi, em relação às pupas. Esse resultado reforça a hipótese de que as pré-pupas foram mais afetadas pelo contato com o composto de pequi do que as pupas. A existência de substância que provoca altas percentagens de adultos deformados, como observado neste trabalho, merece destaque, pois essa ocorrência, basicamente, resulta em indivíduos inviáveis. Vendramim e Castiglioni (2000) comentam que a ocorrência de mortalidade dos insetos pelos inseticidas botânicos é apenas um dos efeitos que pode ser observado, mas nem sempre esse deve ser o objetivo, sendo que o ideal é reduzir ou, se possível, impedir a oviposição e, conseqüentemente, o crescimento populacional da praga.

O composto de pequi demonstrou ter efeito adverso sobre a fase do inseto-praga que ocorre no solo. Adicionalmente, poderá ser utilizado como matéria orgânica que pode, por si só, promover benefício às plantas com relação à sua nutrição, bem como favorecer a manutenção da umidade, diminuindo o estresse

hídrico. Dessa forma, a cultura poderá tolerar a presença de pragas sem, contudo, apresentar queda acentuada na sua produção (RITZINGER *et al.*, 1998; MCSORLEY, 1998, BRIDGE, 2000).

A utilização do composto de pequi também servirá para aproveitar a casca do pequi, que, normalmente, é descartada, constituindo-se em uma atividade econômica. Estes resíduos poderão ser utilizados na produção do composto de pequi que poderá ser empregado no cultivo de diversas culturas, substituindo os adubos químicos, reduzindo os custos de produção. Germendorff *et al.* (2014) avaliaram o desenvolvimento da cultura de alface adubada com diferentes concentrações do composto da casca de pequi. Os autores observaram um aumento significativo na matéria fresca e seca da planta, em função do aumento nas concentrações do composto.

Através dos resultados obtidos neste estudo fica explícito que o composto da casca de pequi tem potencial para ser utilizado em programas de manejo integrado de pragas. No entanto, há a necessidade de mais pesquisas com relação à ação em condições de campo.

5 CONCLUSÃO

O contato das pré-pupas e das pupas de *A. ipsilon* e de *S. frugiperda* com o composto das cascas dos frutos de pequi causa mortalidade e aumenta a duração das pupas e deforma pupas e adultos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR-MENEZES, E. de. L. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 58 p. (Documentos, 205).

BOGORNI, P. C.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade de extratos aquosos de *Trichilia* spp. Sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, p. 665-669, 2003.

BRIDGE, J. Nematodes of bananas and plantains in Africa: research trends and management strategies relating to the small-scale farmer. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 540, p. 391-408, 2000.

COSTA, E. L. N.; SILVA, R. F. S; FIUZA, L. M. Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. **Acta Biologica Leopoldensia**, Porto Alegre, v. 26, p. 173-185, 2004.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.

GERMENDORFF, G. H. B. *et al.* Desenvolvimento da Cultura do Alface sob Diferentes Doses de Composto de Pequi. in: FÓRUM, ENSINO, PESQUISA E GESTÃO, 8., 2014, Montes Claros. **Anais...** Montes Claros: UNIMONTES, 2014. on line.

GREENE, G. L.; LEPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvet bean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v. 69, p. 488-497, 1976.

HAMMER, O., HARPER, D.A.T., RYAN, P. D. **PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis**. **Palaeontologia Electronica**. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>. Acesso em: 10 jan. 2015.

LOPES, E. *et al.* Controle de *Meloidogyne javanica* com diferentes quantidades de torta de nim (*Azadirachta indica*). **Revista Trópica Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v. 2, p.17-21, 2008.

MATIAS, R. S. **Mecanismo de ação dos inseticidas**. 2012. Disponível em: <http://matiassinantropicos.blogspot.com.br/2012_09_01_archive.html> Acesso em: 16 fev. 2015.

MIAN, I. H.; RODRIGUEZ-KÁBANA, R. Organic amendments with tannin and phenolic contents for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. **Nematropica**, Guatemala, v. 12, p. 221-234, 1982.

McSORLEY, R. Alternative practices for managing plant-parasitic nematodes. **American Journal of Alternative Agriculture**, Oxfordshire, v. 13, p. 98-104, 1998.

NAZARENO, G. G; RESENDE, A. M; PEIXOTO, J. R. Efeito da matéria orgânica na multiplicação de nematoide das galhas em alface sob cultivo protegido. **Bioscience journal**, Uberlândia, v. 6, p. 525-530, 2010.

OLIVEIRA, P. R. *et al.* Ação da casca de pequi (*Caryocar brasiliense*) sobre larvas de *Ceratitis capitata*. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 10., 2007, Brasília. **Resumos...** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007.

PEREZ, E. **Diagnose fitoquímica dos frutos de *Caryocar brasiliense* Camb., Caryocaraceae**. Curitiba: UFPR. 2004. 113 p.

RAMOS, S. J; ALVES, D. S; FERNANDES, L. A; COSTA, C. A. Rendimento de feijão e alterações no pH e na matéria orgânica do solo em função de doses de composto de resíduo de algodão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 1572-1576, 2009.

RESENDE, G. A. A.; TERRONES, M. G. H.; RESENDE, D. M. L. C. Estudo do potencial alelopático do extrato metanólico de raiz e caule de *Caryocar brasiliense* Camb. (Pequi). **Bioscience Journal**, Uberlandia, v. 27, p. 460-472, 2011.

RITZINGER, C. H. S. P.; McSORLEY, R.; GALLAHER, R. N. Effect of *Meloidogyne arenaria* and mulch type on okra in microplot experiments. **Journal of Nematology**, Riverside, v. 30, p. 616-623, 1998.

RIBEIRO, H. B. *et al.* Efeito do pó de pequi no controle de *Meloidogyne javanica*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 40., 2007, Maringá. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2007. v. 32. p. S180-S180.

ROEL, A. R.; VENDRAMIM, J. D. Desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em genótipos de milho tratados com extrato de acetato de etila de *Trichilia pallida* (Swartz). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, p. 581-586, 1999.

ROEL, A. R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, Campo Grande, v. 1, p. 43-50, 2001.

ROEL, A. R. *et al.* Atividade tóxica de extratos orgânicos de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, p. 799-808, 2000.

SOUZA, J. C. **Principais aspectos sobre as pragas do milho em plantios direto e convencional**. Belo Horizonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 2005. 5 p. (Circular técnica, 180).

SCHOONHOVEN, L. M.; LOON, J. J. A.; DICKE, M. **Insect-plant biology**. 2 ed. New York: Oxford. 2005. 421 p.

VENDRAMIM, J. D.; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, Resistência e plantas inseticidas. In: GUEDES, J. C. COSTA, I. D.; CASTIGLIONI, E. **Bases e Técnicas do Manejo de Insetos**. Santa Maria: USFM/CCR/DFS: Palloti, 2000. cap.8. p.113-128.

CAPÍTULO II

EXTRATO AQUOSO DA CASCA DE PEQUI EM DIETA ARTIFICIAL SOBRE A BIOLOGIA DE *Spodoptera frugiperda* E *Agrotis ipsilon*

RESUMO

SOUZA, Maria das Dores da Cruz. **Extrato aquoso da casca de pequi em dieta artificial sobre a biologia de *Spodoptera frugiperda* e *Agrotis ipsilon***. 2015. Cap. 2, p. 48-76. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG¹.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar diferentes concentrações de extrato aquoso das cascas dos frutos de pequi em lagartas recém-eclodidas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) e *Agrotis ipsilon* (Hufnagel). Frutos de pequi foram coletados, lavados, picados, secos em estufa (65 °C) por 72 horas e moídos em moinho de facas. Com o pó foram preparados extratos aquosos em concentrações que variaram de 0,3% a 20,0% (v/v). Os extratos foram adicionados em dieta artificial dos insetos. Para a testemunha usou-se de dieta sem adição de extrato. Os ensaios foram realizados em DIC, com seis e cinco tratamentos para *A. ipsilon* e *S. frugiperda*, respectivamente, mais as testemunhas. Cada tratamento constou 50 repetições contendo uma lagarta recém-eclodida de *A. ipsilon* ou de *S. frugiperda* por repetição. A ingestão da dieta com extrato de pequi nas concentrações 0,8% a 2,5% causou 100,0% de mortalidade das lagartas *S. frugiperda*. Na concentração de 0,5% do extrato quase metade das lagartas de *S. frugiperda* avaliadas morreram, além de ocorrer o alongamento da duração larval e pupal, maior mortalidade pupal e redução no peso de pupas fêmeas. A ingestão de dieta contendo extrato de pequi na concentração 20,0% provocou 100% de mortalidade das lagartas de *A. ipsilon* e, as concentrações de 1,5% a 16,5% de extrato também provocaram elevadas mortalidades deste inseto. Todas as concentrações de extratos avaliadas provocaram alongamento na duração larval e aumento na mortalidade pupal de *A. ipsilon*. Apenas as concentrações de 5,0%, 12,5% e 16,5% causaram alongamento do período pupal de *A. ipsilon*. A ingestão de dieta contendo extrato nas concentrações de 0,8%, 1,5%, 2,5% e 16,0% pelas lagartas de *A. ipsilon* causaram significativa redução no peso das pupas. Foi constatado maior número de adultos de *A. ipsilon* deformados nas concentrações de 5,0% e 12,5% do extrato. Estes resultados indicam que os extratos das cascas de pequi causa alta mortalidade das lagartas de *S. frugiperda* e *A. ipsilon* e afeta o desenvolvimento desses insetos.

Palavras-chave: Inseticida vegetal, *Caryocar brasiliense*, extratos de plantas.

¹**Comitê de Orientação:** Prof^a. Dra. Teresinha Augusta Giustolin - DCA/UNIMONTES (Orientadora); Prof^a. Dra. Clarice Diniz Alvarenga Corsato - DCA/UNIMONTES (Coorientadora).

ABSTRACT

SOUZA, Maria das Dores da Cruz. **Aqueous extract of pequi peel in artificial diet on *Spodoptera frugiperda* and *Agrotis ipsilon* biology.** 2015. . Ch. 2, p. 48-76. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG¹.

This study aimed to evaluate different concentrations of aqueous extract of the pequi fruit peel on newly hatched larvae of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) and *Agrotis ipsilon* (Hufnagel). Pequi fruits were collected, cleaned with water, chopped, dried in an oven (65 °C) for 72 hours and ground in a Wiley mill. With the powder, aqueous extracts in concentrations ranging from 0.3% to 20.0% (v / v) were prepared. The extracts were added to artificial diet of insects. To control consisted of diet without added extract. Assays were performed in RBD with six and five treatments for *A. ipsilon* and *S. frugiperda*, respectively, plus the controls. Each treatment was 50 repetitions containing a newly hatched *A. ipsilon* or *S. frugiperda* caterpillar per repetition. Dietary intake with pequi extracts at 0.8% to 2.5% caused 100.0% mortality of *S. frugiperda* caterpillars. In the concentration 0.5% of the extract, nearly half of *S. frugiperda* caterpillars died, besides the lengthening of the larval and pupal duration, higher mortality and pupal weight reduction of female pupae. The intake of diet containing pequi extract at concentration 20.0% caused 100% mortality of *A. ipsilon* caterpillars and the concentrations of 1.5% to 16.5% extract also caused high mortality of that insect. All evaluated extracts concentrations caused lengthening at larval and pupal duration and increased mortality of *A. ipsilon* pupae. Only concentrations of 5.0%, 12.5% and 16.5% provided lengthening of pupae stage of *A. ipsilon*. The dietary intake containing extract in concentrations of 0.8%, 1.5%, 2.5% and 16.0% by *A. ipsilon* caterpillars caused significant reduction in the pupae weight. It has been found more adults of *A. ipsilon* deformed in concentrations of 5.0% and 12.5% extract. These results indicate that pequi peel extracts cause high mortality of larvae of *S. frugiperda* and *A. ipsilon* and affects their development.

Keywords: Botanical pesticides, *Caryocar brasiliense*, plant extract.

¹**Guidance committee:** Prof. Dr. Teresinha Augusta Giustolin - DAS/UNIMONTES (Adviser); Prof. Dr. Clarice Diniz Alvarenga Corsato - DAS/UNIMONTES (Co-adviser).

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaceae) é conhecida popularmente como pequi. Essa planta ocorre em regiões quentes, típica do bioma brasileiro Cerrado que se encontra distribuído por toda a região Centro-Oeste e, pelos estados de Rondônia, São Paulo, Paraná e Minas Gerais (ALMEIDA *et al.*, 1998).

A casca do fruto de pequi, epicarpo e mesocarpo externo, compõe, aproximadamente, 80% do peso total deste fruto (VERA *et al.*, 2005) e, geralmente, é descartada. O descarte das cascas dos frutos de pequi provoca grande acúmulo de resíduos que são armazenados em locais inapropriados, representando problemas de contaminação ambiental, principalmente, dos recursos hídricos e do solo. Além disso, nestes locais ocorre mau cheiro, criando ambientes propícios para proliferação de vetores de doenças como moscas, ratos e baratas, os quais podem representar riscos à saúde humana (ARAGÃO, 2010; PEREZ, 2004).

A casca de pequi já teve sua composição química analisada, tendo sido identificados esteroides, triterpenos, flavonoides, taninos e saponinas (RESENDE *et al.*, 2011). Esses metabólitos estão relacionados, principalmente, aos componentes secundários produzidos pelas plantas que os usa para a sua defesa, sendo tóxicos a um grande número de pragas. Sendo assim, essas substâncias representam mais uma alternativa promissora no manejo integrado de pragas, principalmente na agricultura orgânica e familiar.

Poucos são os trabalhos avaliando a ação da casca de pequi no controle de insetos. Coitinho *et al.* (2006) avaliaram os efeitos residuais do óleo de pequi sobre adultos de *S. zeamais* criados em milho armazenado. Esse óleo foi eficiente no controle desse inseto, mas somente no período inicial de armazenamento do milho.

Pereira *et al.* (2008) avaliaram a ação do óleo de *C. brasiliense* sobre o caruncho, *Callosobruchus maculatus* Fabricius, quando aplicado sobre grãos de

feijão-caupi, cv. Sempre-verde. Os autores verificaram que o óleo foi efetivo na mortalidade de adultos de *C. maculatus*, bem como na redução da postura e emergência. Pereira *et al.* (2009) constataram que o óleo de *C. brasiliense* foi eficiente para o controle do *C. maculatus* por até 30 dias de armazenamento.

Diante disso, existe a possibilidade de utilização prática da casca dos frutos de pequi no controle de insetos-praga e, com isso, reduzir o descarte de resíduo dessa planta na época de safra. Assim, com este trabalho objetivou-se avaliar a toxicidade do extrato aquoso das cascas dos frutos de pequi a lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) e *Agrotis ipsilon* (Hufnagel).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização dos experimentos e obtenção dos insetos

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Controle Biológico e Bioatividade de Produtos Vegetais da Universidade Estadual de Montes Claros, UNIMONTES, *Campus* Janaúba, MG. As lagartas de *A. ipsilon* e *S. frugiperda* utilizadas foram provenientes de criação-estoque mantida no referido laboratório alimentadas com dieta artificial à base de feijão, germe de trigo, caseína e proteína de soja (GREENE *et al.*, 1976).

2.2 Preparação do pó seco e extrato de pequi

Frutos de pequi foram adquiridos de produtores da região de Montes Claros-MG, em janeiro/2014 e utilizados na preparação de extratos aquosos da casca (epicarpo e mesocarpo externo). Para preparação dos extratos, os frutos adquiridos foram lavados e abertos, visando a separação dos caroços (pirênios) das cascas. As cascas foram picadas e colocadas em sacos de papel (28 cm x 48 cm) estes foram levados à estufa de secagem, onde permaneceram por 72 horas a 65 °C, conforme a metodologia proposta por Ribeiro *et al.* (2012). O material seco foi triturado em moinho elétrico Tecnal TE em peneira de 1 mm para a obtenção de um pó. O pó obtido foi colocado em frascos de vidro (7 cm x 14 cm) com tampas de rosca e cobertos com papel-alumínio, antes de serem armazenados em geladeira a 10 °C, para serem utilizados nos ensaios.

Foi preparado o volume de 1 litro de extrato aquoso da casca de pequi adicionando-se 200 mL do pó em 800 mL de água deionizada esterilizada (v/v), obtendo-se inicialmente a concentração do extrato a 20%. A partir dessa concentração, foram obtidas as demais concentrações utilizadas no experimento. O

frasco contendo o extrato padrão (20%) da casca de pequi foi envolvido por papel-alumínio e mantido em repouso durante 24 horas em geladeira a fim de ocorrer a extração dos compostos hidrossolúveis. Transcorrido esse período de tempo, a solução foi coada através de um tecido fino tipo *voil*, e o pó foi lavado com água deionizada esterilizada, utilizando um volume necessário para que novamente fosse obtido 1 litro da concentração a 20%. O extrato padrão foi utilizado para a preparação das concentrações de 0,3%, 0,5%, 0,8%, 1,5%, 2,5%, 5%, 10%, 12,5%, 16,5% e 20%.

2.3 Bioatividade de extrato aquoso das cascas dos frutos de pequi em dieta artificial sobre *Agrotis ipsilon* e de *Spodoptera frugiperda*

As diferentes concentrações de extratos da casca de pequi obtidas foram avaliadas quanto à toxicidade a lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* e *A. ipsilon* após a adição do extrato em dieta artificial à base de feijão, caseína, germe de trigo, proteína de soja e levedo de cerveja (GREENE *et al.*, 1976). Para a obtenção das diferentes concentrações de extratos da casca de pequi na dieta artificial de *S. frugiperda* e *A. ipsilon*, o cálculo foi baseado no volume total de água utilizado no preparo da dieta e, então, acrescentado um determinado volume do extrato padrão necessário para a obtenção da concentração a ser avaliada (v/v).

Os extratos preparados, conforme descrito no item 2.2, foram adicionados às dietas artificiais no final do preparo das mesmas, em substituição à água destilada utilizada. Após a adição dos extratos, as dietas foram vertidas em tubos de vidro (8,5 cm x 2,5 cm), previamente tamponados com algodão hidrófugo e esterilizados. Em cada tubo foi colocada uma lagarta recém-eclodida de *S. frugiperda* ou *A. ipsilon*. Para o tratamento-testemunha, as lagartas foram transferidas para dieta artificial sem adição de extrato da casca do pequi.

Os tubos contendo as lagartas foram mantidos em laboratório (temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $65 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas). Diariamente, enquanto as lagartas estiveram se alimentando da dieta foi observada a ocorrência de pupas, que, 24 horas após a sua formação, foram sexadas, pesadas e individualizadas em novos tubos, visando à emergência dos adultos.

Foi realizado um ensaio preliminar com *S. frugiperda* e, a partir desse ensaio, foram determinadas as concentrações 0,3%, 0,5%, 0,8%, 1,5% e 2,5%, as quais foram utilizadas em dois ensaios realizados separadamente. Para *A. ipsilon* também foram realizados dois ensaios separadamente, sendo que no primeiro foram avaliadas as concentrações 0,3%, 0,5%, 0,8%, 1,5% e 2,5% e, no segundo, as concentrações 2,5%, 5,0%, 10,0%, 12,5%, 16,5% e 20,0%.

Os ensaios foram realizados em delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo no primeiro e segundo avaliados cinco tratamentos (menores concentrações) e, no terceiro ensaio, seis tratamentos (maiores concentrações), todos eles com uma testemunha. Cada tratamento foi constituído por 50 repetições (tubo), contendo uma lagarta recém-eclodida de *S. frugiperda* ou *A. ipsilon*, totalizando 50 lagartas por tratamento.

Foram avaliadas as variáveis duração e mortalidade das fases larval e pupal, peso de pupas machos e fêmeas e deformação de pupas e adultos.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ou Kruskal Wallis a 5% de probabilidade, dependendo da normalidade dos dados. Para o teste de Tukey, foi utilizado o programa estatístico Sisvar, versão 5.3 (FERREIRA, 2010) e para o teste de Kruskal-Wallis, o programa estatístico Past (HAMMER, 2001).

3 RESULTADOS

3.1 Extrato aquoso das cascas dos frutos de pequi em dieta artificial sobre a biologia de *Spodoptera frugiperda*

A adição das concentrações de 0,8%, 1,5% e 2,5% de extrato aquoso da casca de pequi na dieta artificial de lagartas de *S. frugiperda*, nos ensaios 1 e 2, causou 100% de mortalidade larval (Tabela 1). Esse fato impossibilitou a inclusão desses tratamentos nas análises estatísticas das variáveis duração das fases larval e pupal, mortalidade da fase pupal, peso de pupas machos e fêmeas e deformação de pupas e adultos (Tabelas 2 a 4).

Ocorreu aumento na duração e mortalidade larval de *S. frugiperda* quando as lagartas ingeriram dieta artificial contendo 0,5% do extrato aquoso da casca de pequi, ensaios 2 e 3 (Tabela 1).

TABELA 1. Duração e mortalidade da fase larval de *Spodoptera frugiperda*, alimentadas, quando recém-eclodidas, com dieta artificial contendo diferentes concentrações de extrato aquoso de casca de pequi (*Caryocar brasiliense*).

Concentração (%)	Duração (dias)		Mortalidade (%)	
	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 1	Ensaio 2
Controle	16,1 b	16,2 b	18,0 c	14,0 c
0,3	16,1 b	16,8 b	18,0 c	16,0 c
0,5	18,5 a	18,9 a	42,0 b	38,0 b
0,8	-	-	100,0 a	100,0 a
1,5	-	-	100,0 a	100,0 a
2,5	-	-	100,0 a	100,0 a
CV	3,51	7,95	48,05	47,09

Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A ingestão de 0,3% de extrato de pequi associado à dieta artificial não alterou a duração e mortalidade larval do inseto, que foram semelhantes ao controle, para os ensaios 1 e 2. Fato semelhante foi constatado para a duração pupal de *S. frugiperda*, quando as lagartas ingeriram dieta artificial contendo 0,3% do extrato aquoso da casca de pequi (Tabela 2). Após a ingestão da dieta contendo 0,5% de extrato da casca de pequi ocorreu aumento no número de dias em que o adulto levou para emergir. A ingestão pelas lagartas de 0,3% de extrato associado à dieta artificial não alterou a duração pupal de *S. frugiperda* que foi semelhante ao controle, para os ensaios 1 e 2.

A mortalidade pupal de *S. frugiperda* foi afetada após a ingestão pelas lagartas das dietas contendo extratos aquosos a 0,3% e 0,5%, o que reduziu a emergência de adultos, em relação ao controle, para os ensaios 1 e 2 (Tabela 2).

TABELA 2. Duração e mortalidade de pupas de *Spodoptera frugiperda*, alimentadas, quando recém-eclodidas, com dieta artificial contendo diferentes concentrações de extrato aquoso de casca de pequi (*Caryocar brasiliense*).

Concentração (%)	Duração (dias)		Mortalidade (%)	
	Ensaio 1*	Ensaio 2*	Ensaio 1**	Ensaio 2**
Controle	8,7 b	8,7 b	2,4 b	2,3 b
0,3	8,1 b	8,7 b	15,0 a	14,3 a
0,5	9,4 a	9,6 a	24,1 a	22,6 a
CV	12,04	10,91	-	-
Hc	-	-	7,42	7,20

Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey* e Kruskal-Wallis**, a 5% de probabilidade.

A ingestão de dieta artificial contendo extrato aquoso de casca de fruto de pequizeiro afetou o peso de pupas machos e fêmeas de *S. frugiperda* (Tabela 3). Para as pupas macho, a ingestão pelas lagartas de dieta contendo extrato de pequi a 0,3% provocou redução no peso, em relação ao controle, para os ensaios 1 e 2. A ingestão 0,5% do extrato pelas lagartas macho não alterou o peso das pupas, que apresentaram valor médio intermediário ao controle e ao tratamento 0,3%. Para as pupas fêmeas, o efeito de redução no peso somente foi observado para lagartas que ingeriram dieta contendo 0,5% de pó de casca do fruto de pequi. Essa redução foi

superior às observadas no controle e no tratamento 0,3%, que foram semelhantes, para os ensaios 1 e 2.

TABELA 3. Peso de pupas machos e fêmeas de *Spodoptera frugiperda*, provenientes de lagartas alimentadas, quando recém-eclodidas, com dieta artificial contendo diferentes concentrações de extrato aquoso de casca de pequi (*Caryocar brasiliense*).

Concentração (%)	Macho (mg)		Fêmea (mg)	
	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 1	Ensaio 2
Controle	267,3 b	272,6 b	263,0 b	264,0 b
0,3	235,6 a	239,3 a	268,8 b	265,8 b
0,5	249,1 ab	251,1ab	244,8 a	246,9 a
CV	13,00	11,63	8,20	7,92

Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A ingestão pelas lagartas de *S. frugiperda* de extrato da casca do fruto de pequi, nas concentrações avaliadas (0,3% e 0,5%) não provocou deformações de pupas e adultos desse inseto para os ensaios 1 e 2 (Tabela 4).

TABELA 4. Deformação de pupas e adultos de *Spodoptera frugiperda*, provenientes de lagartas alimentadas, quando recém-eclodidas, com dieta artificial contendo diferentes concentrações de extrato aquoso de casca de pequi (*Caryocar brasiliense*).

Concentração (%)	Pupas (%)		Adultos (%)	
	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 1	Ensaio 2
Controle	0,0 a	2,3 a	7,5 a	4,8 a
0,3	5,7 a	2,4 a	3,0 a	5,5 a
0,5	0,0 a	6,4 a	18,1 a	16,7 a
Hc	3,58	1,13	3,96	3,36

Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% de probabilidade.

3.2 Extrato aquoso das cascas dos frutos de pequi em dieta artificial sobre a biologia de *Agrotis ipsilon*

A ingestão de extratos aquosos da casca de pequi por lagartas recém-eclodidas de *A. ipsilon* afetou significativamente a mortalidade larval desse inseto, no primeiro e segundo ensaio (Tabelas 5 e 6). No primeiro ensaio, as lagartas que se alimentaram da dieta contendo extrato aquoso da casca de pequi, nas concentrações 1,5% e 2,5%, sofreram significativa mortalidade que foi superior a testemunha e demais tratamentos (Tabela 5). Já as concentrações 0,8%, 0,5% e 0,3% do extrato apresentaram valores de mortalidades larvais intermediários à testemunha e ao tratamento contendo dieta mais 1,5% de extrato da casca de pequi.

TABELA 5. Duração e mortalidade das fases larval e pupal de *Agrotis ipsilon* alimentadas, quando recém-eclodidas, com dieta artificial contendo extratos aquosos de casca de pequi (*Caryocar brasiliense*).

Tratamentos	Fase Larval		Fase pupal	
	Duração (dias) *	Mortalidade (%) **	Duração (dias) *	Mortalidade (%) **
Testemunha	26,6 e	14,0 c	11,8 b	0,0 b
0,3%	29,9 d	26,0 bc	12,1 ab	21,6 ab
0,5%	30,2 d	30,0 bc	13,5 a	28,6 ab
0,8%	34,2 c	38,0 bc	11,1 b	19,4 ab
1,5%	37,0 b	42,0 ab	12,7 ab	20,7 ab
2,5%	45,7 a	68,0 a	13,0 ab	31,2 a
CV	10,24	-	14,55	-
Hc	-	36,68	-	14,21

Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey* ou Kruskal-Wallis**, a 5% de probabilidade.

No segundo ensaio, também foi observado elevada mortalidade quando as lagartas ingeriram as dietas contendo extratos nas concentrações 10,0%, 12,5%, 16,5% e 20% (Tabela 6). Neste ensaio apenas a concentração 20% provocou 100% de mortalidade larval, o que impossibilitou a inclusão deste tratamento nas análises estatísticas das variáveis duração das fases larval e pupal, mortalidade da fase pupal, peso de pupas machos e fêmeas e deformação de pupas e adultos (Tabelas 6 e 8).

O extrato da casca de pequi ingerido pelas lagartas provocou variação significativa na duração das fases larval e pupal de *A. ipsilon* no primeiro e

segundo ensaio (Tabela 5 e 6). O efeito provocado pelo extrato foi de alongamento da duração larval, que foi observado em todas as concentrações avaliadas do extrato no primeiro e no segundo ensaio. Em relação ao período pupal, no primeiro ensaio, apenas a concentração 5% causou alongamento dessa fase, já no segundo ensaio as concentrações 12,5% e 16,5% também provocaram alongamento dessa fase, em relação à testemunha. As larvas que ingeriram dieta contendo extrato aquoso com as demais concentrações apresentaram duração pupal semelhante à testemunha nos dois ensaios (Tabela 5 e 6).

No primeiro ensaio, apenas a maior concentração (2,5%) causou mortalidade pupal superior ao controle (Tabela 5). Já no segundo ensaio, todas as concentrações avaliadas provocaram aumento na mortalidade pupal, em relação à testemunha (Tabela 6).

TABELA 6. Duração e mortalidade das fases larval e pupal de *Agrotis ipsilon* alimentadas com dieta artificial contendo extratos aquosos de casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.).

Tratamentos	Fase Larval		Fase pupal	
	Duração (dias) *	Mortalidade (%) *	Duração (dias) *	Mortalidade (%) **
Testemunha	23,9 d	12,0 d	12,7 b	9,0 b
2,5%	35,7 c	28,0 cd	12,8 b	33,3 a
5%	37,2 bc	34,0 cd	13,1 ab	18,1 ab
10%	40,0 ab	48,0 bc	13,2 ab	34,6 a
12,5%	40,0 a	66,0 b	13,9 a	29,4 a
16,5%	42,0 a	72,0 b	14,1 a	42,8 a
20%	-	100,0 a	-	-
CV	11,5	81,6	7,6	
Hc	-	-	-	11,95

Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey* ou Kruskal-Wallis**, a 5% de probabilidade.

Com relação ao peso de pupas, a ingestão de dieta artificial contendo extrato de casca de pequi afetou significativamente o peso de pupas machos e fêmeas no primeiro ensaio (Tabela 7). Esse efeito foi observado quando as lagartas ingeriram dieta contendo as concentrações de 0,8%, de 1,5% e de 2,5% de extrato da casca de pequi, que provocou redução no peso das pupas machos e fêmeas. As demais concentrações mostraram-se semelhantes à testemunha. No segundo ensaio,

o extrato de pequi não afetou o peso de pupas machos, apenas a concentração 16,0% causou redução do peso das pupas fêmeas (Tabela 8).

TABELA 7. Peso de pupas machos e fêmeas, deformação de pupas e adultos de *Agrotis ipsilon*, alimentadas com dieta artificial contendo extratos aquosos de casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.).

Tratamentos	Peso de pupas		Deformação	
	Macho (mg) *	Fêmea (mg) *	Pupas (%) *	Adultos (%) **
Testemunha	479,1c	489,6 b	0,0 a	0,0 b
0,3%	453,2 bc	466,4 ab	0,0 a	0,0 b
0,5%	442,6 abc	438,5 ab	0,0 a	12,0 ab
0,8%	406,3 ab	448,5 ab	0,0 a	0,0 b
1,5%	402,8 ab	417,5 a	0,0 a	26,0 a
2,5%	393,2 a	421,6 a	0,0 a	27,3 a
CV	10,60	12,73	0,0	-
Hc	-	-	-	26,17

Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey* ou Kruskal-Wallis**, a 5% de probabilidade.

As deformações de pupas não foram afetadas pela ingestão do extrato aquoso da casca do pequi pelas lagartas de *A. ipsilon* em nenhuma das concentrações avaliadas (Tabelas 7 e 8). No entanto, foi constatado efeito significativo do extrato sobre a deformação de adultos no primeiro e no segundo ensaio em todas as concentrações avaliadas do extrato, exceto nas concentrações de 0,3% e de 0,8% as quais não diferiram da testemunha (Tabelas 7 e 8). Verifica-se

que, na concentração 12,5%, 83,3% dos adultos emergiram deformados. Da mesma forma, na concentração 5% observou-se que mais de 50% dos insetos apresentaram deformações. Os defeitos verificados nos adultos foram a malformação das asas, e em alguns casos os insetos emergiram sem asas.

TABELA 8. Peso de pupas machos e fêmeas, deformação de pupas e adultos de *Agrotis ipsilon*, alimentadas com dieta artificial contendo extratos aquosos de casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.).

Tratamentos	Peso de pupas		Deformação	
	Macho (mg) *	Fêmea (mg) *	Pupas (%) *	Adultos (%) **
Testemunha	403,6 a	497,7 b	0,0 a	12,5 c
2,5%	424,6 a	427,5 ab	0,0 a	37,5 b
5%	412,7 a	447,2 b	0,0 a	51,8 ab
10%	358,5 a	457,0 b	0,0 a	41,1 b
12,5%	396,9 a	441,0 ab	0,0 a	83,3 a
16,5%	346,3 a	355,0 a	0,0 a	25,0 bc
20%	-	-	-	-
CV	20,4	15,3	0,0	-
Hc	-	-	-	24,41

Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey* ou Kruskal-Wallis**, a 5% de probabilidade.

4 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que o extrato da casca do fruto de pequi é tóxico às lagartas de *S. frugiperda* e *A. ipsilon*, pois causou alta mortalidade nas lagartas e afetou a sua biologia.

Nos ensaios 1 e 2 realizados com lagartas de *S. frugiperda*, o efeito mais drástico foi observado nas lagartas alimentadas com dieta artificial contendo o extrato aquoso nas concentrações de 0,8% a 2,5%, onde se verificou 100% de mortalidade (Tabela 1). Por outro lado, nos ensaios realizados com lagartas de *A. ipsilon* os resultados foram bem diferentes aos observados nos ensaios de *S. frugiperda*. No primeiro ensaio, maior mortalidade foi constatada na concentração 2,5%, cujo valor foi 68% de mortalidade (Tabela 5). Já no segundo ensaio, apenas a concentração 20% causou 100% de mortalidade (Tabela 6).

A elevada mortalidade das lagartas constatada neste trabalho pode ter sido causada pela ação tóxica de substâncias secundárias presentes na casca de pequi e identificadas por Perez (2004), como esteroides, triterpenos, flavonoides, taninos, saponinas e grupos amino, após análise da composição fitoquímica deste substrato. Schoonhoven *et al.* (2005) explicam que as saponinas interferem no crescimento e desenvolvimento dos insetos e os flavonoides são considerados deterrentes alimentares ou tóxicos aos insetos.

Conforme Rodriguez e Vendramim (1996), o efeito da planta inseticida na sobrevivência do inseto é mais eficiente na fase larval, já que é nesta fase que o inseto ingere as substâncias químicas presentes no alimento tratado com o extrato. De acordo com Souza e Vendramim (2000), pelo fato da fase larval ser a mais afetada pelos extratos botânicos e devido à grande sensibilidade dos ínstaras iniciais, é provável que numa seleção de plantas inseticidas seja mais fácil a identificação de plantas promissoras por meio de testes sobre o primeiro e segundo ínstaras, conforme observado neste ensaio.

Outros autores também observaram elevadas mortalidades de lagartas de *S. frugiperda*, quando avaliaram extratos de plantas com potencial inseticida. Tagliari *et al.* (2010), testando vinte espécies de plantas inseticidas, constataram 98% de mortalidade de lagartas de *S. frugiperda* quando estas foram alimentadas com dieta artificial contendo o extrato de *Petiveria alliacea*. Rossi *et al.* (2012), avaliando o extrato aquoso de folha de mamona (*Ricinus communis* L) sobre a biologia de *S. frugiperda*, observaram 89,9% de mortalidade larval desse inseto na concentração 10%.

Somente a concentração 0,5% afetou a duração larval de *S. frugiperda*, provocando alongamento dessa fase em relação à testemunha. Entretanto, todas as concentrações avaliadas provocaram alongamento da fase larval de *A. ipsilon*. Para Rodríguez e Vendramim (1997), existe uma relação entre o alongamento da fase larval e a menor ingestão de alimento. Segundo esses autores, isso ocorre em razão da existência de inibidores alimentares, resultando em uma menor eficiência de conversão do alimento ingerido e digerido, possivelmente devido ao desvio de parte da energia fornecida pelo alimento para a degradação de substâncias tóxicas presentes no substrato alimentar.

O alongamento do período larval observado neste trabalho indica que o extrato da casca de pequi pode conter substâncias deterrentes à alimentação desses insetos como os esteroides, triterpenos, flavonoides, taninos e saponinas. Schoonhoven *et al.* (2005) relatam que o efeito dos taninos sobre os insetos dá-se em razão de esses compostos formarem complexos com as enzimas digestivas presentes no intestino dos herbívoros, e, como consequência, levam a uma redução na eficiência da digestão de proteínas e, por fim, retardam o crescimento. Nos insetos, os flavonoides podem interferir na reprodução; no comportamento alimentar e estimular a oviposição, ou agirem como impedimentos de alimentação (MORIMOTO *et al.*, 2000 e MUSABYIMANA *et al.*, 2001).

Do ponto de vista de Rodriguez e Vendramim (1996), a ocorrência de alongamento na fase larval do inseto, em campo, pode deixar o inseto por mais tempo suscetível ao ataque de parasitoides, predadores e entomopatógenos. Além disso, com o alongamento do período larval, ocorre também o prolongamento do ciclo do inseto. Isto constitui um fato relevante, uma vez que aumenta o tempo de exposição da praga aos inimigos naturais, assim como o tempo médio de cada geração, resultando em menor crescimento populacional da praga.

Esse efeito de alongamento larval também foi observado por outros autores que estudaram o efeito do extrato aquoso de plantas inseticidas sobre o desenvolvimento de *S. frugiperda* (MARONEZE e GALLEGOS, 2009; KNAAK *et al.*, 2012).

O alongamento da duração pupal de *S. frugiperda* e *A. ipsilon* observado neste trabalho quando as lagartas ingeriram dieta contendo extrato aquoso da casca do fruto de pequi pode estar relacionado à baixa qualidade e quantidade de alimento ingerido na fase jovem do inseto. Essa baixa ingestão e qualidade do alimento pode ter sido causada pela presença de substâncias tóxicas na casca do fruto, o que pode não ter permitido a reserva de nutrientes necessária ao desenvolvimento do inseto. De acordo com Parra (1991), o consumo de alimentos de baixa qualidade nutricional pelas lagartas, além de afetar a fase larval, afeta também outras variáveis biológicas do inseto, inclusive a duração pupal. A constatação da ocorrência de alongamento da fase pupal do inseto-praga é importante para o manejo de pragas, pois pode contribuir para a redução no número de gerações da praga no campo.

A alta mortalidade de pupas constatada nos ensaios indica que o efeito tóxico do extrato da casca de pequi se manifestou em diferentes fases da biologia destes insetos. A mortalidade pupal pode ter sido decorrente do acúmulo de substâncias tóxicas no organismo do inseto, devido a ingestão na fase larval, causando um efeito retardado, que resultou na morte das pupas. Além disso, o

efeito deterrente constatado na alimentação das lagartas, devido à presença de substâncias inibidoras de alimentação na casca do fruto de pequi, pode não ter permitido armazenar reserva nutricional suficiente para que o inseto passasse pelo processo da metamorfose, fase que requer muita energia. Panizzi e Parra (2009) comentam sobre a importância do alimento ingerido nas fases iniciais da vida do inseto, porque aspectos qualitativos e quantitativos devem suprir corretamente as suas necessidades nutricionais para que o desenvolvimento seja satisfatório em cada fase até a fase adulta.

O extrato aquoso da casca do fruto de pequi foi efetivo na redução do peso das pupas machos e fêmeas de *S. frugiperda* e *A. ípsilon*. Segundo Rodriguez e Vendramim, (1997), a inibição da alimentação provocada por extratos vegetais pode interferir no peso das pupas. Se o peso é menor do que o do controle, sugere que a planta provocou diminuição no consumo e utilização do alimento, devido a presença de substância inseticida na dieta. Como consequência, pupas de menor peso darão origem a adultos pequenos que, possivelmente, terão problemas na cópula com aqueles normais e, provavelmente, as fêmeas serão menos fecundas. Outros autores também constataram redução no peso de pupas machos e fêmeas quando avaliaram o efeito de extratos aquosos de plantas na alimentação de lagartas de *S. frugiperda* (ROEL *et al.*, 2000; SANTIAGO *et al.*, 2008 e HAAS *et al.*, 2012).

A deformação de pupas e adultos não foi influenciada pela ingestão do extrato de pequi pelas lagartas de *S. frugiperda*, entretanto, as lagartas de *A. ípsilon* que se alimentaram da dieta contendo o extrato foram significativamente afetadas pela deformação de adultos. O maior número de adultos deformados ocorreu nas concentrações 12,5% e 5%, em que foram constatados 83% e 51%, respectivamente, de adultos com defeito (Tabela 8). Os defeitos constatados foram a malformação das asas, o mesmo encontrado por Bogorni e Vendramim (2005) ao testarem extratos aquosos de *Trichilia* sobre *S. frugiperda*.

No segundo ensaio, no qual foram avaliadas as maiores concentrações (2,5%, 5,0%, 10,0%, 12,5%, 16,5% e 20,0%) sobre lagartas de *A. ipsilon*, observou-se grande variação nos resultados, em relação ao primeiro ensaio, principalmente quanto à concentração 2,5%, (Tabela 5 e 6).

No primeiro ensaio, a maior mortalidade (68%) foi constatada na maior concentração (2,5%). Dessa forma, esperava-se que, com o aumento das concentrações, ocorresse aumento na mortalidade das lagartas, no entanto, não foi o que ocorreu. Houve um decréscimo na mortalidade observada na concentração 2,5% no segundo ensaio em relação ao primeiro. A diferença verificada na mortalidade foi 68,0% no primeiro ensaio, para apenas 28% no segundo ensaio.

Essa diferença pode estar relacionada ao tempo de armazenamento do pó da casca de pequi. Durante o tempo de armazenamento pode ter ocorrido a degradação de alguns compostos químicos, os quais são responsáveis pelo efeito inseticida sobre este inseto. A coleta dos frutos de pequi foi realizada em janeiro/2014, sendo o primeiro ensaio realizado 3 meses após a coleta dos frutos. Todavia, o segundo ensaio foi realizado cerca de 6 meses após a coleta dos frutos. Provavelmente o pó da casca de pequi perdeu seu efeito inseticida durante os seis meses em que ficou armazenado em geladeira. Isso indica que o pó de algumas espécies de plantas pode perder seu efeito inseticida quando armazenado por períodos longos.

Outros autores também já verificaram a perda da eficiência de extratos de plantas inseticidas após o armazenamento. Castros (2007) constatou que o extrato aquoso de *Piper tuberculatum* (Jacq) não armazenado provocou 100% de mortalidade de lagartas de *S. frugiperda*, quando o pó foi armazenado por um período 10 e 90 dias ocorreu decréscimo na mortalidade com o aumento do número de dias em que o substrato vegetal ficou armazenado. Para a duração larval, o autor constatou alongamento da referida fase com a diminuição do tempo de armazenagem. Por esse motivo, o maior período de armazenamento (90 dias) não diferiu significativamente da testemunha. Souza (2012), avaliando extratos de

diferentes plantas inseticidas sobre larvas de *Ceratitis capitata* constataram que no extrato de pinhão manso (*Jatropha curcas* L) houve um decréscimo de 96% de mortalidade larval no primeiro ensaio para 45,8% no segundo ensaio, após três meses de armazenamento do pó.

Segundo Oliveira e Vendramim (1999), a variável mortalidade larval não deve ser o único critério a ser considerado na avaliação de um inseticida natural para o controle de pragas, pois esses compostos podem afetar outras fases do ciclo biológico e do comportamento dos insetos. De fato, no presente trabalho, o tempo de armazenamento do pó da casca de pequi causou redução na mortalidade das lagartas no segundo ensaio, porém, afetou outros parâmetros biológicos, como duração larval e pupal, mortalidade e peso de pupas, além do elevado número de adultos defeituosos.

O pouco de pesquisa que existe com literatura relacionada à toxicidade do extrato da casca do fruto de pequi demonstra a necessidade de novos estudos com essa planta, uma vez que ela se mostrou promissora para o controle de *S. frugiperda*.

5 CONCLUSÕES

O extrato da casca do fruto de pequi é tóxico às lagartas de *S. frugiperda* e *A. ipsilon*, pois causa elevada mortalidade desses insetos, além de afetar o seu desenvolvimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. P. *et al.* **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.

ARAGÃO, A. S. L. de. **Utilização de coprodutos da fruticultura do Vale do São Francisco na alimentação de ruminantes**. 2010. 65 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2010.

BOGORNI, P. C.; VENDRAMIM, J. D. Efeito subletal de extratos aquosos de *Trichilia* spp. sobre o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, p. 311-317, 2005.

CASTRO, M. J. P. **Potencial inseticida de extratos de *Piper tuberculatum* Jacq. (Piperaceae) sobre a fase larval de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)**. 2007. 58 p. Dissertação (Mestrado Área de Concentração: Produção Vegetal) Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2007.

COITINHO, R. L. B. de C. *et al.* da. Efeito residual de inseticidas naturais no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. em milho armazenado. **Caatinga**, Mossoró, v. 19, p. 183-191, 2006b.

FERREIRA, D. F. **SISVAR: Sistema de análise de variância**. Versão 5.3. Lavras - MG: UFLA, 2010.

GREENE, G. L.; LEPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v. 69, p. 488-497, 1976.

HAAS, J. *et al.* Avaliação de extratos vegetais sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Revista em **Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v. 5, p. 353-362, 2012.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.;RYAN, P. D. **PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica.** Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm. Acesso em: 10 jan. 2015.

KNAAK, N. *et al.* Atividade Inseticida de Extratos de Plantas Medicinais sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **BioAssay**, Piracicaba, v.7, p.1-6, 2012.

MARONEZE, D. M.; GALLEGOS, D. M. N. Efeito de extrato aquoso de *Melia azedarach* no desenvolvimento das fases imatura e reprodutiva de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, p. 537-550, 2009.

MORIMOTO, M.; KUMEDA, S.; KOMAI K. Insect antifeedant flavonoids from *Gnaphalium affine* D. Don. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 48, p.1888- 1891, 2000.

MUSABYIMANA, T. *et al.* Effects of neem seed derivatives on behavioral and physiological responses of the *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of economic entomology**, Annapolis, v. 94, p. 449-454, 2001.

OLIVEIRA, J. V.; VENDRAMIM, J. D. Repelência de óleos essenciais e pós vegetais sobre adultos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em sementes de feijoeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, p. 549-555,1999.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico.** Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 2001. 134 p.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. P. **Bioecologia e nutrição de insetos: Base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2009. 1164 p.

PEREZ, E. **Diagnose fitoquímica dos frutos de *Caryocar brasiliense* Camb., Caryocaraceae**. Curitiba: UFPR. 2004. 113 p.

PEREIRA, A. C. R. L. *et al.* Influência do período de armazenamento do caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], tratado com óleos essenciais e fixos, no controle de *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae). **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, p. 319-325, 2009.

PEREIRA, A. C. R. L. *et al.* Atividade Inseticida de óleos essenciais e fixos sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, p.17-724, 2008.

RESENDE, G. A. A.; TERRONES, M. G. H.; RESENDE, D. M. L. C. Estudo do potencial alelopático do extrato metanólico de raiz e caule de *Caryocar brasiliense* Camb. (Pequi). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, p. 460-472, 2011.

RIBEIRO, H. B. *et al.* Resíduos de frutos de pequi no controle do nematoide das galhas em tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 453-458, 2012.

RODRIGUEZ, C. H.; VENDRAMIM, J. D. Toxicidad de extractos acuosos de Meliaceae en *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Manejo Integrado de Plagas**, Turrialba, v. 42, p.14-22, 1996.

ROEL, A. R. *et al.* Atividade tóxica de extratos orgânicos de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, p. 799-808, 2000.

RODRÍGUEZ, H. C.; VENDRAMIM, J. D. Avaliação da bioatividade de extratos aquosos de Meliaceae sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 72, p. 305-318, 1997.

ROSSI, G. D. *et al.* Biochemical Analysis of a Castor Bean Leaf Extract and its Insecticidal Effects Against *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 41, p. 503-509, 2012.

SANTIAGO, G. P. *et al.* Efeitos de extratos de plantas na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) mantida em dieta artificial. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, p. 792-796, 2008.

SOUZA, A. P.; VENDRAMIM, J. D. Atividade ovicida de extratos aquosos de meliáceas sobre a mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B em tomateiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, p. 403-406, 2000.

SOUZA, M. D.C. **Seleção de extratos vegetais com atividade inseticida a larvas da mosca-das-frutas *Ceratitís capitata* (wied.)**. 2012. 50 p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2012.

SCHOONHOVEN, L. M.; LOON, J. J. A.; DICKE, M. **Insect-plant biology**. 2 ed. New York: Oxford. 2005. 421 p.

VERA, R. *et al.* Caracterização física de frutos do pequizeiro (*Caryocarpus brasiliense* Camb.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, p. 71-79, 2005.

TAGLIARI, S. R. A. **Não-preferência para oviposição, alimentação e antibiose de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) por genótipos de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* D.C.)**. 2007. 76 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

CAPÍTULO III

INJÚRIA E TOXICIDADE DO EXTRATO AQUOSO DE PEQUI EM MILHO NO CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda*

RESUMO

SOUZA, Maria das Dores da Cruz. **Injúria e toxicidade do extrato aquoso de pequi em milho no controle de *Spodoptera frugiperda***. 2015. Cap. 3, p.77-111. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG¹.

Objetivou-se com este trabalho avaliar, em campo, diferentes concentrações do extrato aquoso das cascas dos frutos de pequi pulverizados sobre plantas de milho para o controle de *Spodoptera frugiperda*. Sementes de milho foram semeadas, obedecendo ao espaçamento de 50 cm entre plantas e 60 cm entre linhas. Quarenta e 47 dias pós a germinação, as plantas de milho foram pulverizadas com as concentrações de 0,8%, de 2,5%, de 5,0% e de 10,0% (v/v) de extrato de pequi. O controle foi pulverizado somente com água. Para a determinação da intensidade da injúria foi utilizada escala visual de notas. Adicionalmente, foi acompanhada a ocorrência de fitotoxidez do extrato de pequi sobre as plantas de milho. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, representados cada um pelos cinco tratamentos e tendo cinco repetições. Cada parcela foi constituída por cinco linhas, contendo cinco plantas de milho, totalizando 25 plantas por tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância em esquema fatorial e as médias comparadas pelo teste Tukey e análise de regressão, a 5% de probabilidade. As notas de fitotoxidez foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A distribuição de frequência das notas de injúria também foi avaliada. Adicionalmente, folhas de milho pulverizadas em campo foram coletadas, separadas por tratamento e levadas ao laboratório, onde foram oferecidas a lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda*. Foram avaliadas a duração e a mortalidade das fases larval e pupal, peso de pupas machos e fêmeas e deformação de pupas e adultos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e um controle. Cada tratamento foi constituído de 50 repetições contendo uma lagarta recém-eclodida de *S. frugiperda*. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por meio do teste de Tukey ou Kruskal Wallis, a nível de 5% de probabilidade. Não foi constatado sintomas de fitotoxidez nas plantas de milho pulverizadas com extrato de pequi na concentração 10%. *Spodoptera frugiperda* esteve presente na lavoura de milho e causou maior injúria nas plantas do controle. As plantas pulverizadas com o extrato de pequi apresentaram menor injúria. A ingestão pelas lagartas de *S. frugiperda* de folhas de milho pulverizadas com o extrato de pequi alongou a duração das fases

¹**Comitê de Orientação:** Prof^a. Dra. Teresinha Augusta Giustolin - DCA/UNIMONTES (Orientadora); Prof^a. Dra. Clarice Diniz Alvarenga Corsato - DCA/UNIMONTES (Coorientadora).

larval e pupal e causou elevada mortalidade das lagartas. O extrato da casca de pequi é tóxico as lagartas de *S. frugiperda*, viabilizando o seu uso no controle de pragas.

Palavras-chave: Infestação, controle de pragas, Fitotoxidez.

ABSTRACT

SOUZA, Maria das Dores da Cruz. **Injury and toxicity of the aqueous extract of pequi in corn to control *Spodoptera frugiperda***. 2015. Ch. 3, p.77-111. Dissertation (Master's degree in Plant Production in the Semi-arid) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG¹.

The objective of this study was to evaluate, on the field, different concentrations of aqueous extract of pequi peel sprayed on corn plants for the control of *Spodoptera frugiperda*. Corn seeds were sown, according to the spacing of 50 cm between plants and 60 cm between rows. Forty and 47 days after germination, the maize plants were sprayed with concentrations of 0.8%, 2.5%, 5.0% and 10.0% (v / v) of Pequi extract. The control was sprayed with water only. Visually grading scale was used to determine the intensity of injury. Additionally, it was accompanied the occurrence of phytotoxicity of extract Pequi on corn plants. The experimental design was in randomized blocks, every one represented by five treatments, with five replicates. Each plot consisted of five lines, with five corn plants, totaling 25 plants per treatment. The results were submitted to analysis of variance in a factorial scheme, and means compared by Tukey test and regression analysis, a 5% probability. Notes of toxicity were compared by Tukey test at 5% probability. The frequency distribution of injury notes was also evaluated. Additionally, corn leaves sprayed on the field were collected, separated by treatment and taken to the laboratory, where they were offered the newly hatched *S. frugiperda* larvae. The duration and mortality of larval and pupal stages, male and female pupal weight and deformation of pupae and adults were evaluated. The experimental design was completely randomized, with four treatments and a control. Each treatment consisted of 50 repetitions containing a newly hatched *S. frugiperda* caterpillar. The results were submitted to analysis of variance and means compared by the Tukey test or Kruskal Wallis, at level of 5% probability. There were no toxicity symptoms in corn plants sprayed with pequi extract at concentration 10%. *S. frugiperda* was present on the fields of corn and caused larger injury in the control plants. Plants sprayed with the pequi extract had lower injury. Ingestion by *S. frugiperda* caterpillars of sprayed corn leaves with pequi extract lengthened the duration of the larval and pupal stages and caused high mortality of caterpillars. Pequi peel extract is toxic to *S. frugiperda* caterpillars, enabling its use in pest control.

Keywords: Infestation, pests control, phytotoxicity.

¹**Guidance committee:** Prof. Dr. Teresinha Augusta Giustolin - DAS/UNIMONTES (Adviser); Prof. Dr. Clarice Diniz Alvarenga Corsato - DAS/UNIMONTES (Co-adviser).

1 INTRODUÇÃO

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) é, no Brasil, a principal praga da cultura do milho, visto que causa severos prejuízos. Na fase larval, esse inseto se alimenta de todas as fases de crescimento dessa cultura, tendo preferência, no entanto, pelo cartucho das plantas jovens. Quando o ataque dessa praga é severo, podem ocorrer perdas significativas da produção. As perdas provocadas pelas lagartas podem chegar a 34% (PURCINO *et al.*, 2009). A destruição das folhas de milho é a principal injúria causada pelas lagartas de *S. frugiperda*, a qual gera conseqüente redução na produção. As lagartas no primeiro ínstar raspam as folhas, passando, com seu desenvolvimento, a fazer furos no limbo foliar ou mesmo destruir completamente o cartucho da planta (SILVA *et al.*, 2008).

O controle de *S. frugiperda* tem sido feito por meio de inseticidas químicos, muitos não seletivos aos inimigos naturais (MAPA, 2013). Pesquisas têm sido realizadas, visando métodos alternativos de controle, na tentativa de minimizar o ataque desse inseto. Os inseticidas botânicos podem ser uma alternativa ao uso dos produtos sintéticos no controle dessa praga. Os inseticidas botânicos são biodegradáveis, possuem baixa toxicidade aos mamíferos, seletividade aos inimigos naturais e baixa fitotoxicidade (MOREIRA *et al.*, 2005).

O Norte de Minas Gerais é um grande produtor e consumidor de frutos de pequi. Por esse motivo, grande quantidade de resíduo de pequi é gerada durante a retirada dos caroços, parte comercializada, gerando excessivo lixo que tem contaminado o ambiente. A composição química das cascas de pequi indica a presença de esteroides, triterpenos, flavonoides, taninos e saponinas (RESENDE *et al.*, 2011). Schoonhoven *et al.* (2005) explicam que as saponinas interferem no crescimento e desenvolvimento dos insetos e os flavonoides são considerados deterrentes alimentares ou tóxicos aos insetos. Essas substâncias podem representar

mais uma alternativa promissora no manejo integrado de pragas. Além disso, a possibilidade de aproveitamento das cascas dos frutos de pequi que em outra situação seria descartada. O aproveitamento das cascas de pequi poderá se constituir em uma atividade econômica, social e ecológica, uma vez que possibilitará a ampliação dos lucros dos agricultores, além de gerar novos empregos e reduzir o lixo jogado no ambiente.

Existem poucas informações na literatura sobre a toxicidade do pequi a insetos. Coitinho *et al.* (2006) avaliaram o óleo de pequi sobre adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky criados em grãos de milho. Os autores verificaram que em testes com e sem chances de escolha o óleo do fruto de pequi causou a morte e redução na emergência dos adultos dessa praga. Pereira *et al.* (2008) avaliaram a ação do óleo de *C. brasiliense* sobre o caruncho, *Callosobruchus maculatus* Fabricius, quando aplicado sobre grãos de feijão-caupi. Os autores verificaram que o óleo foi efetivo na mortalidade de adultos de *C. maculatus*, bem como, na redução da postura e emergência.

Existe a possibilidade de utilização prática das cascas dos frutos de pequi no controle de insetos-praga e, com isso, da redução do descarte de resíduo dessa planta no ambiente na época de safra. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito inseticida do extrato aquoso das cascas dos frutos de pequi quando pulverizado, em campo, sobre plantas de milho, para o controle de *S. frugiperda*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados na Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), *Campus* Janaúba, MG, no período de outubro a novembro de 2014. Janaúba está localizada na região norte do estado de Minas Gerais e inserida no semiárido brasileiro “15°47’18 de latitude Sul e 43°18’18” de longitude oeste e altitude de 515 metros (JACOMINE *et al.*, 1979). Nesta região a precipitação média anual é de 740 mm, dos quais, 85% dela ocorre entre os meses de novembro e março, em uma temperatura que varia de 19,5 a 32 °C (SOUTO *et al.*, 2001). O solo da área experimental é classificado como Neossolo Flúvico, com textura franco arenosa, apresentando pH de 6,8.

2.1 Plantio do milho

Para o ensaio de campo, a área experimental foi preparada por meio de capinas, visando a eliminação das ervas daninhas e posterior correção do solo e adubação, conforme recomendado para a cultura do milho (EMBRAPA, 1999). A semeadura das sementes de milho cultivar ‘AL Alvaré’ foi realizada manualmente obedecendo ao espaçamento de 50 cm entre plantas, 60 cm entre linhas. As sementes de milho foram adquiridas já tratadas com os inseticidas Actellic 500EC e Prostore 25CE, que apresentam período residual de 30 dias. Após o plantio, a área experimental foi irrigada diariamente utilizando-se o sistema de gotejamento, onde foi colocado um emissor por planta e, distribuídos em espaçamento de 50 cm. As plantas de milho cultivadas na área experimental não receberam nenhum tipo de tratamento químico para controle de pragas, visando permitir a infestação de *S. frugiperda*, alvo do trabalho.

2.2. Preparação dos extratos aquosos e pulverização das plantas de milho

Foram preparados os extratos das cascas dos frutos de pequi nas concentrações de 0,8%, 2,5%, 5,0% e 10,0% (v/v), conforme descrito no item 2.2 do CAPÍTULO 2.

As diferentes concentrações de extratos foram pulverizadas nas plantas de milho quando estas estavam com 40 e 47 dias de idade após a germinação. As plantas do controle foram pulverizadas somente com água. Para a pulverização, as plantas de milho foram separadas por tratamentos, organizados em blocos, sendo as aplicações realizadas por meio de um pulverizador manual (2 Litros). O extrato foi aplicado em cada planta até o ponto de escorrimento. Para impedir a contaminação entre os tratamentos, devido às diferentes concentrações de extratos utilizadas, no momento das aplicações, cada bloco foi individualizado, utilizando uma lona plástica. As pulverizações foram realizadas após as 17 horas, para evitar a deriva do inseticida botânico e, também para resguardá-lo dos raios solares (SCHMUTTERER, 1992).

2.3 Avaliação da injúria nas folhas de milho provocada por *Spodoptera frugiperda*

As avaliações das injúrias foliares provocadas pelo ataque de lagartas de *S. frugiperda* foram iniciadas três dias após a primeira pulverização dos extratos aquosos de pequi, sendo essas mesmas plantas reavaliadas seis dias após essa aplicação. O mesmo se sucedeu após a segunda aplicação dos extratos (plantas com 47 dias), sendo as avaliações realizadas aos três e seis dias depois das aplicações dos extratos. Assim, as plantas foram avaliadas após 3, 6, 10 e 13 dias após a primeira pulverização. Para a determinação da intensidade da injúria, foi utilizada uma escala visual de notas baseada em Albuquerque *et al.* (2010) modificada: 0 -

Folhas não danificadas; 1 - Folhas raspadas; 2 - Folhas furadas; 3 - Folhas rasgadas; 4 - Cartucho danificado 5 - Cartucho completamente destruído.

As avaliações de injúrias foram realizadas por meio da observação visual em toda a planta, sendo que quando uma delas apresentava alguma injúria correspondente a mais de uma nota, foi dada a preferência ao valor de nota mais elevado.

Adicionalmente, foi acompanhada a ocorrência de fitotoxidez do extrato de pequi sobre as plantas de milho. Esse procedimento foi adotado 24 horas após as aplicações das diferentes concentrações dos extratos de pequi. Para isso, foram atribuídas notas de acordo com a intensidade de sintomas provocado pelo extrato às folhas de milho, conforme a escala proposta pelo Comitê de Métodos do Conselho Europeu de Pesquisa sobre Plantas Daninhas (EWRC, 1964): 1 = nulo; 2 = muito leve; 3 = leve; 4 = baixa; 5 = média; 6 = quase forte; 7 = forte; 8 = muito forte; 9 = total (destruição completa).

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, representados cada um pelos cinco tratamentos (concentrações de extratos de pequi) e cinco repetições (blocos). Cada parcela foi constituída por cinco fileiras (linhas), contendo cinco plantas de milho, espaçadas de 60 cm entre linhas, 50 cm entre plantas e 100 cm entre blocos, totalizando 25 plantas por tratamento.

As médias de injúrias foram submetidas à análise de variância em esquema fatorial (4x 2) com dois fatores (concentrações do extrato e período de avaliação), as médias foram comparadas pelo teste t de Student e análise de regressão, a 5% de probabilidade. Também foi calculada a distribuição de frequência das notas atribuídas às injúrias provocadas pelas lagartas-do-cartucho. O programa estatístico Sisvar, versão 5.3 foi utilizado para as análises dos resultados (FERREIRA, 2010).

2.4 Bioatividade do extrato aquoso de pequi à *Spodoptera frugiperda*

As folhas de milho pulverizadas em campo, conforme item 2.2 foram coletadas, separadamente por tratamento, levadas ao laboratório, onde foram cortadas em pequenos fragmentos (2,5 cm x 2,5 cm) para serem avaliadas quanto à bioatividade a lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda*. As folhas coletadas para servirem de alimento para as lagartas foram retiradas do cartucho. Este ensaio foi iniciado 24 horas após a realização da primeira pulverização das plantas de milho em campo. As plantas de milho foram pulverizadas em campo com as concentrações de 0,8%, 2,5%, 5,0% e 10,0% (v/v), a testemunha foi pulverizada somente com água.

Os fragmentos de folhas de milho foram individualizados em tubos de vidro (8,5 cm x 2,5 cm), contendo uma fina camada de meio ágar-água. O meio ágar-água foi colocado no tubo, visando a manutenção da turgidez das folhas, por mais tempo. Em cada tubo de vidro, sobre o fragmento de folha de milho foi colocada uma lagarta recém-eclodida de *S. frugiperda*. Os tubos contendo as lagartas foram fechados com algodão hidrófugo, levados ao laboratório e mantidos sob condições controladas (temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $65 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas). Para todos os tratamentos, foi realizada a primeira troca de folhas três dias após a montagem do ensaio e, as demais substituições foram feitas sempre que necessário. As novas folhas oferecidas para as lagartas foram coletadas da área experimental de plantas previamente tratadas. As lagartas permaneceram nestas condições até a pupação. Diariamente, foram realizadas as observações dos tubos contendo as lagartas, visando a substituição do alimento e a ocorrência de pupas, que, 24 horas após a formação, foram sexadas, pesadas e individualizadas em novos tubos, visando à emergência dos adultos.

Para esse ensaio, foram avaliadas as variáveis duração e mortalidade das fases larval e pupal, peso de pupas machos e fêmeas com 24 horas de idade, deformação de pupas e adultos.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (concentrações de 0,8%, 2,5%, 5,0% e 10,0%) e uma testemunha (plantas pulverizadas com água). Cada tratamento foi constituído de 50 repetições, no qual foi colocada uma lagarta recém-eclodida de *S. frugiperda*, totalizando 50 lagartas por tratamento.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ou Kruskal Wallis, a 5% de probabilidade, dependendo da normalidade dos dados. Para o teste de Tukey, foi utilizado o programa estatísticos Sisvar, versão 5.3 (FERREIRA, 2010) e para o teste de Kruskal-Wallis, o programa estatístico Past (HAMMER, 2001).

3 RESULTADOS

3.1 Avaliação de injúria foliar em plantas de milho provocada por *Spodoptera frugiperda*

Spodoptera frugiperda esteve presente no campo, infestando as plantas de milho, por todo período em que foram realizadas as quatro avaliações das diferentes concentrações dos extratos aquosos dos frutos de pequi aplicadas nas plantas de milho (Figura 1). Esta constatação não foi somente na parcela testemunha, em que as plantas de milho foram pulverizadas com água, mas também nas parcelas tratadas com extrato de pequi. Na testemunha foi observado pequena infestação *S. frugiperda* já na primeira avaliação que foi realizada três dias após a pulverização. Essa pequena infestação foi verificada por meio dos baixos valores de nota de injúrias (nota 1 e 2) obtidos para essas plantas. Entretanto, a partir desta avaliação da testemunha e nas seguintes, constatou-se que o inseto se estabeleceu na área e passou a provocar injúrias mais expressivas, chegando inclusive a destruir completamente o cartucho (nota 5) de algumas plantas de milho, fato que foi observado a partir da segunda avaliação em diante. Foi tomado o cuidado de, antes da aplicação do extrato de pequi, avaliar todas as plantas a fim de se certificar da não ocorrência de injúrias nas folhas.

A pulverização das plantas de milho com extrato de pequi com concentração de 0,8% não impediu a infestação de lagartas de *S. frugiperda*, já que ocorreram injúrias (notas 1 e 2) nas plantas, semelhantes à testemunha (Figura 1). Nas demais avaliações realizadas no milho, as plantas continuaram sendo danificadas (notas 2, 4 e 5), mas as frequências de plantas que tiveram os seus cartuchos completamente danificados (nota 5) foram menores que a testemunha. Isso indica que a pulverização com o extrato de pequi na concentração de 0,8% impediu a completa destruição do cartucho do milho.

As plantas de milho pulverizadas com extrato de pequi na concentração 2,5% também foram infestadas, mas em menor frequência que a observada na concentração de 0,8% e na testemunha (Figura 1). Neste tratamento, a infestação inicial (notas 1 e 2) foi mais frequente que as demais notas nas outras três avaliações, indicando que essa concentração do extrato de pequi reduziu o ataque das lagartas, visto que as notas de injúria 4 e 5 foram menos frequentes.

A pulverização do extrato de pequi na concentração de 5,0% impediu a infestação inicial das lagartas de *S. frugiperda*, não sendo constatado, na primeira avaliação, ataque desse inseto (Figura 1). Assim, após as duas aplicações desta concentração de extrato de pequi a infestação da praga foi mantida muito baixa, sendo considerada esta concentração como indicada para controlar as lagartas de *S. frugiperda*.

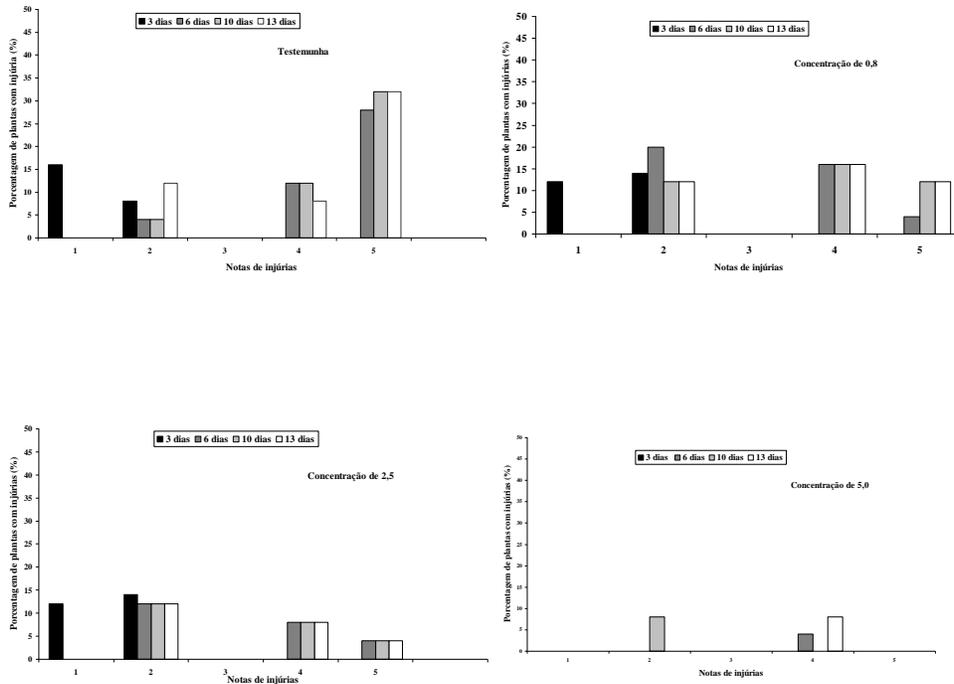


FIGURA 1- Porcentagem de plantas de milho com injúrias provocadas por *Spodoptera frugiperda* após pulverização de extrato de cascas dos frutos de pequi (*Caryocar brasiliense*) em diferentes concentrações.

As plantas de milho pulverizadas com as diferentes concentrações de extratos aquosos das cascas dos frutos de pequi não demonstraram nenhum sintoma de injúrias nas folhas (fitotoxidez) após a primeira pulverização (Tabela 1). No entanto, após a segunda pulverização, que foi realizada sete dias após a primeira, foram observados os primeiros sintomas de fitotoxidez, que ocorreram 48 horas após a aplicação do extrato. Esse fato ocorreu com as plantas pulverizadas com o extrato aquoso de pequi na concentração de 10,0%. Essa constatação está de acordo com a escala proposta pelo Comitê de Métodos do Conselho Europeu de Pesquisa sobre Plantas Daninhas (EWRC, 1964). A nota 8,32 observada nas plantas de milho do tratamento com concentração de 10,0% significa que a injúria foi muito forte, causando queimaduras e murcha das folhas.

TABELA 1. Percentual médio de fitotoxidez apresentado pelas plantas de milho pulverizadas com diferentes concentrações de extratos aquosos das cascas dos frutos de pequi baseado na escala de notas (1 a 9) proposta pelo EWRC (1964).

Concentração (%)	Primeira pulverização*	Segunda pulverização*
Testemunha	1,0 a	1,0 b
0,8	1,0 a	1,0 b
2,5	1,0 a	1,0 b
5,0	1,0 a	1,0 b
10,0	1,0 a	8,32 a
CV	0,0	8,64

Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A concentração 10% do extrato da casca do pequi não foi incluída na análise fatorial, devido a ocorrência de fitotoxidez nas plantas de milho nesta concentração.

A análise do desdobramento do fator concentração do extrato de pequi, dentro dos níveis dias após a pulverização (3, 6, 10 e 13 dias), indica a ocorrência de efeito significativo após o tratamento das plantas (Figura 2). Dentro do fator pulverização do extrato de pequi, para o nível seis dias após a aplicação, a análise de regressão indicou o modelo linear $y = 1,487217 - 0,280586x$ como sendo o que melhor se ajustou aos resultados de injúrias de *S. frugiperda* em folhas de milho, e que apresentou uma explicação de $R^2 = 91,05\%$ (Figura 2). Isso indica que a maior ocorrência de injúrias se deu na testemunha, na qual foi pulverizado somente água, e as menores injúrias ocorreram nas plantas de milho pulverizadas com as maiores concentrações de extrato de pequi. Desse modo, a ocorrência de injúrias em milho

provocadas pelas lagartas de *S. frugiperda* foi inversamente proporcional ao aumento da concentração do extrato de pequi utilizado nas pulverizações.

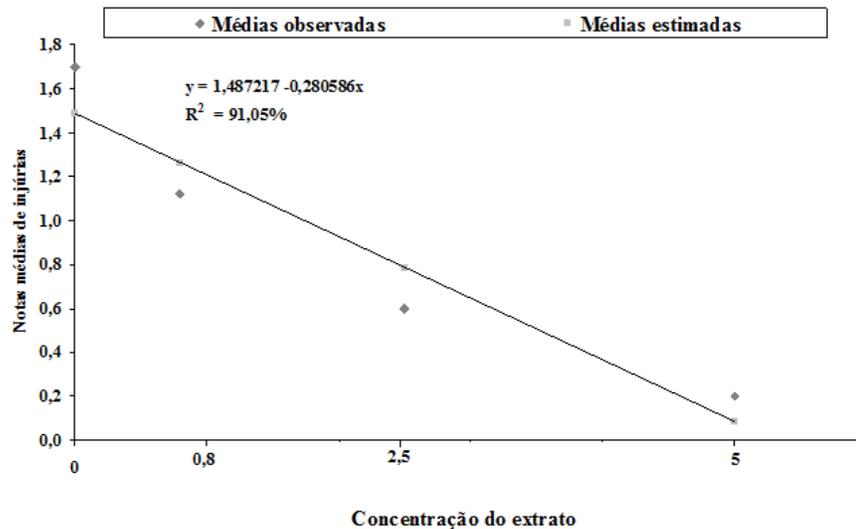


FIGURA 2 – Média das notas de injúrias em plantas de milho provocadas por lagartas de *Spodoptera frugiperda* após pulverização de extrato aquoso das cascas dos frutos de pequi (*Caryocar brasiliense*) em diferentes concentrações.

Ocorreu interação significativa entre os fatores concentração e dias após a pulverização do extrato de frutos de pequi sobre as plantas de milho (Tabela 2).

A análise do desdobramento do fator dias após a pulverização do extrato de pequi dentro de cada nível de concentração indica a ocorrência de efeito significativo somente para a testemunha e 0,8%, mas não para 2,5% e 5,0% (Tabela 2). Dessa forma, constata-se que, após a primeira avaliação (3 dias após a pulverização), ocorreu um aumento na frequência média de injúrias da primeira para a segunda avaliação, para testemunha e concentração de 0,8% do extrato de pequi. Nas plantas tratadas com as concentrações de 2,5% e 5,0% a infestação pelo inseto, nas quatro avaliações, foi muito baixa.

Para os fatores concentrações e dias foi constatada interação significativa para todas as concentrações a partir da segunda avaliação (6 dias) (Tabelas 2). Com relação às concentrações avaliadas, verifica-se que, tanto a concentração 2,5% quanto 5,0%, proporcionaram médias de injúrias menores em relação à testemunha e à concentração de 0,8%, indicando que o extrato da casca de pequi impediu que as injúrias causadas pela lagarta do cartucho aumentassem.

TABELA 1 - Médias de injúrias em plantas de milho provocadas por lagartas de *Spodoptera frugiperda* após pulverização de extrato aquoso de frutos de pequi em diferentes concentrações.

Concentração (%)	Dias após aplicação*				Média
	3	6	10	13	
Testemunha	0,32 Aa	1,96 Cb	2,16 Bb	2,36 Bb	1,70
0,8	0,20 Aa	1,24 Bb	1,52 Bb	1,52 Bb	1,12
2,5	0,12 Aa	0,76 ABa	0,76 Aa	0,76 Aa	0,60
5,0	0,00 a Aa	0,16 Aa	0,32 Aa	0,32 Aa	0,20
Média	0,16	1,03	1,19	1,24	
CV (%)	43,90				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas nas linhas e, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.2 Bioatividade do extrato aquoso de pequi a *Spodoptera frugiperda*

A ingestão dos extratos aquosos das cascas dos frutos de pequi pelas lagartas de *S. frugiperda* alongou a duração das fases larval e pupal desse inseto (Tabela 3). Para a duração larval, os maiores alongamentos foram observados nas concentrações de 5,0% e 10,0% de extrato de pequi; todavia, para a duração pupal, esse efeito foi constatado somente para a concentração de 5,0%. Os demais tratamentos, para a duração larval como para a pupal, foram semelhantes à

testemunha, à exceção da concentração de 10,0%, para a variável duração pupal, que apresentou valor intermediário entre a concentração de 5,0% e os demais tratamentos.

A ingestão de folhas de milho, pulverizadas com o extrato aquoso de pequi, por lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda*, causou elevada mortalidade larval desse inseto, não provocando, entretanto, mortalidade pupal (Tabelas 3). Todas as concentrações do extrato de pequi que foram avaliadas provocaram mortalidades larvais que foram superiores à testemunha. As maiores mortalidades larvais foram observadas nos tratamentos extrato de pequi nas concentrações 10,0% e 5,0%, cujos valores foram 92,0% e 82,0%, respectivamente. As lagartas que ingeriram folhas de milho tratadas com as concentrações 2,5% e 0,8% de extrato de pequi também tiveram elevadas mortalidades larvais, que foram de 70,0% e 56,0%, respectivamente, ocorrendo, inclusive, no tratamento 2,5%, mortalidade semelhante àquela obtida na concentração de 5,0%.

TABELA 3. Duração e mortalidade das fases larval e pupal de *Spodoptera frugiperda*, alimentada com folhas de milho pulverizadas com extratos aquosos das cascas dos frutos de pequi (*Caryocar brasiliense*).

Concentrações (%)	Fase Larval		Fase pupal	
	Duração (dias) *	Mortalidade (%) **	Duração (dias) *	Mortalidade (%) *
Testemunha	15,0 b	10,0 d	8,6 b	0,0
0,8	15,7 b	56,0 c	9,2 b	0,0
2,5	15,9 b	70,0 bc	9,2 b	0,0
5,0	18,6 a	82,0 ab	11,9 a	0,0
10,0	18,2 a	92,0 a	10,5 ab	0,0
CV	6,54	-	19,04	0,0
Hc	-	86,75	-	-

Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey* ou Kruskal-Wallis**, a 5% de probabilidade.

A ingestão do extrato aquoso da casca de pequi aplicado sobre as plantas de milho não afetou o peso das pupas machos e fêmeas de *S. frugiperda* (Tabela 4). Apesar de as pupas provenientes de lagartas alimentadas com folhas de milho tratadas com o extrato da casca de pequi apresentarem peso de pupas menores em todos os tratamentos em relação à testemunha, não houve diferença significativa entre as médias.

TABELA 4. Peso de pupas machos e fêmeas e deformação de pupas e adultos de *Spodoptera frugiperda*, provenientes de lagartas alimentadas com folhas de milho pulverizadas com extrato aquoso das cascas dos frutos de pequi (*Caryocar brasiliense*).

Concentrações (%)	Peso de pupas		Deformação	
	Macho (mg) *	Fêmea (mg) *	Pupas (%) *	Adultos (%) **
Testemunha	239,1 a	238,5 a	0,0 a	4,4 a
0,8	233,8 a	228,3 a	0,0 a	9,0 a
2,5	223,8 a	225,2 a	0,0 a	13,3 a
5,0	196,3 a	191,3 a	0,0 a	22,2 a
10,0	214,5 a	222,5 a	0,0 a	25,0 a
CV	14,82	15,57	0,0	-
Hc	-	-	-	4,37

Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey* ou Kruskal-Wallis**, a 5% de probabilidade.

4 DISCUSSÃO

4.1 Avaliação da injúria foliar em plantas de milho provocada por *Spodoptera frugiperda*

Spodoptera frugiperda esteve presente na área experimental utilizada neste trabalho por todo o período em que duraram as avaliações das plantas de milho em campo (Figura 1). Durante esse período o extrato aquoso das cascas dos frutos de pequi, pulverizado sobre as plantas de milho, reduziu os danos provocados pelas lagartas de *S. frugiperda*. Nessa situação, a concentração mais indicada para o controle da lagarta do cartucho-do-milho foi a de 5,0%, já que após as aplicações desse tratamento sobre as plantas ocorreram menores injúrias nas folhas de milho provocadas pelas lagartas.

A concentração de 10% do extrato aquoso da casca de pequi provocou sintomas de fitotoxicidade nas plantas de milho (Tabela 1). Esses sintomas só foram observados a partir da segunda aplicação do extrato de pequi. As plantas com sintomas de fitotoxidez apresentaram as folhas novas com coloração escura nas bordas, evoluindo para uma clorose. Nessa ocasião, três dias após a segunda pulverização, algumas plantas apresentavam sintomas de fitotoxidez mais grave, como queima e murcha das folhas mais novas, ocorrendo, em alguns casos, destruição total do cartucho, sem a recuperação da planta. Nas folhas mais velhas, foi observado o bronzeamento em diversos pontos do limbo foliar que, em alguns locais, devido à maior severidade, encontravam-se necrosados. As plantas apresentaram ainda, redução no crescimento. Sintomas de fitotoxidez semelhantes aos observados neste trabalho foram constatados por Souza (2009), quando avaliou o efeito fitotóxico do óleo de nim (produto Nim-I-GO®) e do extrato aquoso de *Agave sisalana* Perrine em plantas de milho.

De acordo com Karlsson (2005), as partes mais afetadas pelos extratos de plantas inseticidas, com relação à fitotoxidez, são as folhas, sendo observada a necrose no limbo foliar, engruvinhamento das folhas, descoloração e redução no tamanho das mesmas, afetando diretamente a capacidade da planta de realizar fotossíntese.

A fitotoxidez nas plantas de milho exposta à concentração de 10% de extrato de pequi constatada neste trabalho se deve, provavelmente, aos aleloquímicos encontrados na casca do fruto de pequi como taninos, saponinas e flavonoides. Resende *et al.* (2011) comprovaram a presença de flavonoides, taninos e saponinas após análise da composição química da casca de pequi. Segundo Aguiar-Menezes (2005), muitos inseticidas botânicos não causam fitotoxicidade nas plantas quando utilizados nas dosagens recomendadas. Todavia, aqueles inseticidas saponáceos, sulfurosos e os que apresentam sulfato de nicotina em sua constituição podem ser tóxicos a alguns vegetais ornamentais.

Neste trabalho, a fitotoxidez observada nas plantas de milho pode também ter ocorrido devido ao curto intervalo de tempo utilizado entre as aplicações do extrato aquoso de pequi sobre as plantas, resultando em um acúmulo de substâncias tóxicas que, possivelmente, causaram reação nas plantas pulverizadas.

Martins *et al.* (2010) observaram que doses crescentes da casca dos frutos de pequi moída causaram início de fitotoxidez em mudas de bananeira e diminuição na altura destas, provavelmente, devido à presença de taninos e saponinas nessa parte dos frutos do pequizeiro. Ribeiro *et al.* (2012) também observaram sintomas de fitotoxidez em tomateiro, quando exposto a doses crescentes de pó da casca dos frutos de pequi, que foram incorporados ao solo.

Neste trabalho, a infestação das plantas de milho pelas lagartas de *S. frugiperda* foi verificada já na primeira avaliação, que ocorreu três dias após a primeira pulverização dos extratos de pequi. A constatação da infestação das plantas de milho por lagartas de *S. frugiperda* foi feita a partir da injúria provocada

nessa fase do inseto. A intensidade da injúria provocada por esse inseto nessa ocasião esteve restrita às notas 1 e 2, que foram registradas nas plantas das parcelas testemunha e dos tratamentos 0,8% e 2,5%, nas quais foram observadas apenas folhas raspadas superficialmente, indicando, realmente, o início da infestação. A infestação das lagartas começou, claramente, nos três primeiros dias após a pulverização, pois no dia em que foi realizada esta aplicação dos extratos de pequi, as plantas foram vistoriadas quanto à ocorrência de injúrias nas folhas de milho, não sendo constatada a existência delas. A não ocorrência de ataque de *S. frugiperda* antes de ser realizada a pulverização dos extratos de pequi pode estar relacionada, principalmente, aos inseticidas que foram utilizados no tratamento das sementes de milho (residual de 30 dias). Além disso, após o término do período de carência dos inseticidas, dois dias antes da primeira pulverização ocorreram chuvas, o que impediu a realização das pulverizações e, provavelmente também a infestação das plantas pela praga. A ocorrência de chuvas pode ter, inclusive, reduzido a emergência de adultos, devido à redução da temperatura na área experimental. Cruz (1999) comenta que as chuvas podem desalojar as lagartas em cultivos de milho, quando essas estão nos primeiros ínstares e, ainda não entraram no cartucho, sendo facilmente retiradas pela ação mecânica das gotas das chuvas.

Não foi constatado injúrias das lagartas de *S. frugiperda* nas plantas de milho tratadas com a concentração de 5% na primeira avaliação. Provavelmente o extrato da casca de pequi causou repelência nas lagartas não permitindo que estas iniciassem a alimentação raspando o tecido foliar. Outra hipótese para exolocar esse fato é que o extrato da casca de pequi também pode ter causado efeito repelente sobre os adultos de *S. frugiperda* impedindo que as fêmeas colocassem posturas sobre as folhas de milho, em que, após a eclosão dos ovos, as lagartas iniciariam sua alimentação, raspando o tecido foliar, o que não foi constatado. Seis dias após a pulverização (segunda avaliação), foi verificada uma pequena infestação no cartucho. Isso, possivelmente, acontece devido ao surgimento de novos tecidos

foliares. Assim, as lagartas passaram a alimentar-se com partes da planta não protegida acarretando injúrias ao milho. Segundo Viana e Prates (2003), os insetos são capazes de diferenciar partes da planta tratadas e não tratadas com extratos botânicos.

A redução nas injúrias das plantas de milho provocadas pelas lagartas de *S. frugiperda* já foi constatada a partir da segunda avaliação, após a aplicação do extrato de pequi, indicando que todas as concentrações avaliadas provocaram efeito nocivo às lagartas de *S. frugiperda*. Esse efeito pôde ser observado na concentração de 0,8%, quando a aplicação do extrato de pequi impediu, seis dias após da pulverização, que 24,0% das plantas de milho tivessem seus cartuchos completamente danificados (nota 5), como verificados na testemunha (28,0%). A pulverização dos extratos de pequi nas plantas de milho reduziu a ocorrência de plantas danificadas, sendo essa ocorrência maior quanto maior foi a concentração utilizada.

A redução na frequência de danos das lagartas de *S. frugiperda* constatada neste trabalho, nas plantas de milho, quando estas foram pulverizadas com extratos de pequi mais concentrados, provavelmente, está relacionada à maior quantidade de substâncias tóxicas presentes nos mesmos. Segundo Machado *et al.* (2007), existem variações na eficiência de controle de uma praga devido às diferentes concentrações de extratos utilizados sobre os insetos. Esses autores explicam que isso é devido, principalmente, às diferenças nas concentrações do ingrediente ativo, além do baixo efeito residual, quando a concentração do extrato é baixa.

Nas plantas avaliadas neste trabalho foram feitas apenas duas pulverizações dos extratos de pequi e, mesmo assim, foi constatado efeito adverso do inseticida botânico sobre o inseto. Na prática, com certeza, será realizado maior número de aplicações do extrato sobre as plantas de milho, principalmente, em situações em que o ataque da praga é de moderado a severo. A necessidade de maior número de aplicações do inseticida botânico pode ser atribuída ao crescimento dinâmico da

planta, devido ao surgimento de novos tecidos foliares (Viana *et al.*, 2007) e à degradação dos compostos ativos presentes no extrato no ambiente (SCHMUTTERER, 1990). Segundo Aguiar-Menezes (2005), os compostos vegetais são degradados rapidamente pelos fatores ambientais como luz, temperatura, umidade.

É importante ressaltar que o extrato aquoso das cascas dos frutos de pequi deve ser recomendado quando as lagartas estiverem na fase inicial de desenvolvimento e, ainda, não causaram dano econômico à lavoura. De acordo com Viana e Prates (2005), outro aspecto que reforça essa recomendação está relacionado à mortalidade larval, que decresce acentuadamente com as aplicações quando as lagartas estão com mais de oito dias de idade. Quando a aplicação do inseticida botânico é feita no início do ciclo do inseto, além da ação direta dos extratos sobre a fase larval, poderão ainda ocorrer efeitos prejudiciais no desenvolvimento do inseto (MORDUE e NISBET, 2000).

Diante disso, o extrato aquoso das cascas dos frutos de pequi utilizado na concentração de 5,0% tem potencial para o controle de lagarta do cartucho, *S. frugiperda*, no milho. A utilização do extrato da casca dos frutos de pequi para o controle de *S. frugiperda* pode ser bastante interessante, principalmente, para o pequeno produtor, que pode aproveitar esse resíduo que será descartado após retirada do caroço do fruto, no preparo deste inseticida botânico, para aplicação em sua propriedade.

Diante desses resultados, a utilização do extrato aquoso da casca dos frutos de pequi na concentração de 10% não é indicada para ser pulverizada sobre plantas de milho, apesar de, provavelmente, ser tóxica à lagarta do cartucho-do-milho, pois é fitotóxica às plantas dessa cultura. Não foram observados sintomas de fitotoxicidade nas demais concentrações. Isto sugere que os extratos aquosos da casca de pequi nessas concentrações podem ser recomendados para uso no controle

de lagartas de *S. frugiperda*, pelo fato de serem biodegradáveis, apresentar baixo efeito residual e baixo custo de produção.

4.2 Bioatividade do extrato aquoso de pequi à *Spodoptera frugiperda*

Os extratos aquosos das cascas dos frutos de pequi, quando pulverizados sobre as plantas de milho, foram tóxicos às lagartas de *S. frugiperda*, pois causaram elevados percentuais de mortalidade larval e atraso no desenvolvimento desse inseto (Tabelas 1 e 2).

A elevada mortalidade das lagartas de *S. frugiperda* observada neste trabalho pode ter sido ocasionada pela presença de metabólitos secundários presentes nas cascas de pequi. Segundo Taiz e Zeiger (2009), as plantas produzem uma diversidade de compostos químicos derivados de seu metabolismo secundário, que são utilizados na sua defesa. Conforme Rodriguez e Vendramim (1997), esses compostos podem atuar de forma nociva sobre os insetos, afetando sua biologia e aumentando as taxas de mortalidade desses organismos.

Diversos metabólitos secundários já foram identificados na casca de pequi. Perez (2004) identificou esteroides, triterpenos, flavonoides, taninos e saponinas. Neste trabalho, estas substâncias tóxicas presentes no extrato aquoso de pequi, quando pulverizado sobre as plantas de milho podem ter impedido a alimentação do inseto por meio da deterrência alimentar, afetando o desenvolvimento e crescimento do inseto, levando-o à morte. Mordue *et al.* (1998) demonstraram que a deterrência alimentar, associada às alterações no desenvolvimento e ecdise, é a principal causa de mortalidade em insetos polípagos como *S. frugiperda*.

Os produtos inseticidas de origem vegetal podem afetar o inseto após a ingestão e, com isso, inibir algumas das funções vitais, como a reprodução, alimentação, crescimento, estando, entretanto, sempre na dependência da concentração utilizada (ROEL e VENDRAMIM, 1999). Segundo Correia *et al.*

(2009), a toxicidade de um inseticida botânico depende do tempo de alimentação do inseto e da concentração utilizada. Essas substâncias atuam, principalmente, no mesêntero da lagarta, causando degeneração do epitélio e redução das células regenerativas, afetando negativamente o desenvolvimento do inseto e causando a mortalidade.

Neste trabalho, o alongamento da fase larval observado quando *S. frugiperda* se alimentou de folhas de milho pulverizadas com extratos de pequi nas concentrações 5,0% e 10,0% pode estar relacionado à presença de substâncias tóxicas com propriedades de antibiose, que dificulta ou impede a conversão do alimento ingerido em digerido. Resende *et al.* (2011) identificaram a presença de taninos e saponinas na casca do pequi, e de acordo com Schaller (2008), os taninos são conhecidos por causarem redução no crescimento e sobrevivência de insetos. Schoonhoven *et al.* (2005) afirmaram que o efeito dos taninos sobre os insetos se dá em função desses compostos formarem um complexo com as enzimas digestivas presentes no tubo digestivo dos insetos herbívoros e, como consequência, provocarem a redução na eficiência de digestão das proteínas, retardando o crescimento da praga.

A qualidade do alimento na fase larval é muito importante no desenvolvimento do inseto. Como foi observado no presente estudo, a dieta acrescida do extrato aquoso da casca de pequi alterou as características do alimento, impedindo as larvas de se alimentarem normalmente. Isso resulta no alongamento de sua fase larval e, até mesmo, da fase pupal, como foi verificado neste estudo, quando a concentração do extrato não foi suficiente para causar a morte do inseto. Costa, Silva e Fiuza (2004) relataram que algumas espécies de insetos não se alimentam durante a fase adulta ou só se utilizam de recursos alimentares com baixa qualidade nutricional, tornando-se, portanto, dependentes das reservas proteicas acumuladas na fase larval. Assim, larvas que consomem dietas pobres em nutrientes poderão ter sua reprodução na fase adulta prejudicada.

Torres, Barros e Oliveira (2001) ressaltaram que, em condições de campo, o alongamento da fase larval é importante, uma vez que isso acarreta um maior tempo de exposição da praga aos inimigos naturais, bem como um aumento do tempo médio de cada geração, reduzindo o crescimento populacional.

Existem poucos estudos avaliando os efeitos do extrato das cascas dos frutos de pequi sobre insetos-praga. Coitinho *et al.* (2006) avaliaram os efeitos residuais de diversas plantas inclusive de pequi, para o controle de *S. zeamais* em milho armazenado. O óleo de pequi foi eficiente no controle de adultos de *S. zeamais*, mas somente no período inicial de armazenamento do milho. Pereira *et al.* (2009) testaram o óleo essencial do pequi e de outras plantas sobre grãos de feijão-caupi para o controle de *S. zeamais*. Os autores verificaram que todos os óleos essenciais provocaram 100% de mortalidade do inseto e apresentaram eficiência por até 30 dias de armazenamento dos grãos.

O alongamento no período de pupa observado neste trabalho, provavelmente, está relacionado aos efeitos de substâncias tóxicas presentes no extrato da casca do pequi ingerido pelo inseto na fase larval. Acredita-se que as lagartas de *S. frugiperda* tenham consumido menor quantidade de alimento na fase larval levando mais tempo para atingir um tamanho ideal para a espécie e, também, para ter reservas suficientes para realizarem a metamorfose, necessitando, dessa forma, alongar o estágio larval e, conseqüentemente, o pupal. Menor toxicidade de compostos químicos ao estágio de pupa dos insetos já foi constatada por outros autores, sendo, em geral, atribuída ao fato de apresentarem maior tolerância aos compostos químicos do que na fase larval (JBILOU *et al.*, 2006).

Neste trabalho não foi observado efeito do extrato da casca de pequi sobre a mortalidade pupal de *S. frugiperda*. Segundo Rodríguez e Vendramim (1996), a não ocorrência de significativa mortalidade na fase pupal pode ser explicada pelo fato de os efeitos da planta inseticida na sobrevivência dos insetos serem mais

drásticos na fase larval do que na pupal, visto que é a larva que ingere o alimento, contendo as substâncias químicas nocivas.

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que o extrato aquoso da casca de pequi apresentou maior efeito sobre *S. frugiperda* em dieta artificial do que quando foi pulverizado sobre as plantas de milho. As mesmas concentrações utilizadas (2,5%, 5,0% e 10,0%) na dieta artificial causaram 100% de mortalidade das lagartas, enquanto que nos tratamentos contendo folhas de milho pulverizadas a maior porcentagem de mortalidade observada foi de 92,0% (concentração de 10,0%). Isso, possivelmente tenha acontecido devido à interferência dos fatores ambientais presentes no campo, que contribuiram para a degradação dos compostos ativos presentes no extrato aquoso de pequi. Conforme Aguiar-Menezes (2005), os compostos vegetais são degradados rapidamente pelos fatores ambientais como luz, temperatura, umidade e enzimas desintoxicantes. Rodríguez e Vendramim (1995) ressaltam ainda que o fato de serem produtos facilmente degradáveis, após exposição aos raios solares, é também uma desvantagem, pois em termos práticos, sua ação inseticida é rapidamente reduzida em condições de campo.

A vantagem da utilização de resíduos dos frutos de pequi no preparo do extrato aquoso é devido à facilidade em obter as cascas, tendo em vista que no processo de comercialização desse fruto as cascas são desprezadas. Assim, o aproveitamento desses resíduos poderá evitar o descarte das cascas, reduzindo o acúmulo de lixo que ocorre no ambiente na época da safra.

De modo geral, o extrato aquoso da casca dos frutos de pequi afetou negativamente a biologia de *S. frugiperda*, quando foi ingerido associado à dieta artificial ou quando foi pulverizado sobre as folhas de milho, causando redução no consumo alimentar, alongamento dos estágios larval e pupal e elevada mortalidade.

5 CONCLUSÕES

O extrato aquoso da casca do pequi, quando pulverizado sobre plantas de milho, causa elevada mortalidade das lagartas de *S. frugiperda* e afeta seu desenvolvimento.

A concentração 5% do extrato aquoso da casca do pequi é mais efetiva para controlar as lagartas de *S. frugiperda* no campo.

A concentração 10% do extrato aquoso da casca do pequi causa fitotoxicidade às plantas de milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, F. A. *et al.* Avaliação de híbridos experimentais de milho pipoca ao ataque de *Spodoptera frugiperda*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010, Goiânia. **Anais...**Goiânia: 2010. CD-ROM.

AGUIAR-MENEZES, E. de L. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 58 p. (Documentos, 205).

COSTA, E. L. N.; SILVA, R. F. P. da; FIUZA, L. M. Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. **Acta Biológica Leopoldensia**, São Leopoldo, v.26, p.173-185, 2004.

CORREIA, A. A. *et al.* 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.

COITINHO, R. L. B. de C. *et al.* da. Efeito residual de inseticidas naturais no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. em milho armazenado. **Caatinga**, Mossoró, v. 19, p. 183-191, 2006.

CRUZ, I. A lagarta-do-cartucho: enfrente o principal inimigo do milho. **Revista Cultivar**, Pelotas, v.21, p.68, 1999.

EMBRAPA, **Cultivo do milho**, 1999.: Disponível em:
<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_49_168200511159.html>. Acesso em: 13 abr. 2015.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras - MG: UFLA, 2010.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Paleontologia Eletrônica**. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm. Acesso em: 10 jan. 2015

JACOMINE, P. K. T. de. *et al.* **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Norte de Minas Gerais** (área de atuação da SUDENE). Recife: EMBRAPA-SUDENE, 1979. 408p.

JBILOU, R.; ENNABILI, A.; SAYAH, F. Insecticidal activity of four medicinal plant extracts against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **African Journal of Biotechnology**, Pretoria, v. 5, p. 936-940, 2006.

KARLSSON, M. F. **Control de mosca blanca *Aleurotrachelus socialis* Bondar (Hemiptera: Aleyrodidae). Minor Field Studies**. 2005. 130 p. Tese. (Doutorado em entomologia) Universidad Sueca de Agricultura, Suécia, 2005.

MAPA - **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 02 de maio 2015.

MACHADO, L. A.; SILVA, V. B.; OLIVEIRA, M. M. Palestra: Uso de extratos vegetais no controle de pragas em horticultura. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, p. 103-106, 2007.

MARTINS, I. P. S. *et al.* Efeito de doses crescentes de casaca de pequi moída no desenvolvimento de mudas de bananeira em casa de vegetação. In: IV FÓRUM, 2010, Montes Claros. **Resumos...** Montes Claros: Universidade Estadual de Montes Claros, 2010.

MORDUE, A. J. *et al.* Actions of azadirachtin, a plant allelochemical, against insects. **Pesticide Science**, Oxford, v. 54, p. 277-284, 1998.

MORDUE (LUNTZ), A. J.; NISBET, A. J. Azadirachtin from de neem tree *Azadirachta indica*: its actions against insects. **Anais Sociedade Entomológica Brasileira**, Londrina, v. 29, p.615-632. 2000.

PEREZ, E. **Diagnose fitoquímica dos frutos de *Caryocar brasiliense* Camb., Caryocaraceae**. Curitiba: UFPR. 2004. 113 p.

PEREIRA, A. C. R. L. *et al.* da. Influência do período de armazenamento do caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], tratado com óleos essenciais e fixos, no controle de *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, p. 319-325, 2009.

PURCINO, A. A. C. *et al.* **Milho Bt: vantagens para a cadeia produtiva e a viabilidade da coexistência**. 2009. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/grao/15_edicao/grao_em_grao_artigo_01.htm>. Acesso em: 03 abr. 2015.

RESENDE, G. A. A.; TERRONES, M. G. H.; RESENDE, D. M. L. C. Estudo do potencial alelopático do extrato metanólico de raiz e caule de *Caryocar brasiliense* Camb. (Pequi). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, p. 460-472, 2011.

RIBEIRO, H. B. *et al.* Resíduos de frutos de pequi no controle do nematoide das galhas em tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 453-458, 2012.

RODRÍGUEZ, H. C.; VENDRAMIM, J. D. Avaliação da bioatividade de extratos aquosos de Meliaceae sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 72, p. 305-318, 1997.

RODRIGUEZ H. C.; VENDRAMIM, J. D. Toxidad de extractos acuosos de Meliaceae en *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Manejo Integrado del Plagas**, Turrialba, v. 42, p.14-22, 1996.

RODRÍGUEZ, H. C.; VENDRAMIM, J. D. Toxicidad de extractos acuosos de meliáceas en larvas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797). **Avances en La Investigacion**, México, v. 1, p. 61-63, 1995.

ROEL, A. R.; VENDRAMIM, J. D. Desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em genótipos de milho tratados com extrato de acetato de etila de *Trichilia pallida* (Swartz). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, p. 581-586. 1999.

SILVA, A. B.; BESERRA, E. B.; DANTAS, J. P. Utilização de *Metarhizium anisopliae* e extratos vegetais para o controle de *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Revista Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, p.77-85, 2008.

SOUTO, R. F.; RODRIGUES, M. G.; MENEGUCCI, J. L. P. Situação da bananicultura na região norte de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 4, 1998, Campo Grande. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 2001.

SOUZA, M. F. **Atividade inseticida de extratos obtidos a partir do resíduo líquido de *Agave sisalana* Perrine no controle da praga *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho.** 2009. 64 p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, 2009.

SCHALLER, A. Induced plant resistance to herbivory. In: BERNARDS, M.A; BASTRUP-SPOHR, L. **Phenylpropanoid metabolism induced by wounding and insect herbivory.** New York: Springer, 2008.189-208 p.

SCHOONHOVEN, L. M.; LOON, J. J. A.; DICKE, M. **Insect-plant biology.** 2 ed. New York: Oxford. 2005. 421 p.

SCHMUTTERER, H. Potential of azadirachtin-containing pesticides for integrated pest control in developing and industrialized countries. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 35, p. 271-297, 1990.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 820 p.

TORRES, A. L.; BARROS, R.; OLIVEIRA, J. V. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, p. 151- 156, 2001.

VIANA, P. V.; PRATES, H. T. Desenvolvimento e mortalidade larval de *Spodoptera frugiperda* em folhas de milho tratadas com extrato aquoso de folhas de *Azadirachta indica*. **Revista 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, 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. (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, p. 17-25, 2007.