



AMANDA DE OLIVEIRA GRAVENA

EFEITO DO EXTRATO AQUOSO DA SOLANÁCEA
Acnistus arborescens **SOBRE A LAGARTA-DO-**
CARTUCHO DO MILHO

LAVRAS – MG
2020

AMANDA DE OLIVEIRA GRAVENA

**EFEITO DO EXTRATO AQUOSO DA SOLANÁCEA *Acnistus arborescens*
SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO DO MILHO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Geraldo Andrade Carvalho
Orientador

M.Sc. Brenda Carolina Freire
Coorientadora

**LAVRAS – MG
2020**

RESUMO

A lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma das pragas-chave da cultura do milho. Entretanto, é uma espécie polífaga e considerada ameaça constante à produção de outras culturas como soja, algodão e arroz, sendo que os prejuízos causados por este artrópode-praga podem chegar a milhões de dólares ao ano. O método de controle amplamente utilizado contra esta praga é o de uso de inseticidas sintéticos, mas devido ao uso incorreto desta tecnologia, populações resistentes a diversos produtos químicos já foram identificadas. Logo, preconiza-se a busca de outros métodos de controle que possam ser aplicados em programas de manejo integrado dessa praga. Um dos métodos alternativos de controle é a utilização de extratos vegetais com potencial bioativo sobre a praga. O objetivo deste trabalho foi avaliar a bioatividade de extratos aquosos de *Acnistus arborescens* (L.) Schltidl (Solanaceae) via ingestão e aplicação tópica sobre a lagarta-do-cartucho do milho. Foram utilizados seis tratamentos para cada tipo de exposição (tópica e ingestão), sendo eles: extrato aquoso de *A. arborescens* nas concentrações de 5, 10, 15 e 20%; Azamax® na máxima concentração recomendada (500 mL p.c./100L água) como controle positivo e água destilada como controle negativo. Em cada tratamento foram realizadas 6 repetições com 12 sub-repetições, sendo cada uma formada por uma lagarta com 72 horas de idade. Ocorreu redução no peso das lagartas submetidas a todas as concentrações de extrato aquoso de *A. arborescens* em teste de ingestão. Novos testes e com diferentes parâmetros e formas de preparo do extrato vegetal devem ser realizados visando avaliar mais parâmetros biológicos da praga.

Palavras-chave: *Spodoptera frugiperda*. Extrato de plantas. Manejo integrado de pragas. Milho. Bioinseticida.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 OBJETIVO GERAL	7
2.1 Objetivos específicos	7
3 HIPÓTESES	7
4 REFERENCIAL TEÓRICO	8
4.1 A cultura do milho	8
4.2 Controle da <i>S. frugiperda</i> na cultura do milho	10
4.3 Uso de extratos de plantas no controle de lagartas do gênero <i>Spodoptera</i>	12
4.4 <i>Acnistus arborescens</i>	13
5 MATERIAL E MÉTODOS	14
5.1 Criação e manutenção de <i>S. frugiperda</i> em laboratório	14
5.2 Coleta do material botânico e preparo do extrato aquoso	14
5.4 Bioensaios	15
5.4 Análises estatísticas	16
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
7 CONCLUSÃO	20
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
9 REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

Os cereais têm grande importância na nutrição humana, sendo os mais cultivados mundialmente o milho, o arroz e o trigo. Combinados, rendem uma colheita de 2,5 bilhões de toneladas anualmente (REEVES et al., 2016). O milho destaca-se como o mais energético entre eles, contendo cerca de 72% de amido, 10% de proteína e 4% de gordura, fornecendo uma densidade energética de 365 kcal/100 g (NUSS, 2010). Além de compor a dieta humana, o milho é utilizado para alimentação animal e matéria prima para produção de biocombustível (SHIFERAW et al., 2011).

Pequenas espigas de milho e pólen fossilizados, com cerca de 5.000 anos, encontradas em cavernas do México, levaram os pesquisadores a considerarem que o milho foi uma das primeiras plantas domesticadas pela humanidade (FLANNERY; PIPERNO, 2001). É cultivado atualmente nos continentes americano, europeu, africano e asiático, tendo como os três maiores países produtores os Estados Unidos, a China e o Brasil (OECD/FAO, 2018). No Brasil, a estimativa de produção nacional das três safras na temporada 2019/20 é de 100,6 milhões de toneladas (CONAB, 2020).

Com a alta demanda de produção do milho, melhorias em seu manejo são necessárias para reduzir perdas na produção. Dentre os fatores bióticos que levam a perdas econômicas estão os insetos-praga, tendo destaque a *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), conhecida como lagarta-do-cartucho, um lepidóptero polífago nativo das Américas, sendo praga chave do milho no Brasil, pois causa grandes perdas econômicas (BARROS et al., 2010; CRUZ, 1995).

O controle deste inseto no Brasil é feito principalmente pelo uso de inseticidas químicos sintéticos e cultivares modificadas geneticamente. Estes métodos, porém, se tornaram menos eficientes devido ao uso inadequado, propiciando a seleção de populações resistentes desse noctuídeo. Aliado a isto, plantios contínuos e a

abundância de hospedeiros alternativos contribuem para o crescimento populacional dessa praga e conseqüentemente maiores danos são observados (FARIAS et al., 2014; OMOTO et al., 2016).

O uso de inseticidas sintéticos em altas doses (acima do recomendado) visando o melhor controle de *S. frugiperda* tem colaborado para maior contaminação do ambiente e morte de organismos não-alvo (KEBEDE; SHIMALIS, 2019). A busca por novas alternativas de manejo dessa praga se faz necessária, dentre elas, agentes biológicos (DALVI et al., 2011), como nematoides entomopatogênicos (GREWAL et al., 2005), sistemas de produção consorciados (COOK et al., 2007) e pesticidas botânicos (COOK et al., 2004). Os compostos botânicos podem funcionar de forma a repelir os insetos da lavoura e são, geralmente, menos nocivos ao ambiente, causando menos desequilíbrios biológicos (KHAN et al., 2010; TANYI et al., 2020).

Levando-se em consideração a importância de novas descobertas quanto ao controle desse inseto-praga e a possibilidade de desenvolver bioinseticidas por meio de extratos botânicos, o objetivo do presente trabalho foi analisar os efeitos de diferentes concentrações do extrato aquoso da solanácea *Acnistus arborescens* (L.) Schlecht. em aplicação tópica e por meio de ingestão sobre a lagarta-do-cartucho do milho.

2 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito do extrato aquoso de *A. arborescens* via ingestão e aplicação tópica para a lagarta-do-cartucho.

2.1 Objetivos específicos

- a) Avaliar o efeito do extrato aquoso de *A. arborescens* para a lagarta-do-cartucho via ingestão em diferentes concentrações.
- b) Avaliar a toxicidade do extrato aquoso de *A. arborescens* para a lagarta-do-cartucho via aplicação tópica em diferentes concentrações.

3 HIPÓTESES

- a) o extrato aquoso de *A. arborescens* se mostra tóxico quando aplicado sobre as lagartas de 72h, pois interfere na sua sobrevivência.
- b) o extrato aquoso de *A. arborescens* tem efeito na mortalidade de lagartas de 72h quando ingerido por meio incorporação na dieta.
- c) o peso das lagartas é reduzido quando alimentadas com dieta contendo extrato aquoso de *A. arborescens*.
- d) aplicação tópica de extrato de *A. arborescens* interfere no ganho de peso de lagartas de 72h.
- e) diferentes concentrações do extrato aquoso de *A. arborescens* alteram a resposta quanto ao peso e mortalidade de lagartas.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 A cultura do milho

Há centenas de anos, a humanidade tem cultivado o milho. Iniciou-se na América e posteriormente foi explorado pelos europeus desde a chegada de Colombo em 1492. Os ameríndios (povos nativos do Continente Americano) já cultivavam o milho de norte a sul do continente, e, portanto, em diferentes climas, desde regiões temperadas a regiões tropicais (STALLER et al., 2006). Essa expansão foi possível graças à adaptabilidade e a capacidade de reprodução do milho em diferentes condições ambientais, além da seleção de cultivares e melhoramento genético da planta (MATSUOKA et al., 2002).

Dentre as diversas plantas domesticadas pelo ser humano, o milho é a de origem e evolução mais enigmáticas. Isto porque a maior parte das plantas se distingue dos progenitores através de diferenças quantitativas simples, mas o milho não possui equivalentes morfológicos. Porém, foi comprovado que alguns tipos de poáceas como *Ethwlaena mexicana* Schrad. e o milho, *Zea mays* subsp. *mays* podem ser facilmente cruzados e originar híbridos férteis (ANDERSON; DE VICENTE, 2010; COLLINS, 1919; OECD, 2003).

O milho é um dos cereais mais importantes na alimentação humana e animal e é utilizado no mercado agrícola de produtos não alimentícios, como biocombustíveis. Dentre os continentes produtores, as Américas, junto ao sul e leste da Ásia, detêm 28% da produção global de cereais, e particularmente 52% da produção global do milho. Prevê-se que a produção de milho atinja 8 toneladas por hectare na Europa Ocidental até o ano de 2027; 8,6 toneladas por hectare nas Américas e 2,5 toneladas por hectare na África Subsaariana (toda a região do continente africano situada ao sul do Deserto do Saara) (OECD/FAO, 2018).

O Brasil está entre os três maiores produtores mundiais, logo após os Estados Unidos e China. Em território nacional ele é produzido em três safras diferentes, e ocupa maiores áreas de plantio a cada temporada. A primeira safra da temporada 2019/20 teve uma área cultivada de milho de 4,22 milhões de hectares, acarretando um aumento de área cultivada de 2,9% maior que a da temporada 2018/19. Totalizando as três safras e suas variantes, a estimativa de produção para a temporada de 2019/20 foi de 102,3 milhões de toneladas (CONAB, 2020).

Apesar de amplamente cultivado, a cultura do milho é alvo de muitos artrópodes-praga que afetam o desenvolvimento, a qualidade e a produtividade da cultura. Dentre elas destacam-se a lagarta-elasma, *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae) (VIANA, 2011), o percevejo castanho, *Scaptocoris castanea* (Petty, 1833) (Hemiptera: Cydnidae: Scaptocoris) (NARDI, 2005), a cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Stal, 1854) (Homoptera: Cercopidae) (SUJII, 2002), a broca-da-cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) (WAQUIL, 2001) e a lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda* (BARROS, 2012).

A *S. frugiperda* é um inseto nativo das Américas e amplamente distribuído no continente, porém também foi detectado pela primeira vez na África Ocidental e na África central em 2016, onde a produção de milho tem crescido na última década. Nas Américas, pesquisadores e governos têm buscado medidas de controle populacional desta lagarta, a fim de reduzir as perdas de produção que ela causa (FAO, 2017). É considerada uma praga chave da cultura do milho no Brasil (CRUZ, 1995; BARROS et al., 2007), e por ser um inseto polífago, causa injúrias a diversas culturas, dentre elas o algodoeiro (MEAGHER; NAGOSHI, 2008), o amendoim (ALMEIDA; ISIDRO; PEREIRA, 1997) e o arroz (BUSATO et al., 2002).

A lagarta-do-cartucho tem este nome por ter preferência de se alimentar dos cartuchos de plantas de milho jovens, porém pode se alimentar em qualquer fase de desenvolvimento da planta. Causa danos que variam de acordo com a fase de

desenvolvimento da planta, da cultivar, do local de cultivo e das práticas agronômicas adotadas (CRUZ, 1995).

4.2 Controle da *S. frugiperda* na cultura do milho

Dentre os inúmeros métodos de controle populacional de *S. frugiperda*, destaca-se o controle químico, ou seja, a aplicação de inseticidas. Entretanto, o uso excessivo de pesticidas sintéticos traz malefícios ao ambiente, como por exemplo a contaminação do solo, da água, do ar, além de intoxicar animais e organismos não-alvos, como os inimigos naturais e polinizadores (ARIAS-ESTÉVEZ et al., 2008; OMOTO, 2000). Além disso, ao longo do tempo, o uso frequente e a alta concentração de um mesmo ingrediente ativo, combinados à alta adaptabilidade da *S. frugiperda*, levam a uma resistência de populações do inseto através da pressão de seleção (JOHNSON et al., 1997).

Foi registrada pela primeira vez por Young e Mcmillian (1979), a resistência da lagarta-do-cartucho aos inseticidas à base do grupo químico dos carbamatos, em uma população coletada em uma plantação de milho na cidade de Tifton, na Georgia (EUA). No Brasil foi registrada a resistência ao Spinosad®, um inseticida de modo de ação único (modulador de receptores nicotínicos de acetilcolina alostéricos), frequentemente usado no controle desta praga (DOURADO, 2009). Tais resultados mostram que a utilização exclusiva e excessiva do método químico é ineficaz a longo prazo.

É importante a busca e utilização de novos métodos de controle eficientes para este inseto-praga. Um deles se baseia na manipulação e modificação genética de plantas, possível graças aos avanços e pesquisas na engenharia genética e na biotecnologia ao longo dos anos (MARTINELLI; OMOTO, 2005).

A partir destas pesquisas, desenvolveu-se então a tecnologia Bt, onde foi inserido um ou mais genes da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt) na planta. Os genes

desta bactéria produzem em suas células proteínas tóxicas a diversas pragas, inclusive à lagarta-do-cartucho. O milho Bt é utilizado comercialmente no Brasil desde a safra de 2008/09 (LEITE et al., 2011). Apesar de largamente utilizada, observou-se em diferentes locais do mundo indícios de resistência do inseto devido à pressão de seleção, fator que apresenta grande ameaça à durabilidade da tecnologia (HUANG et al., 2014). Em Porto Rico, por exemplo, em 2006, foi reportada possível perda de sensibilidade da *S. frugiperda* ao milho TC1507, e posteriormente confirmada em 2010 (STORER et al., 2012).

Outro método que vem crescendo para o controle de *S. frugiperda* é o biológico por meio do *Trichoderma atroviride* (Karsten, 1892) (Hypocreales: Hypocreaceae), um fungo associado às raízes do milho que pode aumentar a taxa de parasitismo do *Campoletis sonorensis* (Cameron, 1886) (Hymenoptera: Ichneumonidae), inimigo natural da *S. frugiperda* (COMTRERAS-CORNEJO et al., 2018); além disso, a combinação de entomopatógenos com alguns inseticidas seletivos, pode levar a um retardo na adaptabilidade do inseto ao ingrediente ativo utilizado (JOHNSON et al., 1997; NEGRISOLI et al., 2010). E a utilização de *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae), predador da lagarta-do-cartucho do milho, conhecido pelo nome comum de tesourinha (PASINI et al. 2007).

Um método promissor é o uso de pesticidas naturais obtidos através de extratos de plantas, óleos essenciais e óleos vegetais, que geralmente são menos tóxicos a espécies não-alvo e mais biodegradáveis (ISMAN, 2005). Estes extratos têm mostrado que a ação de seus metabólitos secundários sobre insetos-alvo podem causar efeitos letais e/ou subletais e são capazes de agir em harmonia com outros métodos de controle, sendo assim um grande componente para o manejo integrado de pragas (NAVARRO-SILVA et al., 2009).

Tais extratos os podem apresentar compostos químicos com potencial inseticida, como piretrinas e azadiractina (MORGAN, 2009). Por isso, tem sido cada vez mais frequente o aperfeiçoamento das tecnologias de pesquisas moleculares sobre

esses extratos para desta forma contribuir na melhoria das práticas agronômicas e assim, aumentar a produtividade das cultivares (MARTINEZ, 2002).

4.3 Uso de extratos de plantas no controle de lagartas do gênero *Spodoptera*

As plantas produzem metabólitos secundários, dentre eles alcalóides, glicoalcalóides, terpenóides, ácidos orgânicos e álcoois, que podem causar efeitos letal e/ou subletais sobre insetos-praga (CHOWANSKI et al., 2016). Várias famílias de plantas vêm sendo estudadas quanto à possibilidade de utilização para o controle de insetos-praga, sendo as principais Anonaceae, Meliaceae e Solanaceae (CASTILLO-SÁNCHEZ et al., 2010). Os primeiros inseticidas botânicos são de origem da planta de fumo, *Nicotiana tabacum*, de onde se extraiu a nicotina; da planta de crisântemo *Chrysanthemum cinerariaefolium*, de onde se extraiu a piretrina; da planta de sabadilla, *Schoenocaulon officinale*, de onde se extraiu a sabadina e outros alcaloides, e da planta mata-calado, *Ryania speciosa*, de onde se extraiu a rianodina (LAGUNES; RODRÍGUEZ, 1992).

Diversas pesquisas têm mostrado o efeito de extrato de plantas sobre a *S. frugiperda*. A incorporação em dieta do extrato aquoso da *Azadirachta indica* A. Juss (Solanaceae) e extrato etanólico de bico-de-papagaio, *Euphorbia pulcherrima* (Euphorbiaceae) causam mortalidade de *S. frugiperda* (ALMEIDA et al., 2017; PRATES; VIANA, 2006). Além disto, compostos das cascas do caule de *Duguetia lanceolata* (Anonaceae) apresentaram bioatividade para *S. frugiperda*, devido à ação da substância o 2,4,5-trimetoxiestireno (ALVES, 2014) e extratos aquosos de folhas e casca de *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae) na biologia de *S. frugiperda*, que reduziram de forma significativa a ingestão de alimentos, fezes e peso larval. (SÂMIA et al., 2016).

Uma pesquisa mais recente, realizada por Bateman et al. (2018) teve o objetivo de controlar a lagarta-do-cartucho no continente africano. Foram feitas avaliações de pesticidas e biopesticidas registrados em 30 países. Identificou-se no momento do estudo 54 biopesticidas registrados em um ou mais países para o controle de *S. frugiperda* ou outros insetos da ordem Lepidoptera. As listas nacionais de pesticidas são renovadas e atualizadas regularmente, e as recomendações devem seguir as mais atuais. O relatório gerado forneceu informações aos pequenos agricultores na África quanto ao uso dos produtos, com riscos, efeitos e características dos ingredientes ativos.

4.4 *Acnistus arborescens*

A *A. arborescens* é nativa da América Central e América do Sul, entre o nível do mar e dois mil metros de altitude. No Brasil é distribuída pelas regiões nordeste (Ceará e Pernambuco), sudeste (Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo) e sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) (DE-LA-CRUZ, 2007; HUNZIKER, 2001). Seus exemplares são encontrados nas clareiras e bordas das florestas, pois é uma planta heliófita. Eles possuem porte arbustivo e podem atingir de dois a seis metros de altura. Seus frutos, carnosos e doces, fazem parte da dieta de muitos pássaros e outros animais frutívoros (BRANDÃO et al., 2002; HUNZIKER, 2001).

Devido aos animais que a consomem e aos locais da qual é nativa, é conhecida popularmente como fruta-de-sabiá, e é utilizada e estudada principalmente para fins medicinais devido à produção de vitanolídeo, um metabólito com potencial anti-inflamatório e imunossupressor (SILVEIRA; PESSOA, 2005; MINGUZZI et al., 2011). Além disso, pertence à família Solanaceae que possui entre 2.500 e 3.000 espécies, estando elas distribuídas em 96 gêneros. As plantas desta família encontram-se principalmente em regiões tropicais e subtropicais e são famosas por sua capacidade de produzir diversos bioativos, alguns com potencial defensivo a patógenos de espécies vegetais (D'ARCY, 1991; KIM et al., 2016), o que torna a espécie foco de estudos quanto ao potencial bioinseticida.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Criação e manutenção de *S. frugiperda* em laboratório

As lagartas foram alimentadas com dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja, germe de trigo, farelo de soja e caseína, proposta por Greene et al. (1976) e mantidas em copos plásticos com capacidade de 50 mL até atingirem o estágio de pupa. As pupas e adultos foram mantidas em gaiolas de tubo de PVC (20 cm de diâmetro e 20 cm de altura). Os adultos foram alimentados com mel a 10% (p/v) embebido em algodão.

Os ovos coletados na gaiola de adultos foram acondicionados em placas de Petri (15 cm de diâmetro) contendo pedaços de dieta para a alimentação das lagartas recém-ecloídas. Após a eclosão, as lagartas foram distribuídas nos copos plásticos e o processo se iniciou novamente. A criação foi mantida em condições laboratoriais de temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR $60\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

5.2 Coleta do material botânico e preparo do extrato aquoso

As folhas da espécie *A. arborescens* foram coletadas de plantas localizadas no município de Lavras, Minas Gerais (estrada do Madeira), no dia 6 de junho de 2017. Posteriormente, as folhas foram secas em estufas com circulação forçada de ar por um período de aproximadamente 48h, condicionadas durante as primeiras 24h à temperatura de 50°C e posteriormente a 35°C . Após completamente secas, as folhas foram trituradas em um liquidificador até a obtenção de um pó fino. O pó foi armazenado em recipiente de vidro fechado e revestido com papel alumínio. O material foi mantido em local escuro e em temperatura ambiente ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$).

Para o preparo do extrato aquoso, o pó foi misturado à água destilada nas concentrações de 5, 10, 15 e 20%. As misturas ficaram reservadas em local escuro e em condições laboratoriais durante 24h sob condições de temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ e UR $60\pm 10\%$. Posteriormente, foram filtradas em tecido *voil*, obtendo-se os produtos para os testes.

5.4 Bioensaios

Os bioensaios foram realizados e mantidos em condições laboratoriais com temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR $60\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado.

5.4.1 Aplicação tópica do extrato aquoso de *A. arborescens* em *S. frugiperda*

Para avaliar a toxicidade tópica do extrato aquoso de *A. arborescens* sobre *S. frugiperda*, foram utilizados seis tratamentos, sendo eles: extrato aquoso de *A. arborescens* nas concentrações de 5, 10, 15 e 20%; o inseticida Azamax® na máxima concentração recomendada (500 mL p.c./100L água) como controle positivo e água destilada como controle negativo.

Em cada tratamento foram realizadas 6 repetições com 12 sub-repetições, sendo cada uma composta por uma lagarta com 72 horas de idade, totalizando 72 lagartas por tratamento. A idade das lagartas foi escolhida em função da maior susceptibilidade de insetos aos bioativos de plantas em seus estágios iniciais de vida.

A aplicação dos tratamentos foi feita manualmente com auxílio um borrifador. Pulverização: 2 mL sobre cada repetição. Cada uma das lagartas foi pulverizada e posteriormente acondicionadas individualmente em um tubo de vidro (8 cm x 1,5 cm) contendo um pedaço de 2 cm³ de dieta artificial. Foi avaliado a mortalidade e peso das lagartas após 7 dias da montagem do experimento.

5.3.3 Bioatividade via ingestão do extrato aquoso de *A. arborescens* em lagartas de *S. frugiperda*

Para avaliar a toxicidade via ingestão do extrato aquoso de *A. arborescens* para *S. frugiperda*, foram utilizados seis tratamentos, sendo eles: extrato aquoso de *A. arborescens* nas concentrações de 5, 10, 15 e 20%; o inseticida Azamax[®] na máxima concentração recomendada como controle positivo e água destilada como controle negativo. Em cada tratamento foram realizadas 6 repetições com 12 sub-repetições, sendo cada uma composta por uma lagarta com 72 horas de idade.

A incorporação dos extratos aquosos foi feita nas proporções de 5, 10, 15 e 20% de extrato aquoso de *A. arborescens* para 95, 90, 85 e 80% de dieta e ocorreu ao fim do preparo da dieta em temperatura inferior a 50°C, a fim de se evitar a degradação de compostos termosensíveis. Posteriormente, cada lagarta ficou acondicionada em um tubo de vidro (8 cm x 1,5 cm) com um pedaço de 2 cm³ de dieta tratada. Avaliou-se a mortalidade e peso das lagartas após 7 dias da montagem do experimento.

5.4 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis para verificação de normalidade e, em seguida, analisados por meio de modelo linear generalizado com distribuição Binomial ou Gamma, seguido por teste de Tukey para comparação das médias dos tratamentos. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software estatístico RStudio, versão 3.5.2 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2018).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que apenas o tratamento Azamax[®] causou mortalidade e reduziu o ganho de peso das lagartas submetidas à aplicação tópica (Tabela 1).

Tabela 1- Médias (\pm erro padrão) de mortalidade (%) e do peso (mg) de *Spodoptera frugiperda* após 7 dias da aplicação tópica de extratos aquosos de *Acnistus arborescens* nas concentrações 5, 10, 15 e 20%.

Tratamento	Mortalidade (%) ¹	Peso (mg) ²
<i>Acnistus arborescens</i>	5%	6,94 \pm 3,02 b
	10%	5,55 \pm 2,72 b
	15%	15,28 \pm 4,27 b
	20%	13,89 \pm 1,39 b
Controle negativo (água destilada)	2,78 \pm 1,95 b	61,40 \pm 4,60 a
Controle positivo (Azamax®1,2 EC)	58,67 \pm 5,72 a	13,70 \pm 2,66 b
		F= 26,38
		p<0,0001

^{1,2}Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, indicam diferença significativa entre os tratamentos (GLM com distribuição binomial seguido por teste de Tukey $p<0,05$).

Quanto ao meio de entrega por aplicação em dieta, o extrato de *A. arborescens* em todas concentrações, observou-se redução no peso das lagartas (Tabela 2). O tratamento Azamax® apresentou maior taxa de mortalidade e menor peso das lagartas que se alimentaram de dieta contaminada.

Tabela 2 - Médias (\pm erro padrão) da mortalidade (%) e do peso (mg) de *Spodoptera frugiperda* após 7 dias da alimentação em dieta artificial com extratos aquosos de *Acnistus arborescens* nas concentrações 5, 10, 15 e 20%.

Tratamento	Mortalidade (%) ¹	Peso (mg) ²
<i>Acnistus arborescens</i>	5%	11,11 \pm 3,73 b
	10%	4,17 \pm 2,37 b
	15%	1,39 \pm 1,39 b
	20%	9,72 \pm 3,52 b
Controle negativo (água destilada)	12,00 \pm 3,77 b	71,80 \pm 4,89 a
Controle positivo (Azamax®1,2 EC)	80,56 \pm 4,69 a	1,27 \pm 0,15 c
		Chisq= 92,90
		p<0,0001

^{1,2} Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, indicam diferença significativa entre os tratamentos (GLM com distribuição binomial seguido por teste de Tukey $p<0,05$).

Os testes realizados no presente experimento apresentaram diferentes resultados em função do tipo de exposição das lagartas aos tratamentos avaliados. Os extratos aquosos de *A. arborescens* demonstraram possuir metabólitos secundários que afetaram a *S. frugiperda* via ingestão, pois houve redução no peso das lagartas (Tabela 2). Os componentes bioquímicos da planta podem afetar o funcionamento do metabolismo e o desenvolvimento das lagartas, apresentando maior índice de mortalidade via ingestão.

Os resultados observados assemelham-se aos de Viana et al. (2006), os quais demonstraram que o extrato aquoso de folhas de nim, *A. indica* quando em aplicação tópica sobre lagartas de *S. frugiperda* não interferiu em seu desenvolvimento e em sua sobrevivência, porém a ingestão de folhas de milho tratadas com o produto nas concentrações de 54 g/L e 150 g/L, causou 79,4% e 100% de mortalidade, diferente deste trabalho e redução do peso das lagartas, assim como neste trabalho.

Outros experimentos devem ser realizados a fim de analisar o perfil químico do extrato da planta e identificar seus componentes químicos majoritários/bioativos e de possível utilização para o desenvolvimento de bioinseticidas. Uma das possíveis maneiras de efetuarlos é através da técnica de ressonância magnética nuclear de hidrogênio (RMN de ^1H), como foi feito por Alves (2014), onde avaliaram onze espécies de anonáceas. A fração e a espécie mais eficientes sobre a lagarta-do-cartucho foi a de cascas do caule de *D. lanceolata*. Através dessa técnica, foi possível observar que a substância responsável pela atividade toxicológica do extrato foi o 2,4,5-trimetoxiestireno.

Outra técnica que pode ser utilizada é a de análise de fracionamento biomonitorado. Foi utilizada por Lima (2017), que constatou que dentre os extratos etanólicos de diferentes partes de 25 espécies vegetais distintas, os que foram feitos a partir das folhas de *A. arborescens* e de *Daruira stramonium* se mostraram os mais promissores no controle de lagartas de *S. frugiperda*. Nos testes realizados, as dietas ofertadas às lagartas foram tratadas com os extratos e expostas às lagartas durante sete

dias. Concluiu-se que o diclorometano foi o composto químico mais ativo, com potencial para causar efeitos subletais. Diferentes concentrações deste composto inibiram o ganho do peso dos insetos, prolongaram a fase larval, causaram mortalidade, deformidade e redução de peso das pupas de *S. frugiperda*.

Diversas pesquisas têm mostrado o efeito de extrato de plantas sobre o desenvolvimento e reprodução de *S. frugiperda*, Viana e Prates (PRATES; VIANA, 2006) analisaram o efeito do extrato aquoso de folhas de nim (*Azadirachta indica*) sobre o desenvolvimento de lagartas de *S. frugiperda*. Os extratos na concentração de 10 mg.mL⁻¹ foram pulverizados sobre as lagartas (efeito de contato) e sobre folhas de milho (efeito da ingestão). Foi observado que aplicação direta no inseto não apresentou grandes efeitos, porém quando ingeriram folhas de milho tratadas, verificou-se alto índice de mortalidade. As concentrações de 54 g/L e 150 g/L causaram 79,4% e 100% de mortalidade e prejudicaram o desenvolvimento das lagartas sobreviventes, que tiveram a sua biomassa reduzida em 200,0 mg se comparadas às lagartas testemunhas que possuíam, ao final da avaliação, uma biomassa de 246,0 mg.

Rossi et al. (2012) incorporaram diferentes concentrações (0%, 1%, 2,5%, 5% e 10% p/v) do extrato de mamona (*Ricinus communis* L.) em dieta artificial oferecida para lagartas de *S. frugiperda*. Observaram que a dieta com maior concentração do extrato causou maiores efeitos, ao alterar índices nutricionais, tempo de desenvolvimento e mortalidade de 90% das lagartas ao final do experimento. O tempo de desenvolvimento até alcançar o peso máximo foi de cerca de 27 dias, enquanto as lagartas do tratamento controle levaram cerca de 12 dias. Além disto, o peso máximo das lagartas do tratamento a 10% foi de cerca de 144 mg, enquanto no controle foi de cerca de 532 mg. Concluíram que inibidores de tripsina em folhas de mamona apresentam potencial para controle desse noctuídeo.

Os efeitos via ingestão de extratos metanólicos de folhas, cascas, sementes e polpas de frutos de *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae) foram avaliados sobre a *S. frugiperda*. Os extratos foram adicionados à dieta artificial nas concentrações de 300,

600 e 1.000 µg/mL e ofertados às lagartas de segundo ínstar. Foi observado que houve redução da sobrevivência, aumento no tempo de desenvolvimento larval, diminuição do peso da pupa, aumento da duração da fase pupal e redução da sobrevivência do estágio de pupa. Os ovos se tornaram menos viáveis quando tratados com extratos de folhas e cascas de frutos e apresentaram anormalidades na aerópila e na micrópila. Além disto, os extratos também aumentaram a excreção de proteínas nas fezes dos insetos e causaram inibição da tripsina (ALVES et al., 2012).

Com o objetivo de explorar a biodiversidade brasileira e novas alternativas para controlar oomicetos fitopatógenos, Corrêa (2018) relatou pela primeira vez, a atividade biológica do composto 7β-acetoxivitanolido D isolado de *A. arborescens* e seu potencial defensivo contra o oomiceto *Phytophthora cinnamomi*. Verificou que este composto apresentou potencial atividade antioomiceta. Testes futuros quanto à toxicidade do composto e possíveis efeitos sobre o ambiente são necessários segundo o pesquisador. Tais resultados demonstram que a *A. arborescens* possui potencial agrônômico a ser estudado, pois apresenta possíveis efeitos bioativos não apenas sobre a *S. frugiperda*, mas também do *P. cinnamomi*, fitopatógeno que causa perdas significativas na agricultura.

7 CONCLUSÃO

O extrato aquoso de *A. arborescens* em todas concentrações testadas reduz ganho de peso das lagartas de *S. frugiperda* via ingestão.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados, observa-se o potencial bioativo do extrato aquoso da *A. arborescens* sobre a *S. frugiperda* via ingestão. Desta forma, outras pesquisas devem ser realizadas com o objetivo de analisar a composição química do extrato de *A. arborescens* para identificar o composto que pode estar interferindo no ganho de peso das lagartas.

9 REFERÊNCIAS

- ALVES, D. S.; CARVALHO, G. A.; OLIVEIRA, D. F.; SÂMIA, R. R.; VILLAS-BOAS, M. A.; CÔRREA, A. D. Toxicity of copaiba extracts to armyworm (*Spodoptera frugiperda*). **African Journal of Biotechnology**, v. 11, n. 24, p. 6578-6591, 2012.
- ALVES, D. S. et al. Seleção de Anonáceas para o Controle de *Spodoptera frugiperda* e Análise Exploratória do Perfil Metabólito da *Duguetia lanceolata*. Lavras: Tese (Doutorado), UFLA - Universidade Federal de Lavras, 262 p., 21 de fev. 2014.
- ALVES, L. F. A.; MARTINS, C. C.; MAMPRIM, A. P.; BOTTON, M. Azadirachtin on *Oligonychus yothersi* in yerba mate *Ilex paraguariensis*. **Ciência Rural**, v. 46, n. 10, p. 1777-1782, 2016.
- AMARAL, K. D.; GANDRA, L. C.; DE OLIVEIRA, M. A.; DE SOUZA, D. J.; DELLA LUCIA, T. M. Effect of azadirachtin on mortality and immune response of leaf-cutting ants. **Ecotoxicology**, v. 28, n. 10, p. 1190-1197, 2019.
- ANDERSSON, S. M.; de VICENTE, M. C. **Gene flow between crops and their wild relatives**. JHU Press, 2010.
- ARIAS-ESTÉVEZ, M.; LÓPEZ-PERIAGO, E.; MARTÍNEZ-CARBALLO, E.; SIMAL-GÁNDARA, J.; MEJUTO, J. C.; GARCÍA-RÍO, L. The mobility and degradation of pesticides in soils and the pollution of groundwater resources. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 123, n. 4, p. 247-260, 2008.
- BARROS, R. G.; ALBERNAZ, K. C.; TAKATSUKA, F. S.; CZEPAK, C.; FERNANDES, P. M.; TOFOLI, G. R. Eficiência de inseticidas no controle de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 3, p. 179-182, 2005.
- BARROS, R. Pragas do milho. **Tecnologia de produção: soja e milho**, v. 2012, p. 275-296, 2011.

BATEMAN, M. L.; DAY, R. K.; LUKE, B.; EDGINGTON, S.; KUHLMANN, U.; COCK, M. J. Assessment of potential biopesticide options for managing fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Africa. **Journal of applied entomology**, v. 142, n. 9, p. 805-819, 2018.

BOTTON, M.; BERNARDI, D.; EFROM, C. F. S.; BARONIO, C. A. Eficiência de inseticidas no controle de *Eurhizococcus brasiliensis* (Hemiptera: Margarodidae) na cultura da videira. **Bioassay**, v. 8, 2013.

BRANDÃO, M.; LACA-BUENDÍA, J. P.; MACEDO, J. F. Árvores nativas e exóticas do Revista Agrarian. **EPAMIG**, 528p., 2002.

BUSATO, G. R.; GRÜTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; GIOLO, F. P.; MARTINS, A. F. Consumo e utilização de alimento por *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) originária de diferentes regiões do Rio Grande do Sul, das culturas do milho e do arroz irrigado. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 4, p. 525-529, 2002. BUTTERWORTH, J. H. **Isolation of a substance that suppresses feeding in locusts**. Chem Commun: p. 23–24, 1968.

CASTILLO-SÁNCHEZ, L. E.; JIMÉNEZ-OSORNIO, J. J.; DELGADO-HERRERA, M. A. Secondary metabolites of the Annonaceae, Solanaceae and Meliaceae families used as biological control of insects. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 12, n. 3, p. 445-462, 2010.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, Brasil, v. 7, n. 8, p. 39-46, maio 2020. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 17 mai. 2020.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, Brasil, v. 7, n. 10, p. 13, julho 2020. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 29 julho 2020.

CONTRERAS-CORNEJO, H. A.; DEL-VAL, E.; MACÍAS-RODRÍGUEZ, L.; ALARCÓN, A.; GONZÁLEZ-ESQUIVEL, C. E.; LARSEN, J. *Trichoderma atroviride*, a maize root associated fungus, increases the parasitism rate of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* by its natural enemy *Campoletis sonorensis*. In: **Soil Biology and Biochemistry**, v. 122, p. 196-202, 2018.

COOK, D. R.; LEONARD, B. R.; GORE, J. Field and laboratory performance of novel insecticides against armyworms (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomologist**, v. 87, n. 4, p. 433-439, 2004.

COOK, S. M.; KHAN, Z. R.; PICKETT, J. A. The use of push-pull strategies in integrated pest management. **Annual review of entomology**, v. 52, 2007.

CORRÊA, J. A. M.; FORTKAMP, D.; DA SILVA, C. F.; ROCHA, F.; GOMES, L. H.; DUARTE, K. M. R., DE LIRA, S. P. Biological activity of 7beta-acetoxymithanolide D isolated from *Acnistus arborescens*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 6, p. 2835-2842, 2018.

CRUZ, I. A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. **Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 1995.

DALVI, L. P.; ANDRADE, G. S.; PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R. A.; DE MELO, R. L. Compatibility of biological agents to control *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Agrarian**, v. 4, n. 12, p. 79-83, 2011.

D'ARCY, W. G. The *Solanaceae* since 1976, with a review of its biogeography. **Solanaceae III. Taxonomy, Chemistry and Evolution.**, p. 75-137, 1991.

DE-LA-CRUZ, H.; VILCAPOMA, G.; ZEVALLOS, P.A. Ethnobotanical study of medicinal plants used by the Andean people of Canta, Lima, Peru. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 111, n. 2, p. 284-294, 2007.

EISNER, R. 'Natural' insecticide research: still working out the bugs. **The scientist**, 1991.

GREWAL, P. S.; KOPPENHÖFER, A. M.; CHOO, H. Y. Lawn, turfgrass and pasture applications. **Nematodes as biocontrol agents**, p. 115-146, 2005.

HIGGINS, L. S.; BABCOCK, J.; NEESE, P.; LAYTON, R. J.; MOELLENBECK, D. J.; STORER, N. Three-year field monitoring of Cry1F, event DAS-Ø15Ø7-1, maize hybrids for nontarget arthropod effects. **Environmental entomology**, v. 38, n. 1, p. 281-292, 2009.

HUANG, F.; QURESHI, J. A.; MEAGHER JR, R. L.; REISIG, D. D.; HEAD, G. P.; ANDOW, D. A.; YANG, F. Cry1F resistance in fall armyworm *Spodoptera frugiperda*: single gene versus pyramided Bt maize. **PloS one**, v. 9, n. 11, p. e112958, 2014.

HUNZIKER, A. T. The Genera of Solanaceae Illustrated, Arranged According to a New System, Gantner, ARG. 2001.

ISIDRO, R.; ALMEIDA, R. D.; PEREIRA, J. Consumo foliar de *Spodoptera frugiperda* em amendoim cultivares Tatu e CNPA BR-1. 1997.

ISMAN, M. B. Tropical forests as sources of natural insecticides. **Recent advances in Phytochemistry**, v. 39, p. 145-162, 2005.

JOHNSON, M. T.; GOULD, F.; KENNEDY, G. G Effects of natural enemies on relative fitness of *Heliothis virescens* genotypes adapted and not adapted to resistant host plants. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 82, n. 2, p. 219-230, 1997.

KEBEDE M.; SHIMALIS, T. Out-break, Distribution and Management of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* JE Smith in Africa: The Status and Prospects. **Academy of Agriculture Journal**, v. 3, n. 10, 2018.

KHAN, Z. R.; MIDEGA, C. A.; BRUCE, T. J.; HOOPER, A. M.; PICKETT, J. A. Exploiting phytochemicals for developing a ‘push–pull’ crop protection strategy for cereal farmers in Africa. **Journal of experimental botany**, v. 61, n. 15, p. 4185-4196, 2010.

KIM, H. G.; BAE, J. H.; JASTRZEBSKI, Z.; CHERKAS, A.; HEO, B. G.; GORINSTEIN, S.; KU, Y. G. Binding, antioxidant and anti-proliferative properties of bioactive compounds of sweet paprika (*Capsicum annuum L.*). **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 71, n. 2, p. 129-136, 2016.

KUMAR, M. G.; KUMAR, R. J., REGUPATHY, A.; RAJASEKARAN, B. Liquid chromatographic determination and monitoring of Azadirachtin in Neem ecotypes. **Neem Update**, v. 1, n. 1, p. 4, 1995.

LAGUNES, T. A.; RODRIGUEZ, H. C. Los extractos acuosos vegetales con actividad insecticida: el combate de la conchuela del frijol. **Texcoco: USAID-CONACYT-SIME-CP. 57p. (Temas Selectos de Manejo de Insecticidas Agrícolas, 3)**, 1992.

LEITE, N. A.; MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; PEREIRA, E. J. G. O milho Bt no Brasil: a situação e a evolução da resistência de insetos. **Embrapa Milho e Sorgo- Documentos (INFOTECA-E)**, 2011.

LIMA, A. F.; **Potencial bioativo e investigações químicas de Solanaceae em relação a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. Piracicaba: Dissertação (Mestrado) USP – ESALQ, 72 p., 2017.

MARTINELLI, S.; OMOTO, C. Resistência de insetos a plantas geneticamente modificadas. **Biociência**, v. 34, p. 67-77, 2005.

MARTINEZ, S. S. (Ed.). **O nim (*Azadirachta indica*) natureza, usos múltiplos, produção**. Instituto agrônomo do Paraná (IAPAR), 2002.

MARTINS, C. C. Avaliação do produto Azamax® sobre *Oligonychus yorthesi* (McGregor)(Acari: tetranychidae) como possibilidade de controle alternativo e redução de impactos ambientais. 2016.

MATSUOKA, Y.; VIGOUROUX, Y.; GOODMAN, M. M.; SANCHEZ, J.; BUCKLER, E.; DOEBLEY, J. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 99, n. 9, p. 6080-6084, 2002.

MBAYA, A. W., OGWIJI, M. In-vivo and in-vitro activities of medicinal plants on ecto, endo and haemoparasitic infections: A review. **Current clinical pharmacology**, v. 9, n. 3, p. 271-282, 2014.

MINGUZZI, S.; BARATA, L. E.; CORDELL, G. A. Derivados citotóxicos de vitanolidos isolados das folhas de *Acnistus arborescens*. **Química Nova**, v. 34, n. 2, p. 237-241, 2011.

MORDUE, A. J.; MORGAN, E. D.; NISBET, A. J. Azadirachtin, a natural product in insect control. **Comprehensive Molecular Insect Science. Biochemistry and Molecular Biology**, v. 4, 2010.

MORGAN, E. D. Azadirachtin, a scientific gold mine. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v. 17, n. 12, p. 4096-4105, 2009.

NAGOSHI, R. N.; MEAGHER, R. L. Review of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) genetic complexity and migration. **Florida Entomologist**, v. 91, n. 4, p. 546-554, 2008.

NAVARRO-SILVA, M. A.; MARQUES, F. A.; DUQUE, J. E. L. Review of semiochemicals that mediate the oviposition of mosquitoes: a possible sustainable tool for the control and monitoring of Culicidae. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 1, p. 1-6, 2009.

NEGRISOLI, A. S.; GARCIA, M. S.; NEGRISOLI, C. R. B.; BERNARDI, D.; DA SILVA, A. Efficacy of entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida) and insecticide mixtures to control *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) in corn crops. **Crop Protection**, v. 29, n. 7, p. 677-683, 2010.

NUSS, E.T.; TANUMIHARDJO, S.A.; Maize: a paramount staple crop in the context of global nutrition. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 9, n. 4, p. 417-436, 2010.

OECD/FAO. **Agricultural Outlook 2017-2026**. Paris, France: OECD iLibrary, v. 13, 144 p. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2018-en>. Acesso em: 10 jun. 2020.

OECD/FAO. **Agricultural Outlook 2018-2027**. Paris, France: OECD iLibrary, v. 14, 108 p., 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2018-en>. Acesso em: 20 mai. 2020.

OECD. Consensus Document on the biology of *Zea mays* subsp. *mays* (Maize). **Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology (ENV/JM/MONO (2003) 11)**, v. 27, p. 1-49, 2003.

UCHEGBU, M.; OKOLI, I.; ESONU, B.; ILOEJE, M. The growing importance of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) in agriculture, industry, medicine and Environment: A review. **Research Journal of Medicinal Plant**, v. 5, n. 3, p. 230-245, 2011.

OMOTO, C. Field-evolved resistance to Cry1Ab maize by *Spodoptera frugiperda* in Brazil. **Pest Management Science**, v. 72, n. 9, p. 1727-1736, 2016.

OMOTO, C. Modo de ação de inseticidas e resistência de insetos a inseticidas. **Bases e técnicas do manejo de insetos. Santa Maria: Pallotti**, p. 31-49, 2000.

PEREIRA, F. F. et al. **Primeiro registro de *Oligonychus yothersi* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) em *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden no Brasil.** Viçosa: Rev. Árvore v. 29, n. 4, jul./ ago. 2005.

PASINI, A.; PARRA, J. R.; LOPES, J. M. Dieta artificial para criação de *Doru luteipes* (Scudder) (Dermaptera: Forficulidae), predador da lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotropical Entomology*, v. 36, n. 2, p. 308-311, 2007.

PIPERNO, D.R.; FLANNERY, K.V. The earliest archaeological maize (*Zea mays* L.) from highland Mexico: new accelerator mass spectrometry dates and their implications. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 98, n. 4, p. 2101-2103, 2001.

REEVES, T.G.; THOMAS, G.; RMSAY, G. Save and grow in practice: maize, rice, wheat--a guide to sustainable cereal production. **UN Food and Agriculture Organization, Rome**, 2016.

ROSSI, G. D.; SANTOS, C. D.; CARVALHO, G. A.; ALVES, D. S.; PEREIRA, L. L. S. Biochemical analysis of a castor bean leaf extract and its insecticidal effects against *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical entomology**, v. 41, n. 6, p. 503-509, 2012.

SANTOS, C. A. M. Intervalo de aplicação do Azamax® sobre pragas sugadoras do algodoeiro e seus inimigos naturais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 3, p. 389-396, 2019.

SANTOS, M. S.; Zanardi, O. Z.; Pauli, K. S.; Forim, M. R.; Yamamoto, P. T.; Vendramim, J. D. Toxicity of an azadirachtin-based biopesticide on *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) and its ectoparasitoid *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae). **Crop Protection**, v. 74, p. 116-123, 2015.

SCHMIDT, F. S.; LEITE, L. G.; DE KLERK, C. A.; CANESIN, A.; MARRASCHI, R.; BALLONE, P. Seasonal Occurrence and Distribution on Grapevine Roots of *Eurhizococcus brasiliensis* (Wille) (Hemiptera: Margarodidae) in Brazil. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 34, n. 1, p. 79-85, 2013.

SCHMIDT, F. S.; LEITE, L. G.; DE KLERK, C. A.; CANESIN, A.; MARRASCHI, R.; BALLONE, P. Seasonal Occurrence and Distribution on Grapevine Roots of *Eurhizococcus brasiliensis* (Wille) (Hemiptera: Margarodidae) in Brazil. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 34, n. 1, p. 79-85, 2013.

SHIFERAW, B.; PRASANNA, B. M.; HELLIN, J.; BÄNZIGER, M. Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. **Food security**, v. 3, n. 3, p. 307, 2011.

SILVA, B. C.; OLIVEIRA, J. V.; BRASIL, A. R. L. F. S. S.; MATOS, H. F.; BELFORT, M. G.; ALMEIDA JUNIOR, J. P. Análise preliminar da ação repelente do nim (*Azadirachta indica* A. Juss) em abelha-africana (*Apis mellifera* L.) e mosca doméstica (*Musca domestica* L.). **Revista de biologia e farmácia**, v. 8, n. 1, p. 1-9, 2012.

SILVA, M. A.; BEZERRA-SILVA, G. C. D.; VENDRAMIM, J. D.; FORIM, M. R.; SÁ, I. C. G. Threshold concentration of limonoids (Azamax) for preventing infestation by Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Journal of economic entomology**, v. 108, n. 2, p. 629-639, 2015.

SILVEIRA, E. R.; PESSOA, O. D. L. Constituintes micromoleculares de plantas do nordeste com potencial farmacológico: com dados de RMN 13C. 2005.

STALLER, J.; TYKOT, R.; BENZ, B. (Eds.). **Histories of maize: multidisciplinary approaches to the prehistory, linguistics, biogeography, domestication, and evolution of maize**. Left Coast Press, 2006.

STORER, N. P.; KUBISZAK, M. E.; KING, J. E.; THOMPSON, G. D.; SANTOS, A. C. Status of resistance to Bt maize in *Spodoptera frugiperda*: lessons from Puerto Rico. **Journal of invertebrate pathology**, v. 110, n. 3, p. 294-300, 2012.

SUJII, E. R.; GARCIA, M. A.; FONTES, E. M.; O'NEIL, R. J. Predation as a mortality factor in populations of the spittlebug, *Deois flavopicta* Stål (Homoptera: Cercopidae). **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 4, p. 581-588, 2002.

TANYI, C. B.; NKONGHO, R. N.; OKOLLE, J. N.; TENING, A. S.; NGOSONG, C. Effect of Intercropping Beans with Maize and Botanical Extract on Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) Infestation. **International Journal of Agronomy**, v. 2020, 2020.

VENDRAMIN, J. D.; SILVEIRA NETO, S.; CERIGNONI, J. A. Não-preferência de *Atta sexdens rubropilosa* Forel (Hymenoptera: Formicidae) por espécies de Eucalyptus. **Ecosistema**, v. 20, n. 1, p. 57-60, 1995.

VIANA, P. A.; PRATES, H. T.; RIBEIRO, P. E. de A. Uso do extrato aquoso de folhas de nim para o controle de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. **Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica**, 2006.

VIANA, P. A. Principais pragas subterrâneas do milho no Brasil. **Embrapa Milho e Sorgo-Documentos (INFOTECA-E)**, 2011.

WAQUIL, J. M.; Rodrigues, J. A.; Santos, F. G.; Ferreira, A. S.; Vilella, F. M.; Foster, J. E. Resistance of commercial hybrids and lines of sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench., to *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Pyralidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 4, p. 661-668, 2001.

YOUNG, J. R.; MCMILLIAN, W. W. Differential feeding by two strains of fall armyworm larvae on carbaryl treated surfaces. **Journal of Economic Entomology**, v. 72, n. 2, p. 202-203, 1979.

