



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
CAMPUS IPAMERÍ
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal



**Toxicidade de extratos de *Andira paniculata* (Fabaceae)
em *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae)**

**M
E
S
T
R
A
D
O**

MAURILIO DE SOUSA NETTO

**Ipameri-GO
2016**

MAURILIO DE SOUSA NETTO

**TOXICIDADE DE EXTRATOS DE *Andira paniculata*
(FABACEAE) EM *Helicoverpa armigera* (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE)**

Orientador: Prof. Dr. Márcio da Silva Araújo
Co-Orientador: Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Campus Ipamerí como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para a obtenção do título de MESTRE.

Ipamerí
2016

Sousa Netto, Maurilio de.

Toxicidade de extratos de *Andira paniculata* (Fabaceae) em *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae)/ Maurilio de Sousa Netto. – 2016.

32 f. il.

Orientador: Prof. Dr. Márcio da Silva Araújo.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Goiás, Campus Ipamerí, 2016.

Bibliografia.

1. Insecta. 2. Inseticida botânico. 3. Deterrência. 4. Controle de pragas. 5. *Glycine max*.

I. Título.



Câmpus Ipameri
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Produção Vegetal
Rodovia GO 330, Km 241, Anel Viário, 75780-000 Ipameri-GO
www.ppgpv.ueg.br e-mail: ppgpv.ipameri@gmail.com
Fone: (64)3491-5219



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: "TOXICIDADE DE EXTRATOS DE *Andira paniculata* (FABACEAE)
EM *Helicoverpa armigera* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) "**

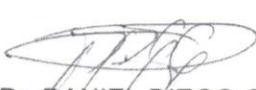
AUTOR: Maurilio de Sousa Netto

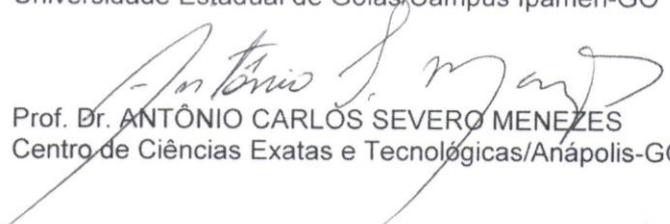
ORIENTADOR: Márcio da Silva Araújo



Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:


Prof. Dr. MÁRCIO DA SILVA ARAÚJO
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Ipameri-GO


Prof. Dr. DANIEL DIEGO COSTA CARVALHO
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Ipameri-GO


Prof. Dr. ANTÔNIO CARLOS SEVERO MENEZES
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas/Anápolis-GO

Data da realização: 29 de fevereiro de 2016.

“Um sonho que se sonha só, é só um sonho que se sonha só, mas sonho que se sonha junto é realidade” (Raul Seixas).

AGRADECIMENTOS

A Deus pela força concedida para eu sempre seguir em frente alcançando meus objetivos e por estar sempre comigo em todos os momentos, me iluminado, abençoando e dando forças para caminhar rumo a novas conquistas.

A minha amada esposa e filha, que fazem do meu sonho seus próprios objetivos, por estarem sempre do meu lado em momentos bons, momentos ruins e por confiarem na minha capacidade me dando apoio e ajudando a solucionar os problemas.

Aos meus pais e irmãos pelos ensinamentos de vida e por valorizar o significado da palavra “família”.

À minha sogra e cunhada, que me transmitiram vários ensinamentos, através de suas sábias palavras.

Ao meu orientador Prof. Dr. Márcio da Silva Araújo, pela oportunidade, atenção, ensinamentos, paciência e confiança concedida.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus, que me orientou, incentivou e acreditou que eu seria capaz vencer mais essa batalha.

Ao Prof. Dr. Antônio Carlos Severo Menezes, pela preparação dos extratos, sem eles não seria possível realizar este trabalho.

Aos meus colegas André Cirilo e Fernando Castro, pelo apoio, amizade e paciência.

Aos colegas do Laboratório de Entomologia Agrícola pelas contribuições na condução dos experimentos.

Ao Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí pela infraestrutura concedida para elaboração e condução dos experimentos.

A Universidade Estadual de Goiás pela oportunidade de poder cursar a pós-graduação.

A CAPES pela concessão da bolsa.

A todos que, de alguma forma, direta ou indireta, tenham participado desse trabalho, ou ajudando durante todo esse período.

A meu carro, porque sem ele seria muito mais difícil.

Por fim, a todas as lagartas e mariposas.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

| | |
|---|------|
| RESUMO | viii |
| ABSTRACT | ix |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2 OBJETIVO | 3 |
| 3 REVISÃO DE LITERATURA | 4 |
| 3.1 A cultura da soja..... | 4 |
| 3.2 Distribuição e hospedeiros de <i>Helicoverpa armigera</i> | 5 |
| 3.3 Aspectos biológicos e morfológicos de <i>Helicoverpa armigera</i> | 6 |
| 3.4 Inseticidas naturais | 8 |
| 3.5 <i>Andira paniculata</i> | 11 |
| 4 MATERIAL E METODOS..... | 12 |
| 4.1 Semeadura da soja em vasos | 12 |
| 4.2 Aquisição de <i>Helicoverpa armigera</i> | 12 |
| 4.3 Coleta do material vegetal e obtenção dos extratos..... | 12 |
| 4.5 Efeito de <i>Andira paniculata</i> na biologia de <i>Helicoverpa armigera</i> | 14 |
| 4.6 Atratividade e não preferência para alimentação | 14 |
| 4.7 Análise estatística | 15 |
| 5 RESULTADOS | 16 |
| 5.1 Efeito de <i>Andira paniculata</i> na biologia de <i>Helicoverpa armigera</i> | 16 |
| 5.2 Atratividade de <i>Andira paniculata</i> em <i>Helicoverpa armigera</i> | 18 |
| 6 DISCUSSÃO..... | 21 |
| 7 CONCLUSÕES | 24 |
| 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 25 |

RESUMO

A lagarta *Helicoverpa armigera* tem sido uma das pragas mais danosa na cultura da soja no Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de extratos orgânicos de *Andira paniculata* na biologia, alimentação e atratividade de *H. Armigera* em plantas de soja. Foram realizados experimentos no laboratório de Entomologia Agrícola do Instituto Federal Goiano - Câmpus Urutaí (temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa (UR) $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 horas). Avaliaram-se as frações Hexânica, Diclorometânica, Acetato de Etila e Hidroalcoólica dos extratos de *A. paniculata* nas concentrações de 0,01, 0,1, 0,5 e 1%. Para os aspectos biológicos as variáveis avaliadas foram: período e viabilidade do estágio larval, peso de lagartas aos dez dias de idade, período, viabilidade e peso pupal com 24 horas de idade, ciclo total, CL_{50} e deterrência. Na atratividade e não preferência para alimentação, o número de lagartas e a massa seca consumida em cada fração dos extratos. O extrato de *A. paniculata* na fração hexânica (0,01%) causou a mortalidade de até 85% das lagartas de *H. armigera*. Os extratos de *A. paniculata* não afetaram o período larval, peso, período e mortalidade pupal e o consumo de lagartas de *H. armigera*. Os extratos na fração Hidroalcoólica obtiveram melhores resultados para deterrência. O extrato de *A. paniculata* na fração diclorometânica apresentou a menor CL_{50} . Os extratos de *A. paniculata* nas frações hexânica (0,1%), acetato de etila (0,01 e 0,5%) e hidroalcoólica (0,01 e 0,5%) foram fagodeterrente a *H. armigera*. Assim, o extrato de *A. paniculata* na fração hexânica é o mais promissor para o uso no controle de *H. armigera* na cultura da soja.

Palavras-chave: Insecta, Inseticida botânico, Deterrência, Controle de pragas, *Glycine max*.

ABSTRACT

The *Helicoverpa armigera* caterpillar has been one of the most important pest in soybean crop in Brazil. The objective of this study was to evaluate the effect of organic extracts of *Andira paniculata* in the biology, feeding and attractiveness of *H. armigera* in soybean plants. The experiments were performed at the Entomology Laboratory of the Goiano Federal Institute (IF Goiano), Campus Urutaí, Goiás State, Brazil. The fractions of hexane, dichloromethane, ethyl acetate and hydroalcoholic in the concentrations of 0.01, 0.1, 0.5 and 1% were evaluated. For the biological parameters were evaluated the period and viability of larval stage, weight of caterpillars at ten days, period, viability and pupal weight with 24 hours, total cycle, LC₅₀ and deterrence. The attractiveness and no preference for feeding, the number of caterpillars and the dry matter consumed in each fraction of the extracts were evaluated. The extract of *A. paniculata* in hexane (0.01%) caused the death of up to 85% of *H. armigera*. The extract of *A. paniculata* did not affect the larval period, weight, period and pupal mortality and the consumption of *H. armigera*. The hydroalcoholic extracts obtained the better results for deterrence. The *A. paniculata* extract in dichloromethane fraction had the lowest LC₅₀. The extracts of *A. paniculata* in the hexane fractions (0.1%), ethyl acetate (0.01 and 0.5%) and hydroalcoholic (0.01 and 0.5%) were fagodeterrente to *H. armigera*. Thus, *A. paniculata* extract in hexane fraction is the most promising for use in the control of *H. armigera* in soybean.

Keywords: Insecta, Botanical Insecticide, Deterrence, Control of pest, *Glycine max*.

1 INTRODUÇÃO

A *Helicoverpa armigera* é uma importante praga agrícola, que apresenta ampla distribuição geográfica (ZALUCKI et al., 1986; GUO, 1997). Está presente em diversos habitats ecológicos, sendo relatada como uma das mais importantes pragas da agricultura de países em desenvolvimento na atualidade, causando perdas de produção de uma gama diversificada de culturas de dicotiledóneas e monocotiledóneas (PRIYA et al., 2012). Essa praga foi oficialmente constatada no Brasil, na safra 2012/2013 e, até então, era considerada uma praga quarentenária. Relatos de sua ocorrência foram feitos em cultivos de soja e algodão em Goiás, Mato Grosso e Bahia (CZEPAK et al., 2013; BUENO et al., 2014). Nessa mesma safra, para a cultura da soja, Czepak et al. (2013) estimaram-se perdas econômicas em torno de R\$140,00.ha⁻¹.

As lagartas de *H. armigera* alimentam-se de folhas, caules, inflorescências e frutos das plantas, manifestando preferência por brotos, inflorescências, frutos e vagens (REED, 1965; WANG; LI, 1984; ALI; CHOUDHURY, 2009), Elevada amplitude alimentar, capacidade de migrar por longas distâncias, elevado potencial reprodutivo, capacidade de adaptação em distintas condições climáticas e provável resistência já verificada para uma ampla gama de inseticidas, contribuem para agravamento dos prejuízos provocados por essa praga (NASERI et al., 2010; TAY et al., 2013).

A sucessão de culturas, o plantio escalonado de diversas culturas e a existência de culturas irrigadas, principalmente na região de cerrado, prolonga no tempo a sobrevivência de insetos-praga, aumentando o número de gerações neste tipo de agroecossistema. Essa situação favorece o processo migratório das mariposas, o caso da *H. armigera*, entre lavouras formadas por espécies vegetais semelhantes, naquelas implantadas em épocas diferentes e, também, entre diferentes espécies botânicas (SANTOS, 2001; SANTOS, 2003; BARROS; TORRES, 2009).

O manejo dessa praga no Brasil ainda é incipiente (CZEPAK et al., 2013). Assim, é relevante estudar, por exemplo, novas substâncias bioativas e diferentes das tradicionais organossintéticas, com propriedades inseticidas, compatíveis com programas de manejo integrado dessa praga (ZOTTI et al., 2010).

As plantas inseticidas são capazes de provocar inibição alimentar nos insetos, redução da motilidade intestinal, interferência na síntese do ecdisônio, inibição da biossíntese da quitina, deformações em pupas e adultos, redução na fecundidade, longevidade, esterilização,

inibição na oviposição e mortalidade de formas imaturas e adultas (SCHMUTTERER, 1990; MORDUE; BACKWELL, 1993; BOIÇA JUNIOR et al., 2005).

Silva Junior (2005) menciona que *Andira paniculata*, a planta cujas propriedades inseticidas (antialimentares) para *H armigera* serão investigadas neste presente trabalho é uma “árvore venenosa” usada como inseticida nas comunidades do interior do Brasil, entretanto, esse autor não descreve claramente, como foi usada essa planta, para esse fim.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi verificar a toxicidade dos extratos orgânicos de folhas de *Andira paniculata* Benth (Fabaceae), sobre *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera:Noctuidae) na cultura da soja.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A cultura da soja

A soja cultivada comercialmente hoje (*Glycine max* (L) Merrill) é uma planta herbácea, pertencente à família Fabaceae, subfamília Papilionoideae, tribo Phaseoleae, gênero *Glycine* (Moench) (DONG et al., 2004). A planta da soja tem porte ereto e crescimento morfológico diversificado, apresentando hastes e vagens pubescentes, podendo ser ramificada. (SEDIYAMA et al., 1985). Esta planta apresenta como centro de origem e domesticação o nordeste da Ásia e a sua disseminação do Oriente para o Ocidente ocorreu através de navegações. (CHUNG; SINGH, 2008).

Essa oleaginosa tem sido cultivada como fonte de alimento para humanos e outros animais. Seus grãos são cada vez mais usados pelas indústrias química, farmacêutica e também pela agroindústria, na produção de farelo e óleo de soja em todo o mundo (FREITAS, 2011).

O primeiro relato sobre o cultivo de soja no Brasil é de 1882, no estado da Bahia. (BLACK, 2000). Em seguida, foi levada por imigrantes japoneses para São Paulo, e somente, em 1914, a soja foi introduzida no estado do Rio Grande do Sul, sendo este por fim, o lugar onde as variedades trazidas dos Estados Unidos, melhor se adaptaram às condições edafoclimáticas, principalmente em relação ao fotoperíodo (BONETTI, 1981). Porém, houve um maior impulso produtivo a partir das décadas de 1960/1970, e vem sendo uma das espécies vegetais de maior interesse em nosso país (MISSÃO, 2006; KLAHOLD et al., 2006).

Os principais produtores de soja são os EUA (33% da produção mundial), seguido pelo Brasil (30%) e Argentina (18%), e na safra 2014/15 a produção mundial foi de 317,25 milhões de toneladas (USDA, 2015). A produção brasileira de soja na safra 2014/15 foi de 96,24 milhões de toneladas, e os principais estados produtores foram o Mato Grosso (29,1% da produção nacional), Paraná (17,8%) e Rio Grande do Sul (15,4%). A região Centro-Sul é responsável por 87% da produção nacional e a região Norte/Nordeste por 12,8% (CONAB, 2015).

O ciclo da cultura da soja dura em média de 80 a 200 dias, influenciado pelas condições ambientais da região e da variedade utilizada, apresentando basicamente dois estádios de desenvolvimento: vegetativo, que compreende as fases de estabelecimento e desenvolvimento das plantas; e o reprodutivo, iniciando-se com o florescimento até a maturação das vagens (NEUMAIER et al., 2000). A cultura melhor se adapta a temperaturas

do ar entre 20°C e 30°C; a temperatura ideal para seu crescimento e desenvolvimento está em torno de 30°C (EMBRAPA, 2013).

A capacidade produtiva da soja sempre esteve associada aos avanços científicos e à disponibilidade de tecnologias ao setor primário. Isto se deve, em grande parte, aos programas de melhoramento vegetal, os quais se ocupam em buscar cultivares mais produtivas, adaptadas as diferentes regiões brasileiras e resistentes às doenças. Paralelamente a esses, avanços expressivos em outras áreas de pesquisa também foram alcançados, como no manejo de solos, de adubação, de calagem, de pragas, os quais visam à sustentabilidade. O uso conciliado de todos esses conceitos, e não de um ou outro isolado, podem reduzir os impactos ambientais (LIMA et al., 2008).

O sistema atual adotado para o cultivo de soja e outras grandes culturas na região Centro-Oeste do Brasil é um ambiente favorável à multiplicação de pragas, já que prevalece um sistema de produção de rotação e sucessão de diversas culturas graníferas e leguminosas, irrigadas ou não, ou integrados a sistemas pecuários. Desta maneira, existe hospedeiros o ano inteiro para as pragas, já que diversas espécies podem ocorrer nestes diferentes cultivos. Tal situação favorece o aumento populacional dos artrópodes, pois as condições climáticas da região, como temperaturas altas e inverno ameno são ideais ao desenvolvimento desses insetos fitófagos (QUINTELA et al., 2007).

Na safra 2012/2013, ataques severos de lagartas às vagens de soja foram relatados em algumas regiões. Entre essas lagartas foi identificada uma espécie até então considerada quarentenária no país, *H. armigera*, da qual muito pouco se conhece, nas condições brasileiras até o momento. Embora os insetos-pragas, em geral, tenham suas populações reduzidas por predadores, parasitoides e doenças, seus níveis populacionais são dependentes das condições climáticas e do manejo de pragas que é praticado. Entretanto, quando atingem populações elevadas, capazes de causar perdas significativas no rendimento da cultura, necessitam ser controlados para evitar perdas econômicas de produtividade (EMBRAPA, 2013).

3.2 Distribuição e hospedeiros de *Helicoverpa armigera*

A espécie *H. armigera* apresenta ampla distribuição geográfica, sendo registrada na Europa, Ásia, África e Oceania (ZALUCKI et al., 1986; GUO, 1997). A lagarta de *H. armigera* é uma importante praga agrícola, altamente móvel e tem uma grande distribuição mundial e está presente em diversos habitats ecológicos, sendo a mais importante praga que ocorre no mundo em desenvolvimento e que causa perdas de produção de uma diversificada de culturas de dicotiledóneas e monocotiledóneas (PRIYA et al., 2012). Essa espécie possui

alta capacidade de dispersão em condições de campo e na fase adulta pode migrar a uma distância de até 2000 km (TAY et al., 2013).

As lagartas de *H. armigera* alimentam-se de folhas e caules das plantas, causando danos diretos e indiretos em mais de 100 espécies de plantas cultivadas e silvestres de 45 famílias, incluindo Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae, Poaceae e Solanaceae (ALI; CHOUDHURY, 2009). As lagartas de *H. armigera* têm preferência por brotos, inflorescências, frutos e vagens (REED, 1965; WANG; LI, 1984), causando danos tanto na fase vegetativa quanto reprodutiva (CZEPAK et al., 2013). A dificuldade de controle dessa praga pode ser atribuído ao seu elevado potencial reprodutivo, a comportamento de migração, elevada adaptabilidade a várias condições climáticas e do desenvolvimento de resistência a uma ampla gama de inseticidas (NASERI et al., 2010).

Na Europa Nazrussalam; Ahmad; Ali (2007) e Sharma et al. (2012;) relatam prejuízos econômicos na ordem de US\$ 300 milhões/ano provocados por *H. armigera*. Na Espanha, *H. armigera* é considerada uma praga devastadora nos cultivos de tomate (ARNÓ et al., 1999). A perda anual causada por *H. armigera* superou dois bilhões de dólares apenas na região dos trópicos semiáridos da Europa e que o custo anual da aplicação de inseticidas nas lavouras, para o controle dessa praga, foi de 500 milhões de dólares (SHARMA et al., 2008).

No Brasil, esta espécie já foi encontrada alimentando-se de algodão, soja, milho, tomate, feijão, entre outras plantas (ÁVILA et al., 2013). Coletas realizadas nas culturas de milho, soja e algodão, em diferentes regiões do Brasil, têm mostrado a ocorrência de representantes de outra espécie de *Helicoverpa*, cujas características não correspondem à descrição de *Heliothis gelotopoeon* ou de *Heliothis. zea*, conforme retratadas. Essa última espécie listada é muito próxima, morfológica e molecularmente, a *H. armigera* (BEHERE et al., 2007); há, inclusive, a possibilidade de formação de híbridos férteis entre elas (HARDWICK, 1965).

A presença dessa praga foi oficialmente constatada no Brasil na safra 2012/2013 e, até então, era considerada uma praga quarentenária. Durante os meses de janeiro e fevereiro de 2013 foram coletados espécimes desse inseto atacando soja em Goiás, algodão em Mato Grosso, em tiguera de soja na Bahia (CZEPAK et al., 2013) e em citros no estado de São Paulo (BUENO et al., 2014).

3.3 Aspectos biológicos e morfológicos de *Helicoverpa armigera*

O adulto de *H. armigera* tem uma envergadura de aproximadamente 40 mm. As asas anteriores têm uma cor amarelada, um corte transversal com uma listra mais escura, manchas

dispersas escuras e uma mancha, em forma de vírgula, em destaque na parte inferior das asas. As asas posteriores são mais pálidas, com uma borda mais escura.

Os ovos são de coloração branco-amarelada, escurecendo quando próximo à eclosão, com período de incubação em média de 3,3 dias e seis instares larvais subsequentes. Nos instares iniciais podem apresentar coloração branco-amarelada a marrom-avermelhada e a cápsula cefálica de marrom a preto. Conforme a lagarta cresce, a cor pode variar de amarelo-palha ao verde, sendo que a alimentação pode influenciar na coloração (ALI; CHOUDHURY, 2009; ÁVILA et al., 2013).

A partir do quarto instar, as lagartas apresentam, no primeiro segmento abdominal, o formato de “sela”, devido à presença de tubérculos abdominais escuros e visíveis (MATTHEWS, 1999). Além disso, ao contrário das demais espécies de Heliothinae que ocorrem no Brasil, essa lagarta apresenta tegumento levemente coriáceo, que pode ser o motivo da tolerância a alguns inseticidas sintéticos, especialmente os de ação de contato. Quando tocada, as lagartas de *H. armigera* apresentam comportamento de defesa, encurvando a capsula (HEMATI et al., 2012; CZEPAK et al., 2013; TAY et al., 2013).

A fase de pre-pupa corresponde o período entre o momento em que a lagarta cessa a sua alimentação, até a fase de pupa. A pupa de *H. armigera* é do tipo obtecta, apresenta coloração marrom-mógnio e superfície arredondada nas partes terminais. Este estágio dura entre 10 a 14 dias (ALI; CHOUDHURY, 2009). As pupas apresentam diapausa facultativa, uma importante estratégia que algumas espécies de insetos apresentam para evitar condições ambientais desfavoráveis (LIU et al., 2010).

Durante toda a fase de adulto, que tem a duração de 12 a 15 dias, cada fêmea é capaz de estabelecer uma média de 1.000 a 1.500 ovos. As mariposas têm uma preferência para oviposição sobre a face superior das folhas e / ou superfícies ásperas e púberes, com ovos postos isolado (SRINIVASAN et al., 2013).

Quase 30% de todos os pesticidas utilizados em todo o mundo são usados contra esta praga (JOUBENA et al., 2012). Mas, o uso repetido de produtos químicos sintéticos, sem rotacionamento dentro de um Manejo Integrado de Pragas (MIP), para controlar *H. armigera* possibilitou a seleção de insetos resistentes, eliminação de inimigos naturais existentes, além de poluir o solo, água, ar e alimentos (BASKAR; IGNACIMUTHUA, 2012).

A ausência de plantas resistentes e a falta de medidas de controle adequadas a *H. armigera* torna difícil controlar de forma satisfatória esse inseto no campo (CHOUGULE et al. 2005). Devido ao uso intenso de inseticidas populações desta praga tem desenvolvido

resistência a vários piretróides e também a alguns inseticidas como fipronil, clorfenapir, indoxacarbe e spinosad (AHMAD et al., 2003; PATIL et al., 2006; WU, 2007).

No Brasil, além do controle químico tradicional (inseticidas neurotóxicos) tem sido recomendadas algumas táticas de controle, entre elas, Czepak et al. (2013), recomendam o uso de armadilhas com feromônio sexual, materiais resistentes (Bt ou convencionais), destruição de restos da cultura, controle biológico, como, por exemplo, *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Esses mesmos autores mencionam ainda a importância do uso de inseticidas seletivo, que preservam inimigos naturais das pragas áreas agrícolas, e a rotação de inseticida com distintos mecanismos de ação sobre a praga alvo.

Além dessas táticas a utilização de plantas inseticidas associadas a outras práticas de controle de insetos podem 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 (MACHADO et al., 2007).

3.4 Inseticidas naturais

Os produtos naturais foram amplamente empregados no controle de pragas e doenças agrícolas desde meados do século XIX. Boyce (1974) relata o uso de preparados à base de sabão, boro, enxofre, arsênico, óleo de baleia e plantas inseticidas, já no início do século XX. Durante o mesmo período, os primeiros apelos para substituição de certos produtos tóxicos foram realizados, principalmente os arsenicais. Assim, o claro incentivo ao uso de preparados à base de plantas era notado (DECKER, 1942).

No decorrer da Segunda Guerra Mundial, grandes áreas de cultivo de plantas usadas como defensivos naturais foram dizimadas ou tiveram seu fornecimento suspenso, o que ocasionou uma busca por outros produtos que pudessem substituir os naturais. Pós descoberta da atividade inseticida do DDT em 1939, o mesmo foi introduzido para essa finalidade em 1942. Desta forma, teve início a fase dos produtos organossintéticos para o controle fitossanitário. A partir daquele momento, com uso de DDT e outros organossintéticos, os defensivos naturais foram quase que completamente descartados. Junto com os inseticidas organossintéticos, grandes transformações foram verificadas no sistema de produção agrícola, como aumento das áreas de cultivo, redução do número de trabalhadores nas lavouras e aumento na produtividade. Práticas agrícolas até então utilizadas, como a rotação e o consórcio de culturas, passaram a ser pouco ou não mais utilizadas, principalmente em áreas de cultivo extensivo (BETTIOL; MORANDI, 2009).

Entretanto, os problemas advindos do consumo exagerado de inseticidas, externados ao mundo pela bióloga marinha Rachel Carlson em seu histórico livro, *Silent spring*, em setembro de 1962, alertou a comunidade científica sobre a necessidade de alternativas de controle de pragas com inseticidas menos tóxicos.

Na busca de alternativas de controle menos agressivas, tem-se verificado que muitos dos extratos de plantas apresentam propriedades inseticidas. Entretanto, o conhecimento dessa estreita relação inseto-planta é fundamental para proposição de alternativas de controle.

Certas plantas produzem compostos ativos de efeito inseticida comprovado. Muitos deles, podendo agir sinergicamente, podem atuar como atraentes, desalojantes ou repelentes, entre outros, que podem ser empregados em programas de manejo integrado de pragas (NAVARRO-SILVA et al., 2009). Nos dias atuais, as pesquisas voltadas para a investigação do potencial de plantas inseticidas têm se intensificado, uma vez que inseticidas botânicos, como são chamados, têm sido apontados como uma alternativa aos inseticidas químicos sintéticos, por supostamente representarem menor risco para o meio ambiente e para a saúde humana (AKHTAR et al., 2012).

Isman (2006) relata que a ação inseticida esperada de vários grupos botânicos se deve aos metabólitos secundários produzidos pela planta, e fazem parte da sua própria defesa contra herbívoros. Menezes (2005) completa que essas substâncias podem atuar de várias formas, como inibidores da alimentação ou de crescimento, desenvolvimento, reprodução ou repelentes, especialmente quando a ação é resultante de uma complexa mistura de substâncias. Vários compostos secundários possuem atividade inseticida conhecida, como piretrinas, rotenona, nicotina, cevadina, veratridina, rianodina, quassinoides, azadiractina e compostos voláteis provenientes de plantas aromáticas (ISMAN, 2000), encontrados em diversas famílias botânicas, como Asteraceae, Solanaceae, Rutaceae, Piperaceae, Poaceae e Myrtaceae, dentre outras (ISMAN, 2006; BANERJEE et al., 2011; COITINHO, 2011; CORRÊA; SALGADO, 2011).

Plantas e insetos coexistem no ambiente terrestre numa interação complexa e dinâmica (ERLICH; RAVEN, 1964; KANT; BALDWIN, 2007). As plantas dependem dos insetos para dispersão de sementes, reprodução (FLEMING et al, 2007) e defesa (DOAK et al., 2007), enquanto os insetos herbívoros encontram nas plantas abrigo, alimento e sítios de oviposição, que por sua vez são fatores fundamentais para sua proliferação. Por outro lado, dependendo da intensidade do ataque, insetos fitófagos podem ser prejudiciais às plantas, promovendo injúrias suficientes para levá-las à morte (MARON; ICRONE, 2006) ou inviabilizando sua reprodução. O processo de herbivoria foliar representa um dos processos funcionais mais

importantes em ecossistemas vegetais (DIRZO & DOMINGUEZ, 1995; COLEY & BARONE, 1996; MELLO, 2007).

Saito (2004) afirma que algumas plantas, por terem essas características, vêm sendo utilizadas como medicinais, inseticidas, repelentes e antimicrobianas, podendo, portanto, repelir e intoxicar insetos, protegendo as plantas contra seus agressores. Vários pesquisadores e institutos vêm trabalhando para desenvolver fórmulas e métodos que permitam a utilização crescente dos inseticidas de origem vegetal (MENEZES, 2005).

O uso de substâncias extraídas de plantas silvestres tem inúmeras vantagens quando comparado ao emprego de sintéticos. Os inseticidas naturais são obtidos de recursos renováveis e são rapidamente degradáveis, isto é, não persistem no ambiente. O desenvolvimento da resistência dos insetos a essas substâncias é um processo lento, além disso, inseticidas são de fácil acesso e obtenção por agricultores, têm baixo custo e não deixam resíduos em alimentos (ROEL, 2001).

Ilustrando alguns casos de uso de plantas inseticidas Oliveira et al. (2007) avaliaram a viabilidade da utilização do óleo de nim, em extrato aquoso de folhas e ramos, além de extratos aquosos de *Melia azedarach* L., *Quassia amara* L. e *Trichilia. Pallida* em condições de campo para o controle da lagarta-do-cartucho do milho e concluíram que os produtos naturais afetam o desenvolvimento do inseto aos sete dias da aplicação. Dos produtos avaliados, o extrato de nin foi o que mais reduziu a população da praga. Jesus et al. (2011) concluíram também que o desenvolvimento de *Plutella xylostella* foi afetado com a aplicação de extrato de nin e sabão de soldado.

Outro caso, Campos (2012) observou em *Podisus nigrispinus* que o maior efeito do óleo de nin, seja na mortalidade, consumo e períodos de desenvolvimento, quando o inseto ingere o produto do que quando ele somente foi exposto ao produto. Em trabalho semelhante Araújo et al. (2008) afirmam que estudos sugerem que o extrato bruto de mentrasto apresenta efeito inseticida retardado, podendo ser um potencial agente controlador de *Atta laevigata* e *Acromyrmex subterraneus subterraneus* veiculado em forma de iscas atrativas granuladas.

Machado et al. (2007) afirmaram 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. Isso tem determinado a necessidade de haver várias aplicações desses produtos em períodos relativamente curtos.

Entre as limitações ao uso de extratos vegetais no campo, Costa et al. (2004) destacam a falta de dados, principalmente no Brasil, relacionados à fitotoxicidade, à persistência e aos efeitos sobre organismos benéficos. Além disso, o isolamento de princípios ativos e a

concentração em diferentes partes vegetais, também devem ser mais pesquisados. E ainda, devem ser avaliada, disponibilidade de matéria-prima, a seleção de solventes, bem como técnicas de conservação e aplicação dos produtos.

3.5 *Andira paniculata*

A planta *A. paniculata* é uma espécie arbórea pertence à família Fabaceae. Devido às propriedades vermífugas, várias espécies do gênero *Andira*, foram utilizadas na Europa desde 1755, por médicos e farmacêuticos de diversos países que preconizavam a industrialização das cascas, transformando-as em pó, com o qual procuravam obter uma droga de aplicação anti-helmíntica (MATOS, 1979). Algumas espécies desse gênero ainda eram utilizadas popularmente como antihelmínticas, apesar de seus efeitos tóxicos (CORRÊA, 1984). Foi divulgado o estudo sobre a avaliação da ação anti-helmíntica dos extratos brutos de *Andira anthelmiae*, *Andira fraxinifolia*, sugerindo o extrato bruto da espécie *A. anthelmia* como um potente anti-helmíntico (SILVA; BORBA; BONFI, 2003).

Em estudos realizados por Silva et al (2008), infusões de *A. anthelmia* foram indicadas como antiparasitária, pois possuíam substâncias ativas que confirmam esta suposição com atividades terapêuticas interessantes. Porém, devido à alta toxidez as infusões de *A. anthelmia* deviam ser administradas com certa precaução, pois não havia estudos de dose segura para consumo humano, sendo necessária uma avaliação toxicológica para seu uso popular como um medicamento vermífugo alternativo.

Silva Júnior (2005) descreve *A. paniculata* como uma árvore venenosa usada como inseticidas nas comunidades do interior do Brasil, porém não há relatos de qual parte da planta é utilizada. Poucos estudos relacionados às propriedade inseticidas de *A. paniculata* foram publicados, entre eles, Pereira et al. (2012) e Menezes et al. (2014), relatando as propriedades formicidas de extratos de folhas e sementes dessa planta para *Attas exdens rubropilosa*. Para outros insetos, inexistem informações.

4 MATERIAL E METODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Entomologia Agrícola do Instituto Federal Goiano - Câmpus Urutaí, em Urutaí – Goiás. Os ensaios foram realizados em laboratório à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ umidade relativa (UR) $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 horas. Nos testes utilizou-se a variedade comercial de soja convencional ND 7337.

4.1 Semeadura da soja em vasos

O solo utilizado foi composto da mistura de terra, areia e esterco bovino, na proporção de 2:1:1. Para a obtenção de plantas, sementes da cultivar ND 7337 foram semeadas nos vasos de 5 L de capacidade com três sementes por vaso e posteriormente retiradas as excedentes. Os vasos foram mantidos em casa-de-vegetação, com o objetivo de proteger as plantas de eventuais ataques de pragas, uma vez que estas não receberam nenhum tipo de inseticida. As plantas foram adubadas de acordo com a recomendação de Sousa; Lobato (2004) para a cultura da soja e, foram irrigadas conforme a necessidade.

4.2 Aquisição de *Helicoverpa armigera*

Para a realização dos experimentos foram adquiridos ovos oriundos de criação comercial da empresa BUG Agentes Biológicos, localizada em Piracicaba, SP, que após a emergência das lagartas foram mantidas em dieta artificial até o início dos experimentos.

4.3 Coleta do material vegetal e obtenção dos extratos

As folhas de *A. paniculata* foram coletadas no mês de setembro de 2008, na área de preservação do cerrado, situado na base área de Anápolis, Goiás, Brasil e identificadas pela Prof.^a Dra Mirley Luciene dos Santos.

Após a coleta, o material vegetal foi seco em estufa com circulação de ar a temperatura de 50°C durante 5 dias. Em seguida, foram moídas a fino grão e submetido ao processo de extração exaustiva com etanol. O filtrado desta extração foi recolhido e o solvente orgânico evaporado sob vácuo numa temperatura de aproximadamente 40°C fornecendo o extrato bruto etanólico.

O extrato bruto etanólico das folhas foi fracionado por extração líquido-líquido, foi ressuspenso em uma solução etanol-água 3:1, em ordem crescente de polaridade: hexano, diclorometano, acetato de etila, obtendo-se desta forma as frações: hexânica (APFE-H),

diclorometânica (APFE-D), em acetato de etila (APFEA) e hidroalcoólica (APFE-W), conforme metodologia de Pereira (2012) (Figura 1).

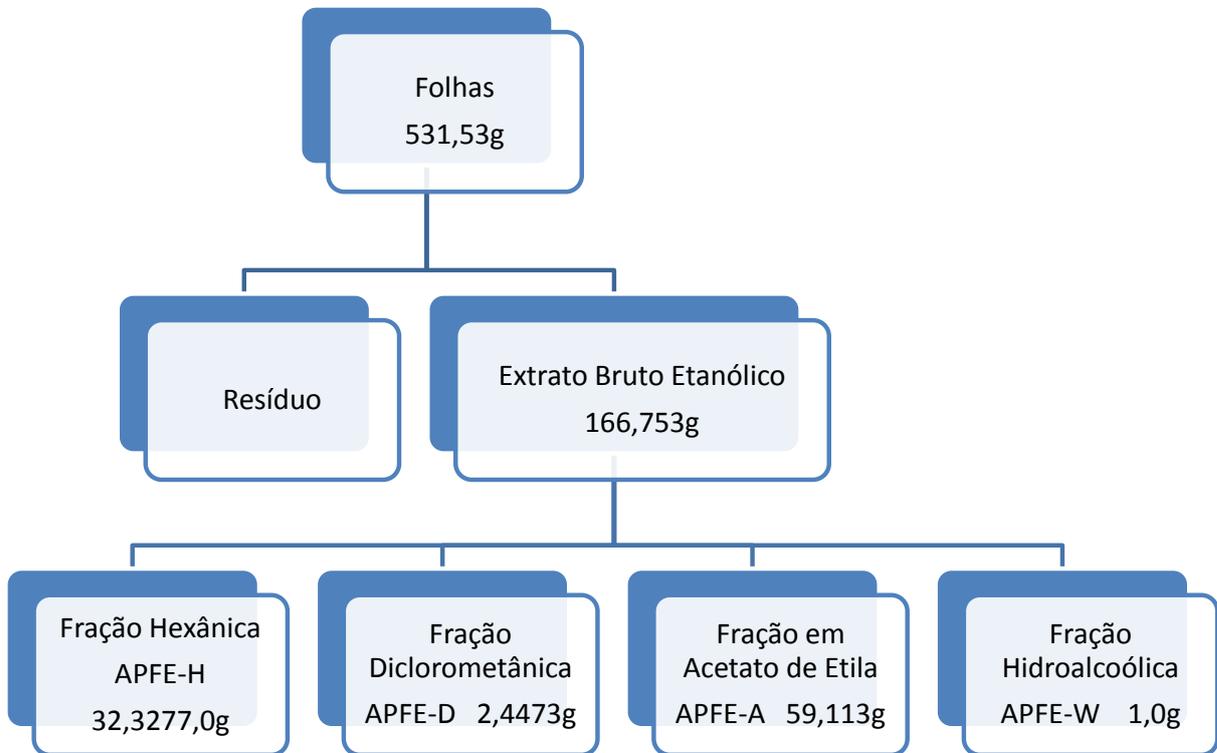


Figura 1. Obtenção das frações a partir das folhas de *A. paniculata*. Fonte: Adaptado de Pereira (2012).

Os extratos foram colocados em frascos de vidro que foram fechados hermeticamente com tampa de rosca e cobertos com papel alumínio onde permaneceram até sua utilização nos experimentos. Para a preparação dos extratos, foram utilizados 1,0 g das frações hexânica, acetato de etila, hidroalcoólica e 0,46 g da fração diclorometânica. As frações APFE-H, APFE-D e APFE-A foram dissolvidas em acetona e água (1:1), e a fração APFE-W dissolvida em etanol e água (1:1), todos na concentração de 1%. As soluções foram colocadas no aparelho de ultra-som afim de obter uma dissolução completa. As demais concentrações foram fracionadas a partir da concentração inicial.

Nos tratamentos foram utilizadas as seguintes concentrações dos extratos: APFE-H: 0,01%, 0,1%, 0,5% e 1%; APFE-D: 0,01%, 0,1%, 0,5% e 1%; APFE-A: 0,01%, 0,1%, 0,5% e 1%; APFE-W: 0,01%, 0,1%, 0,5% e 1% e mais o tratamento adicional de testemunha. Após a preparação dos extratos foram tratados discos de 2,5cm de diâmetro de folhas de plantas de soja que foram imersos em cada concentração dos extratos por 30 segundos e postos para

secagem sobre papel toalha em ar livre. O mesmo foi feito em água destilada para o tratamento de testemunha.

4.5 Efeito de *Andira paniculata* na biologia de *Helicoverpa armigera*

Lagartas de *H. armigera* recém-emergidas foram individualizadas em placas de Petri de 9,0 cm de diâmetro contendo papel filtro levemente umedecido e vedadas com filme de polietileno, para evitar fuga delas. As lagartas foram alimentadas com folhas de soja, as quais foram tratadas com os extratos descritos anteriormente, com as concentrações distintas. Essas placas foram mantidas no laboratório em condições controladas (temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 horas), sendo as folhas substituídas diariamente por outras.

Realizava-se a retirada de excrementos das lagartas bem como a troca de papel diariamente. No momento da troca das folhas, anotou-se o número de lagartas mortas. Tal procedimento foi adotado até que as larvas passassem para o estágio de pupa. As larvas sobreviventes foram pesadas aos 10 dias após o início do experimento e as pupas foram retiradas das placas 24 horas após a sua formação, pesadas e repostas na placa visando à emergência dos adultos. Durante a fase adulta as mariposas não receberam nenhum tipo de alimentação.

As variáveis biológicas avaliadas foram: a) fase larval: período e viabilidade do estágio larval e peso das lagartas aos 10 dias de idade; b) fase de pupa: período e viabilidade pupal e peso com 24 horas de idade; c) ciclo total. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 17 tratamentos e 20 repetições.

O percentual de mortalidade foi calculado de acordo com Abbott, (1925) descrita pela fórmula: $PC (\%) = ((\text{Test} - \text{Trat})/\text{Test}) * 100$, onde: Trat = mortalidade observada no tratamento com o extrato ou produto; Test = mortalidade observada no tratamento testemunha. Determinou-se o índice de a CL_{50} para o efeito da mortalidade larval de *H. armigera* para cada fração dos extratos de *A. paniculata*.

4.6 Atratividade e não preferência para alimentação

O ensaio da atratividade com lagartas de *H. armigera* de 3º instar foi iniciado quando as plantas de soja completaram 35 dias após o plantio. Nos testes de atratividade com chance de escolha utilizaram-se formas de alumínio (350 mm de diâmetro), forradas com papel filtro umedecido e tampadas com vidro transparente, onde foram colocados os discos foliares tratados com os extratos da planta inseticida. Para obtenção dos discos foliares foi utilizado um vazador de $2,5 \text{ cm}^2$ de área, retirando-se de cada folha dois discos simetricamente opostos

à nervura principal. Um disco foi utilizado para o teste e o outro como alíquota, a fim de determinar a massa seca consumida. Para isso, a sobra do disco e a alíquota foram desidratadas em estufa a 60°C durante 48 horas para obtenção da diferença entre a massa da alíquota e a massa da sobra do disco após o consumo das lagartas.

Foram liberadas no centro de cada arena 17 lagartas de 3º instar. A atratividade alimentar (número médio de lagartas atraídas para os discos foliares) foi avaliado ao 3, 5, 10, 15 e 30 minutos e a 1, 2, 6, 12 e 24 horas após a liberação das lagartas. O delineamento foi em blocos casualizados com 17 tratamentos e 8 repetições.

Foi determinado o índice de preferência (IP) para alimentação de *H. armigera* alimentada em folhas de soja tratadas com os extratos vegetais através das fórmulas de Kogan e Goeden (1970) e a porcentagem de deterrência (PD) de Singh and Pant (1980).

$$IP = 2A/(M+A),$$

Onde:

IP = índice de preferência alimentar;

A = área consumida nos discos tratados e

M = área consumida nos discos não tratados.

Os valores de IP variam entre zero e dois, sendo classificados como: efeito fagoestimulante, se IP for maior do que 1; efeito neutro se IP for igual a 1 e efeito fagodeterrente, se IP for menor do que 1.

$$PD = \frac{DCLC - DCLT}{DCLC + DCLT} \times 100$$

Onde:

PD = porcentagem de deterrência;

DCLC = Disco consumido por larva no tratamento controle (mg);

DCLT = Disco consumido por larva no tratamento (mg).

4.7 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o software R (pacote ExpDes.pt). Para determinar a CL₅₀ em cada fração dos extratos inseticidas utilizou-se o software R (pacote bda) (R team, 2016).

5 RESULTADOS

5.1 Efeito de *Andira paniculata* na biologia de *Helicoverpa armigera*

O peso larval de *H. armigera* criadas em soja tratada com diferentes frações e concentrações de *A. paniculata* foi influenciado significativamente ($p < 0,0001$) das demais variáveis analisadas. (Tabela 1). O período larval ($p = 0,8498$) e pupal ($p = 0,3916$), o peso pupal ($p = 0,1798$) e o ciclo ($p = 0,8991$) foram estatisticamente iguais não sendo influenciadas pelas diferentes concentrações e frações dos extratos. O peso larval foi menor nas lagartas alimentadas com as frações Hexânica 0,01 e 0,10%, Diclorometânica 0,10%, Acetato de Etila 0,5 e 1% e Hidroalcoólica 0,10 e 1%, as quais diferiram estatisticamente das demais concentrações, que apresentaram as maiores médias variando de 0,09 a 0,11 g.

Tabela 1. Duração dos períodos (\pm EPM) larval, pupal e ciclo (dias) e peso larval e pupal (g) de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com folhas de soja tratadas com diferentes concentrações (%) de extratos de *Andira paniculata*. Urutaí, Goiás, Brasil, 2015.

| Concentrações do extrato (%) | Período larval (dias) | Peso larval (g) | Período pupal (dias) | Peso pupal (g) | Ciclo (dias) |
|------------------------------|-----------------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Hexânico | | | | | |
| 0,01 | 24,00 \pm 2,31 | 0,07 \pm 0,01b | - ¹ | 0,16 \pm 0,03 | - |
| 0,10 | 26,50 \pm 1,45 | 0,07 \pm 0,00b | 13,20 \pm 0,97 | 0,15 \pm 0,01 | 42,20 \pm 2,46 |
| 0,50 | 23,50 \pm 0,38 | 0,09 \pm 0,00a | 13,29 \pm 0,92 | 0,18 \pm 0,01 | 42,29 \pm 1,08 |
| 1,00 | 23,18 \pm 0,86 | 0,10 \pm 0,01a | 14,89 \pm 0,48 | 0,16 \pm 0,01 | 42,11 \pm 0,75 |
| Diclorometânico | | | | | |
| 0,01 | 23,92 \pm 0,73 | 0,11 \pm 0,01a | 13,25 \pm 0,63 | 0,14 \pm 0,01 | 39,50 \pm 0,50 |
| 0,10 | 24,50 \pm 0,67 | 0,06 \pm 0,01b | 14,00 \pm 1,58 | 0,16 \pm 0,02 | 41,25 \pm 1,25 |
| 0,50 | 22,58 \pm 0,82 | 0,11 \pm 0,01a | 13,67 \pm 0,48 | 0,14 \pm 0,01 | 40,92 \pm 0,82 |
| 1,00 | 24,17 \pm 1,01 | 0,09 \pm 0,01a | 13,11 \pm 0,45 | 0,15 \pm 0,01 | 41,67 \pm 0,69 |
| Acetato de Etila | | | | | |
| 0,01 | 24,08 \pm 1,03 | 0,09 \pm 0,01a | 13,91 \pm 0,48 | 0,15 \pm 0,01 | 41,27 \pm 0,95 |
| 0,10 | 23,00 \pm 0,80 | 0,11 \pm 0,01a | 13,78 \pm 0,52 | 0,15 \pm 0,01 | 42,11 \pm 0,79 |
| 0,50 | 24,00 \pm 2,21 | 0,08 \pm 0,01b | 14,25 \pm 0,48 | 0,15 \pm 0,01 | 40,75 \pm 0,75 |
| 1,00 | 23,67 \pm 0,76 | 0,08 \pm 0,00b | 13,30 \pm 0,40 | 0,16 \pm 0,01 | 41,60 \pm 0,67 |
| Hidroalcoólico | | | | | |
| 0,01 | 24,25 \pm 0,78 | 0,09 \pm 0,01a | 13,36 \pm 0,28 | 0,16 \pm 0,01 | 41,21 \pm 0,71 |
| 0,10 | 23,13 \pm 0,82 | 0,08 \pm 0,00b | 12,33 \pm 0,32 | 0,13 \pm 0,00 | 41,17 \pm 0,68 |
| 0,50 | 23,45 \pm 1,00 | 0,09 \pm 0,01a | 14,00 \pm 0,44 | 0,12 \pm 0,01 | 42,00 \pm 0,79 |
| 1,00 | 22,83 \pm 1,17 | 0,08 \pm 0,01b | 13,80 \pm 0,42 | 0,15 \pm 0,01 | 42,50 \pm 1,28 |
| Controle | 23,42 \pm 0,62 | 0,10 \pm 0,01a | 13,30 \pm 0,40 | 0,15 \pm 0,01 | 42,40 \pm 0,73 |
| F | 0,6373 ^{ns} | 3,4888* | 1,0696 ^{ns} | 1,3395 ^{ns} | 0,5723 ^{ns} |
| P | 0,8498 | <0,0001 | 0,3916 | 0,1798 | 0,8991 |

Medias, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. ¹ Numero insuficiente de repetições para análise estatística. ^{ns} Não significativo. EPM Erro Padrão da Média.

O extrato de *A. paniculata* não promoveu alterações no período e peso pupal e no ciclo de *H. armigera*, indicando não ter influência nestas variáveis analisadas. Não foi possível avaliar o período pupal e o ciclo na fração Hexânica 0,01%, pois as pupas ficaram inviáveis.

A mortalidade larval de *H. armigera* diferiu-se estatisticamente das outras variáveis biológicas (Tabela 2). A mortalidade pupal não se diferiu estatisticamente ($p = 1501$). Para a mortalidade larval ($p < 0,05$) as maiores médias foram obtidas nas frações Hexânica 0,01, 0,10 e 0,5% que atingiram valores de mortalidade de 85, 70 e 60%, respectivamente, na fração Diclorometânica 0,1% com 65% de mortalidade e na fração Acetato de Etila 0,5% que atingiu 70% de mortalidade. Para as demais frações a mortalidade larval variou de 25 a 50%, as quais não diferiram estatisticamente do tratamento controle.

Tabela 2. Mortalidade larval e pupal, CL_{50} (%) e deterrência de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com folhas de soja tratadas com diferentes concentrações (%) de extratos de *Andira paniculata*. Urutaí, Goiás, Brasil, 2015.

| Concentrações do extrato (%) | Mortalidade Larval (%) | CL_{50} (%) | Mortalidade Pupal (%) | Deterrência (%) |
|------------------------------|------------------------|---------------|-----------------------|-----------------|
| Hexânico | | | | |
| 0,01 | 85,00±08,19a | | 33,33±33,33 | - |
| 0,1 | 70,00±10,51a | 0,8261 | 16,67±16,67 | + |
| 0,5 | 60,00±11,24a | | 12,50±12,50 | - |
| 1 | 45,00±11,41b | | 18,18±12,19 | - |
| Diclorometânico | | | | |
| 0,01 | 40,00±11,24b | | 66,66±14,21 | - |
| 0,1 | 65,00±10,95a | 0,0994 | 33,33±21,08 | - |
| 0,5 | 40,00±11,24b | | 08,33±08,33 | - |
| 1 | 40,00±11,24b | | 25,00±13,05 | - |
| Acetato de Etila | | | | |
| 0,01 | 40,00±11,24b | | 08,33±08,33 | + |
| 0,1 | 40,00±11,24b | 0,9255 | 25,00±13,05 | - |
| 0,5 | 70,00±10,51a | | 33,33±21,08 | + |
| 1 | 40,00±11,24b | | 16,67±11,23 | - |
| Hidroalcoólico | | | | |
| 0,01 | 40,00±11,24b | | 08,33±08,33 | ++ |
| 0,1 | 25,00±09,93b | 0,4484 | 16,67±11,23 | - |
| 0,5 | 50,00±11,41b | | 30,00±15,27 | ++ |
| 1 | 40,00±11,24b | | 42,85±20,20 | - |
| Controle | | | | |
| | 40,00±11,24b | | 16,67±11,23 | |
| F | 2,0348* | | 1,3977 ^{ns} | |
| P | 0,0109 | | 0,1501 | |

Medias, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. ^{ns} Não significativo. EPM. Erro Padrão da Média. - Não deterrente; + deterrência até 25%; ++ deterrência entre 25-50%; +++ deterrência entre 50-75%; ++++deterrência acima de 75%.

A CL₅₀ (Concentração Letal) na fração Acetato de Etila foi estimada em 0,9255% indicando que a fração possui um menor efeito na mortalidade larval, seguida da fração Hexânica 0,8261% e da fração Hidroalcoólica 0,4484%. A fração que apresentou a menor CL₅₀ foi a Diclorometânica 0,0994%, indicando que esta tem um maior efeito na mortalidade larval de *H. armigera*. Os extratos que promoveram menor efeito deterrente, com valores chegando até 25%, foram nas frações Hexânica 0,10% e Acetato de Etila 0,01 e 0,5%, porém a fração Hidroalcoólica 0,01 e 0,5% foram as que obtiveram melhores resultados de deterrência com valores variando de 25 a 50%. As demais frações não apresentaram efeito deterrente, as quais não diferiram do controle.

5.2 Atratividade de *Andira paniculata* em *Helicoverpa armigera*.

No teste com chance de escolha não foram observadas diferenças significativas entre as diferentes frações dos extratos e as correspondentes concentrações nos períodos de 3, 5, 10,15 e 30 minutos (Tabela 3) e nos tempos de 1, 2, 6 e 12 horas (Tabela 4). Com relação à massa seca consumida ($p= 0,9179$), não houve diferença significativa.

Tabela 3. Número médio (\pm EPM) de lagartas de *Helicoverpa armigera* (Lepoptera: Noctuidae) em discos foliares de soja tratados com diferentes concentrações (%) de *Andira paniculata* em teste com chance de escolha. Urutaí, Goiás, Brasil, 2015.

| Extratos (%) | Tempo em minutos | | | | |
|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 3 | 5 | 10 | 15 | 30 |
| Hexânico | | | | | |
| 0,01 | 0,12 \pm 0,12 | 0,12 \pm 0,12 | 0,37 \pm 0,18 | 0,37 \pm 0,18 | 0,62 \pm 0,26 |
| 0,1 | 0,25 \pm 0,16 | 0,25 \pm 0,16 | 0,37 \pm 0,18 | 0,37 \pm 0,18 | 0,50 \pm 0,19 |
| 0,5 | 0,25 \pm 0,16 | 0,50 \pm 0,19 | 0,50 \pm 0,19 | 0,50 \pm 0,19 | 0,75 \pm 0,25 |
| 1 | 0,12 \pm 0,12 | 0,00 \pm 0,00 | 0,12 \pm 0,12 | 0,12 \pm 0,12 | 0,87 \pm 0,29 |
| Diclorometânico | | | | | |
| 0,01 | 0,25 \pm 0,25 | 0,00 \pm 0,00 | 0,50 \pm 0,19 | 0,50 \pm 0,19 | 0,75 \pm 0,25 |
| 0,1 | 0,12 \pm 0,12 | 0,25 \pm 0,16 | 0,62 \pm 0,26 | 0,62 \pm 0,26 | 1,25 \pm 0,23 |
| 0,5 | 0,12 \pm 0,12 | 0,00 \pm 0,00 | 0,00 \pm 0,00 | 0,00 \pm 0,00 | 0,62 \pm 0,26 |
| 1 | 0,12 \pm 0,12 | 0,37 \pm 0,18 | 0,62 \pm 0,26 | 0,62 \pm 0,26 | 1,00 \pm 0,19 |
| Acetato de Etila | | | | | |
| 0,01 | 0,12 \pm 0,12 | 0,12 \pm 0,12 | 0,25 \pm 0,16 | 0,25 \pm 0,16 | 0,62 \pm 0,26 |
| 0,1 | 0,25 \pm 0,16 | 0,25 \pm 0,16 | 0,25 \pm 0,16 | 0,25 \pm 0,16 | 0,62 \pm 0,26 |
| 0,5 | 0,00 \pm 0,00 | 0,25 \pm 0,16 | 0,25 \pm 0,16 | 0,25 \pm 0,16 | 0,62 \pm 0,26 |
| 1 | 0,00 \pm 0,00 | 0,00 \pm 0,00 | 0,37 \pm 0,18 | 0,37 \pm 0,18 | 0,25 \pm 0,26 |
| Hidroalcoólico | | | | | |
| 0,01 | 0,25 \pm 0,16 | 0,37 \pm 0,18 | 0,87 \pm 0,29 | 0,87 \pm 0,29 | 1,12 \pm 0,29 |
| 0,1 | 0,00 \pm 0,00 | 0,12 \pm 0,12 | 0,12 \pm 0,12 | 0,12 \pm 0,12 | 0,50 \pm 0,19 |
| 0,5 | 0,25 \pm 0,16 | 0,37 \pm 0,18 | 0,62 \pm 0,26 | 0,62 \pm 0,26 | 0,62 \pm 0,26 |
| 1 | 0,25 \pm 0,16 | 0,12 \pm 0,12 | 0,12 \pm 0,12 | 0,12 \pm 0,12 | 0,25 \pm 0,16 |
| Controle | | | | | |
| | 0,25 \pm 0,16 | 0,00 \pm 0,00 | 0,25 \pm 0,16 | 0,50 \pm 0,19 | 0,87 \pm 0,29 |
| F | 0,41 ^{ns} | 1,27 ^{ns} | 0,37 ^{ns} | 1,37 ^{ns} | 0,92 ^{ns} |
| P | 0,9758 | 0,2242 | 0,1677 | 0,1677 | 0,5456 |

Medias, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo. EPM - Erro Padrão da Média

Tabela 4. Número médio (\pm EPM) de lagartas de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e massa seca consumida (mg) em discos foliares de soja tratados com diferentes concentrações (%) de *Andira paniculata* em teste com chance de escolha. Urutaí, Goiás, Brasil, 2015.

| Extratos (%) | Tempo em horas | | | | Massa seca consumida (mg) |
|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|
| | 1 | 2 | 6 | 12 | |
| Hexânico | | | | | |
| 0,01 | 0,62 \pm 0,26 | 0,50 \pm 0,19 | 0,62 \pm 0,26 | 0,87 \pm 0,29 | 3,30 \pm 1,00 |
| 0,1 | 0,62 \pm 0,26 | 0,62 \pm 0,26 | 0,62 \pm 0,26 | 0,25 \pm 0,16 | 2,30 \pm 0,99 |
| 0,5 | 0,62 \pm 0,26 | 0,62 \pm 0,26 | 0,50 \pm 0,19 | 1,12 \pm 0,39 | 2,10 \pm 0,73 |
| 1 | 0,87 \pm 0,29 | 0,87 \pm 0,29 | 1,00 \pm 0,27 | 1,50 \pm 0,32 | 2,60 \pm 0,72 |
| Diclorometânico | | | | | |
| 0,01 | 0,62 \pm 0,26 | 0,87 \pm 0,29 | 1,00 \pm 0,27 | 1,12 \pm 0,39 | 2,60 \pm 0,72 |
| 0,1 | 1,62 \pm 0,32 | 1,50 \pm 0,32 | 1,25 \pm 0,31 | 0,87 \pm 0,29 | 3,10 \pm 0,98 |
| 0,5 | 0,50 \pm 0,19 | 0,50 \pm 0,19 | 0,50 \pm 0,19 | 0,75 \pm 0,25 | 2,80 \pm 0,69 |
| 1 | 1,25 \pm 0,31 | 1,25 \pm 0,31 | 1,25 \pm 0,31 | 1,25 \pm 0,31 | 3,70 \pm 0,83 |
| Acetato de Etila | | | | | |
| 0,01 | 0,62 \pm 0,26 | 0,87 \pm 0,29 | 1,00 \pm 0,27 | 1,00 \pm 0,27 | 3,50 \pm 1,11 |
| 0,1 | 0,62 \pm 0,26 | 0,62 \pm 0,26 | 0,75 \pm 0,25 | 0,62 \pm 0,26 | 2,70 \pm 1,04 |
| 0,5 | 0,75 \pm 0,25 | 0,75 \pm 0,25 | 0,62 \pm 0,26 | 0,75 \pm 0,25 | 3,10 \pm 0,98 |
| 1 | 0,25 \pm 0,16 | 0,25 \pm 0,16 | 0,37 \pm 0,18 | 1,00 \pm 0,27 | 3,10 \pm 0,98 |
| Hidroalcoólico | | | | | |
| 0,01 | 0,62 \pm 0,26 | 0,62 \pm 0,26 | 0,87 \pm 0,29 | 0,87 \pm 0,29 | 1,60 \pm 0,52 |
| 0,1 | 0,87 \pm 0,29 | 0,75 \pm 0,25 | 0,87 \pm 0,29 | 0,50 \pm 0,19 | 2,50 \pm 0,92 |
| 0,5 | 0,75 \pm 0,25 | 0,75 \pm 0,25 | 0,87 \pm 0,29 | 0,62 \pm 0,26 | 1,50 \pm 0,54 |
| 1 | 0,37 \pm 0,18 | 0,50 \pm 0,19 | 0,62 \pm 0,26 | 0,87 \pm 0,29 | 3,30 \pm 1,00 |
| Controle | 0,50 \pm 0,19 | 0,62 \pm 0,26 | 0,50 \pm 0,19 | 0,87 \pm 0,29 | 2,40 \pm 0,68 |
| F | 1,39 ^{ns} | 1,03 ^{ns} | 0,91 ^{ns} | 0,93 ^{ns} | 0,54 ^{ns} |
| P | 0,1585 | 0,4345 | 0,5582 | 0,5362 | 0,9179 |

Medias, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo. EPM - Erro Padrão da Média

No índice de preferência alimentar, em teste com chance de escolha, é possível observar que as frações Hexânica 0,1%, Acetato de etila 0,01 e 0,5% e Hidroalcoólica 0,01 e 0,5%, apresentaram efeito fagoderrente sobre a *H. armigera*, reduzindo a alimentação das lagartas nestes extratos. Já as demais frações apresentaram efeito fagoestimulante às lagartas, diferentemente do controle que apresentou um efeito neutro (Figura 2).

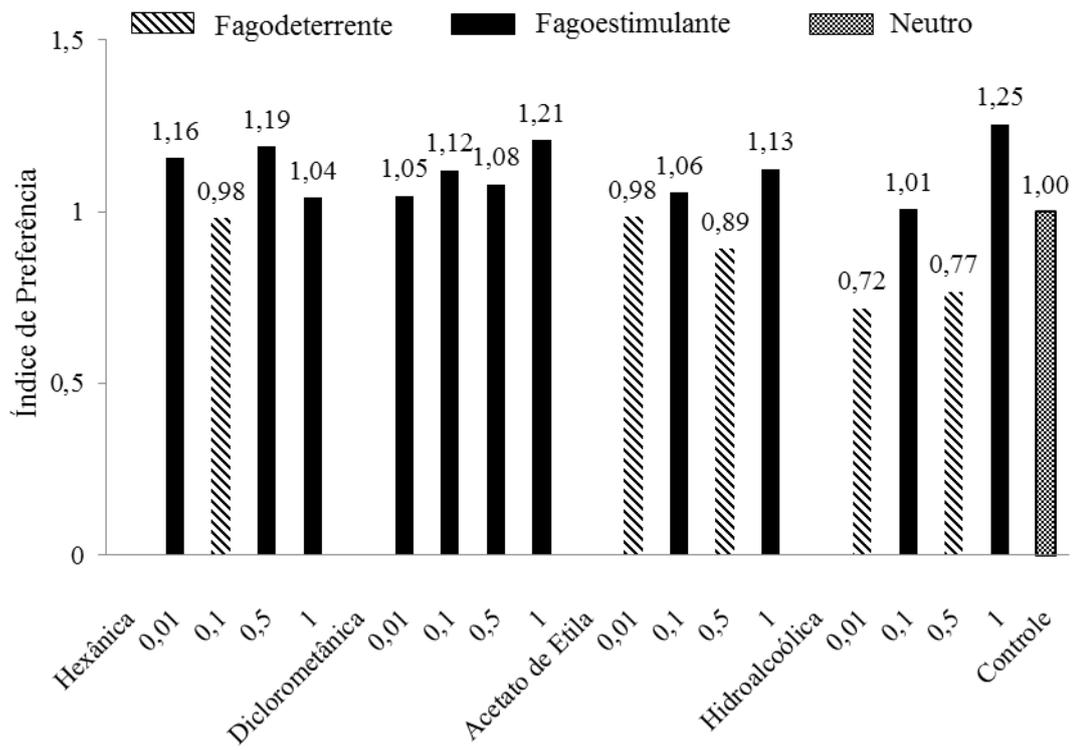


Figura 2. Índice de preferência alimentar de lagartas de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em discos foliares de soja tratados com diferentes concentrações (%) de *Andira paniculata* em teste com chance de escolha. Urutaí, Goiás, Brasil, 2015.

6 DISCUSSÃO

Notadamente, a variável peso larval das lagartas de *H. armigera* foi a mais afetada pela ingestão de folhas de soja tratadas com os diferentes extratos de *A. paniculata*. Pode-se considerar, portanto, que os extratos de *A. paniculata* tiveram efeito antialimentar sobre essa praga. No trabalho de Pereira, (2012) que avaliou extratos dessa mesma planta em *Spodoptera frugiperda* relatou que só houve diferença significativa do tratamento diclorometano na duração da fase larval, sendo menor que o controle. Relatos em literaturas que mostram outras plantas inseticidas causando efeitos negativos em insetos. Efeito semelhante, no peso larval, foi constatado por Santiago et al. (2007) que avaliaram efeito inseticida de extratos de arruda (*Ruta graveolens*) sobre *S. frugiperda* em dieta artificial.

Todas as frações do extrato de *A. paniculata* avaliadas promoveram redução de peso das lagartas (Tabela 1). A alimentação contínua dos discos de soja tratados com extratos de *A. paniculata* induziu varias anomalias em larvas, pupas e adultos de *H. armigera* (Figura 3). Efeitos semelhantes, estudando uma planta da mesma família, foram relatados por Nathala; Dhingra (2009) quando alimentadas com extratos de sementes de *Caesalpinia crista* na biologia de *H. armigera*. Entretanto, quantificação e caracterização dessas deformações não foram alvos do nosso estudo e serão pormenorizadas em trabalho futuro.

A ingestão dos extratos de *A. paniculata* pelas lagartas de *H. armigera* não acarretou redução nos pesos das pupas. Resultados estes que corroboram os encontrados por Pereira (2012), que estudaram efeitos antialimentares dessa mesma planta para *S. frugiperda*. De-Ling et al. (2000), não verificaram redução no peso de pupas de *H. armigera* quando as lagartas foram alimentadas com dieta artificial contendo extratos aquosos de óleo de nim (0,3% de azadiractina). Por outro lado, outros autores constataram redução significativa no peso das pupas de *S. frugiperda* alimentadas com dietas contendo extratos vegetais de plantas da família Meliaceae (RODRÍGUEZ; VENDRAMIM, 1997).

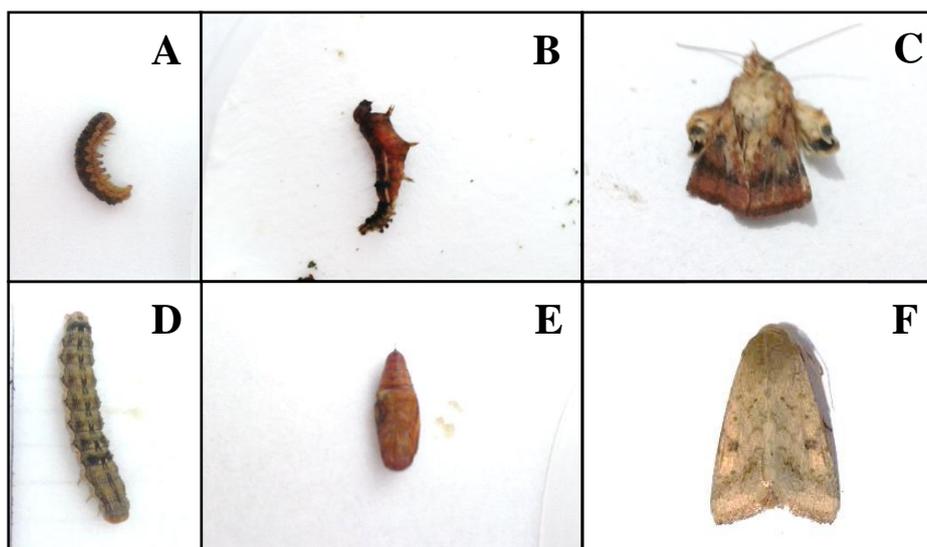


Figura 3. Efeito inibitório de extratos de *A. paniculata* em *H. armigera*: larva tratada (A); pupa tratada (B); adulto anormal (C); larva normal (D); pupa normal (E); adulto normal (F). Urutaí, Goiás, Brasil, 2015.

Maredia et al. (1992), por exemplo, adicionaram pó e óleo de sementes de *A. indica* a dietas utilizadas para alimentar seis espécies de insetos que danificam o milho, observaram que em *S. frugiperda*, *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae), *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae) e *D. grandiosella* (Dyar) (Lepidoptera: Pyralidae) houve redução da sobrevivência e desenvolvimento larval. Bogorni e Vendramim (2005) também observaram efeitos negativos semelhante na sobrevivência e peso larval de *S. Frugiperda* com essa mesma planta.

O efeito dos extratos de *A. paniculata* foi variável sobre a mortalidade de *H. armigera*, havendo situações em que ocorreu a maior mortalidade (85%) com concentração da fração Hexânica 0,01%. Pereira, (2012) frente a operárias de *Atta sexdens rubropilosa* as três frações testadas (diclorometano, hexano e acetato de etila) provocaram alta mortalidade. Em trabalhos realizados por Matos et al. (2006) e Nathala; Dhingra (2009) que tiveram por objetivo avaliar extratos de *Trichilia* spp. e *Caesalpinia crista* na biologia de *S. frugiperda* e *H. armigera*, respectivamente, mostraram resultados semelhantes ao presente estudo, onde a mortalidade larval foi superior a 60%. No trabalho de Baskar et al. (2009), que avaliaram extratos de *Cassia tora* na mortalidade pupal de *H. armigera*, concluíram que todos os extratos promoveram até 100% de mortalidade. Já Teixeira et al. (2014) observaram maior taxa de mortalidade de *S. frugiperda* na fração Hexânica de *Trichilia silvatica*.

Os resultados obtidos nos testes com chance de escolha (Figura 2) proporcionaram certa deterrência aos insetos, exceto na fração Diclorometânica, que se comportou como

estimulante. Porém Baskar et al. (2009) estudando extratos de *Atalantia monophylla* constataram que todas as frações do extrato causaram efeito fagodeterrente para *H. armigera*.

A deterrência demonstrada pelos extratos testados confirma que o uso de extratos de plantas faz com que determinados componentes ativos presentes nos vegetais, quando utilizados de forma concentrada, atuem no controle de insetos, inibindo sua alimentação ou prejudicando-os após a ingestão (COSTA et al., 2004; MEDEIROS; BOIÇA JÚNIOR, 2005).

7 CONCLUSÕES

O extrato de *A. paniculata* na fração hexânica (0,01%) causou a mortalidade de até 85% das lagartas de *H. armigera*.

Os extratos de *A. paniculata* não afetaram o período larval, peso, período e mortalidade pupal e o consumo de lagartas de *H. armigera*.

Os extratos na fração Hidroalcoólica obtiveram melhores resultados para deterrência.

O extrato de *A. paniculata* na fração diclorometânica apresentou a menor CL_{50} .

Os extratos de *A. paniculata* nas frações hexânica (0,1%), acetato de etila (0,01 e 0,5%) e hidroalcoólica (0,01 e 0,5%) foram fagodeterrente a *H. armigera*.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v.18, p. 265-266, 1925.
- ADAMCZYK JUNIOR, J. J.; HOLLOWAY, J. W.; LEONARD, B. R.; GRAVES, J. B. Defining the period of boll susceptibility to fall armyworm injury in cotton. In: BELTWISE COTTON CONFERENCE, 1997, Memphis. Proceedings... Memphis: National Cotton Council, 1997. p. 941-947.
- AHMAD M, IQBAL A M, AHMAD Z. Susceptibility of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) to new chemistries in Pakistan. **Crop Protection**, v. 22, p.539-544, 2003.
- AKHTAR, Y.; ISMAN, M. B.; NIEHAUS, L. A.; LEE, C.; LEE, H.; Antifeedant and toxic effects of naturally occurring and synthetic quinones to the cabbage looper, *Trichoplusia ni*. **Cop Protection**, v. 31, p. 8-14, 2012.
- ALI, A.; CHOUDHURY, R. A. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. **Tunisian Journal of Plant Protection**, v. 4, p. 99-106. 2009.
- ARAÚJO, M. S.; DELLA LUCIA, T. M. C.; MOREIRA, M. D.; PICANÇO, M. C. Toxicidade de extratos hexânicos de plantas às operárias de *Atta laevigata* e *Acromyrmex subterraneus subterraneus* (Formicidae: Attini). **Revista Brasileira de Agrociências**, v. 14, p. 106-114, 2008.
- ARNÓ, J.; GABARRA, R.; ROIG, J.; FOSCH, T. Integrated pest management for processing tomatoes. Ebro Delta (Spain). **Acta Horticulturae**, v. 487, p. 207-212, 1999.
- ÁVILA, C. J.; VIVAN, L. M.; TOMQUELSKI, G.V. **Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícola**. Circular Técnica Embrapa. Dourados/MS. 2013.
- BANERJEE, S.; SINGHA, S.; LASKAR, S.; CHANDRA, G. Efficacy of *Limonia acidissima* L. (Rutaceae) leaf extract on larval immatures of *Culex quinquefasciatus* Say 1823. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v.4, p.711-716, 2011.
- BARROS, E. M.; TORRES, J. B. História de vida de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro, milho, milheto e soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura brasileira e expansão dos mercados: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009, p. 433-440.
- BASKAR, K.; IGNACIMUTHUA, S. Antifeedant, larvicidal and growth inhibitory effects of ononitol monohydrate isolated from *Cassia tora* L. against *Helicoverpa armigera* (Hub.) and *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae). **Chemosphere**, v. 88, p.384-388, 2012.
- BASKAR, K.; KINGSLEY, S.; VENDAN, S. E.; PAULRAJ, M. G.; DURAI PANDIYAN, V.; IGNACIMUTHU, S. Antifeedant, larvicidal and pupicidal activities of *Atalantia monophylla* (L) Correa against *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). **Entomology Research Institute**, v. 75, p. 355-359, 2009.

BEHERE, G.T.; TAY, W.T.; RUSSEL, D.A.; HECKEL, D.G.; APPLETON, B.R.; RANTHI, K.R.; BATTERHAM, P. Mitochondrial DNA analysis of field populations of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and of its relationship to *H. zea*. **BMC Evolutionary Biology**, v. 7, p.1-10, 2007.

BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas**. Uso e perspectivas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. 332 p.

BLACK, R. J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). **Soja: tecnologia de produção II**. Piracicaba: ESALQ, p.118, 2000.

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

BOIÇA JUNIOR, A.L.; MEDEIROS, C.; A.; M.; TORRES, A.; L.; CHAGAS FILHO, N.; R. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em couve. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.72, p.45-50, 2005.

BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo: origem, história e distribuição. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, p. 1-6, 1981.

BOYCE, A.M. Historical aspects of insecticide development. In: METCALF, R.L.; MCKELVEY Jr., J.J. **The future for insecticides: Needs and prospects: proceedings of a Rockefeller Foundation Conference**. Bellagio, Italy, p. 22-27, 1974.

BUENO, R. C. O. F., YAMAMOTO, P. T., CARVALHO, M. M., BUENO, N. M. Occurrence of *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) on citrus in the state of Sao Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 520-523, 2014.

CAMPOS, A. P. **Efeito de óleo de nim (*Azadirachta indica*) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae)**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 87p. 2012.

CESAR AUGUSTO MANFRÉ MEDEIROS (2); ARLINDO LEAL BOIÇA JÚNIOR Efeito da aplicação de extratos aquosos em couve na alimentação de lagartas de *Ascia monuste orseis*. **Bragantia**, v.64, p.633-641, 2005.

CHOUGULE, N. P.; GIRI, A. P.; SAINANI, M. N.; GUPTA, V. S. Gene expression. Patterns of *Helicoverpa armigera* gut proteases. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 35, p 355–367, 2005.

CHUNG, G.; SINGH, R.J. Broadening the Genetic Base of Soybean: A Multidisciplinary Approach. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 27, p. 295-341, 2008.

COITINHO, R.L.B.C.; OLIVEIRA, J.V.; GONDIM JR., M.G.C.; CÂMRA, C.A.G. Toxicidade por fumigação, contato e ingestão de óleos essenciais para *Sitophilus zeamais* Motschulski, 1885 (Coleoptera: Curculionidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.172-178, 2011.

COLEY, P.D., BARONE, J.A. Herbivory and plant defenses in tropical forests. **Annual Review of Ecology and Systematic**, v. 27, p. 305-335, 1996.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: Grãos**, v.2 – Safra 2014/15, n. 12 - décimo segundo levantamento, setembro/2015. Brasília: CONAB, 2015, 134 p.

CORRÊA, J.C.R.; SALGADO, H.R.N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, p.500-506, 2011.

CORRÊA, M. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional do Rio de Janeiro. 1984.

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

CRUZ, C. D. **Programa GENES**: Biometria.1ed. Editora UFV, Viçosa, 2006. 382p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v. 1. Viçosa: UFV, 2012. 514 p.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVAN L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAISET, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, p. 110-113, 2013.

DALL'AGNOL, A., LAZAROTTO, J.J., HIRAKURI, M.H. **Desenvolvimento, Mercado e Rentabilidade da Soja Brasileira**. Embrapa Soja. (Circular Técnica, 74). Londrina: CNPSo, 2010. 19 p.

DECKER, S. **Inseticidas vegetais**. **Boletim da Agricultura**. São Paulo: Secretaria de Agricultura, Indústrias e Comércio do Estado de S. Paulo, 1942, 18 p.

DEGRANDE, P. E. Manejo Integrado de pragas do algodoeiro. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisas Agropecuárias do Oeste (Dourados, MS). Algodão: informações técnicas. Dourados: EMBRAPA-CPAO (Circular técnica, 7). Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1998. p. 154-191.

DE-LING, M. A.; GORDH, G.; ZALUCKI, M. P. Biological effects of azadirachtin on *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera:Noctuidae) fed on cotton and artificial diet. **Australian Journal of Entomology**, v. 39, p. 301-304, 2000.

DIRZO, R.; DOMÍNGUEZ, CA. Plant-herbivore interactions in Mesoamerican tropical dry forest. In BULLOCK, SH., MOONEY, A.; MEDINA, E. (Eds.). **Seasonally Dry Tropical Forests**, 1995, p. 304-325.

DOAK, P.; WAGNER, D.; WATSON, A. Variable extrafloral nectary expression. and its consequences in quaking aspen. **Canadian Journal of Botany**, v. 85, p. 1-9, 2007.

DONG, Y. S.; ZHAO, L. M.; WANG, Z. W.; JIN, Z. Q.; SUN, H. The genetic diversity of cultivated soybean grown in China. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 108, p. 931-936, 2004.

EHRlich, P.R.; RAVEN, P.H. Butterflies and plants: a study in coevolution. **Evolution**, v. 18, p. 586–608, 1964.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil 2014**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 237 p.

FLEMING, PA.; HOFMYER, S.D.; NICOLSON, S.D. Role of insects in the pollination of *Acacia nigrescens* (Fabaceae). **South African Journal of Botany**, v. 73, p. 49-55, 2007.

FREITAS, M. C. M. A Cultura da soja no Brasil: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera – Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 7, p. 1-12, 2011.

GUO, Y. Y. Progress in the researches on migration regularity of *Helicoverpa armigera* and relationships between the pest and its host plants. **Acta Entomologica Sinica**, v. 40, p. 1-6, 1997.

HARDWICK, D.F. The corn earworm complex. **Memoirs of the Entomological Society of Canada**, v.97, p.5-247, 1965.

HEMATI, S. A.; NASERI, B.; NOURI GANBALANI, G.; RAFIEE DASTJERDI, H.; GOLIZADEH, A. Effects of different plants on nutritional indices of the pod borer *Helicoverpa armigera*. **Journal of Insect Science**, v. 12, p. 1-15, 2012.

ISMAN, M.B. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop Protection**, v.19, p.603-608, 2000.

ISMAN, M.B. Repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, v.51, p.45-66, 2006.

JESUS, F. G.; PAIVA, L. A.; GONÇALVES, V. C.; MARQUES, M. A.; BOIÇA JUNIOR, A. L. Efeito de plantas inseticidas no comportamento e biologia de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 78, p. 279-285, 2011.

JOUBENA, N.; AGNOLETB, S.; LORENZC, S.; SCHONEA, S. E.; ELLINGERB, R.; SCHNEIDERB, B. Resistance of Australian *Helicoverpa armigera* to fenvalerate is due to the chimeric P450 enzyme CYP337B3. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 109, p.15206-15211, 2012.

KANT, M. R.; BALDWIN, I. T. The ecogenetics and ecogenomics of plant–herbivore interactions: rapid progress on a slippery road. **Current Opinion in Genetics & Development**, v. 17, p. 519–524, 2007.

KOGAN, M.; GOEDEN, R.D. The host-plant range of *Lemastrilineata daturaphila* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 63, p.1175-1180, 1970.

KLAHOLD, C. A.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; KLAHOLD, A.; CONTIERO, R. F.; BECKER, A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) a ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, p. 179-185, 2006.

LIMA, A. C. S.; LARA, F. M. Resistance of soybean genotypes to the silverleaf whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 71-75, 2004.

LIMA, D.; SANTOS, A. M. B.; GARCIA, A.; OLIVEIRA, A. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; SEIXAS, C. D. S.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, J.F. V.; SANTOS, J. C. F.; LANDGRAFL, L.; OLIVEIRA, L. J.; OLIVEIRA, M. A.; SOARES, R. M. **A produção integrada da soja**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 2008. 8 p.

LIU, Z; GONG, P.; LI, DIANMO; WEI, W. Pupal diapause of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) mediated by larval host plants: pupal weight is important. **Journal of Insect Physiology**, v. 56, p. 1863-1870. 2010.

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

MAREDA, K. M.; SEGURA, O. L.; MIHM, J. A. Effects of neem, *Azadiracta indica*, on six species of maize insect pests. **Tropical Pest Management**, v.38, p.190-195, 1992.

MARON, J.L.; CRONE, E. Herbivory: effects on plant abundance, distribution and population growth. **Proceedings of the Royal Society**. v. 273, p. 2575-2584, 2006.

MATOS, A. P.; NEBO, L.; CALEGARI, E. R.; BATISTA-PEREIRA, L. G.; VIEIRA, P. C.; FERNANDES, J. B.; DA SILVA, M. F. D. G. F.; FILHO, P. F.; RODRIGUES, R. R. Atividade biológica de extratos orgânicos de *Trichilia* spp. (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em dieta artificial. **BioAssay**, v. 1, p. 1-7, 2006.

MATOS, N. F. O gênero *Andira* Lam. (Leguminosae: Papilionoideae) no Brasil. **Acta Amazonica**, v.9, p. 241-266, 1979.

MATTHEWS, M. **Heliothine moths of Australia**: a guide to pest bollworms and related noctuid groups. Melbourne: CSIRO, 1999.

MELLO, M. Influence of herbivore attack patterns on reproductive success of the shrub *Piper hispidum* (Piperaceae). **Ecotropica**, v. 13, p. 1-6, 2007.

MENEZES, A.C.S.; COLE, H. L. A.; SILVA, D. S. E.; SANTOS, A. C. M. S. R.; BUENO, O. Toxicidade de extratos orgânicos de folhas e frutos de *Andira paniculata* Benth frente as operárias *Atta sexdens rubropilosa*. In: 54 Congresso Brasileiro de Química, 2014, Natal. 54 Congresso Brasileiro de Química, 2014.

MENEZES, E. de L. A. **Inseticidas botânicos**: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. (EMBRAPA, documentos 205). Rio de Janeiro: Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 58 p.

- MIRANDA, J. E. **Distribuição vertical de lagartas de *Spodoptera frugiperda* no algodoeiro.** Campina Grande: EMBRAPA/CNPA (Comunicado Técnico, 277), 2006. 4 p.
- MIRANDA, J. E.; FERREIRA, A. C. B. Contra-ataque. **Caderno Técnico Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, p. 7-10, 2005.
- MISSÃO, M. R. Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. Maringá Management: **Revista de Ciências Empresariais**, v. 3, p. 7-15, 2006.
- MORDUE, A.J.; BLACKWELL, A. Azadirachtin: an update. **Journal Insect of Physiology**, v.39, p. 903-924, 1993.
- NASERI, B.;FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V.; GATEHOUSE, A. M. Digestive proteolytic and amylolytic activities of *Helicoverpa armigera* in response to feeding on different soybean cultivars. **Pest Management Science**, v. 66, p. 1.316-1.323, 2010.
- NATHALA, E.; DHINGRA, S. Biological effects of *Caesalpinia crista* seed extracts on *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and its predator, *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 9, p. 159-164, 2006.
- 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, p.1-6, 2009.
- NAZRUSSALAM, A. A.; AHMAD, T.; ALI, H. Relative performance of insecticides and multineem schedules for management of pod borer, *Helicoverpa armigera* (Hubner) in pigeonpea. **Journal of Biological Sciences**, v. 7, p. 1545-1547, 2007.
- NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; OYA, T. Estádios de desenvolvimento da cultura da soja. In: BONATO, E. R. (Ed.). **Estresses em soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 21-44, 2000.
- OLIVEIRA, M. S. S.; ROEL, A. R.; ARRUDA, E. J.; MARQUES, A. S. Eficiência de produtos vegetais no controle da lagarta-do-cartucho-do-milho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**. v. 31, p. 326-331, 2007.
- PATIL, S.; BASHASAB, F.; VIJAYKUMAR; BASAVANAGOUD; KURUVINASHETTI, M. S.; PATIL, B. V. Genetic relatedness among *Helicoverpa armigera* (Hübner) occurring on different host plants as revealed by random amplified polymorphic DNA markers. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 9, p.227-233, 2006.
- PEREIRA, A. P. N. **Avaliação da Atividade Inseticida das Folhas de *Andira paniculata* Benth (Fabaceae).** Tese (Mestrado) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2012. 70p.
- PRIYA, G. N.; OJHA, A.; KAJLA, M. K.; RAJ, A.; RAJAGOPAL, R. Host plant induced variation in Gut Bacteria of *Helicoverpa armigera*. **Plos One**, v.7, p. 307-318, 2012.

QUINTELA, E. D.; TEIXEIRA, S. M.; FERREIRA, S. B.; GUIMARÃES, W. F. F.; OLIVEIRA, L. F. C.; CZEPAK, C. **Desafios do manejo integrado de pragas de soja no Brasil Central**. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2007. 7 p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical puting**, R Foundation for Statistical Computing, 2016.

REED, W. *Heliothis armigera* (Hb.) (Noctuidae) in western Tanganyika: II. Ecology and natural and chemical control. **Bulletin of Entomological Research**, v. 56, p. 127-140, 1965.

RICHETTI, A.; MELO FILHO, G. A. Aspectos sócio-econômicos do algodoeiro. In: **Algodão: tecnologia de produção**. Dourados: EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2001. p. 13-34.

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

ROEL, A.R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o Desenvolvimento Rural Sustentável. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v. 2, p. 43-50, 2001.

SAITO, M. L. As **Plantas Praguicidas**: alternativa para o controle de pragas da agricultura. Embrapa-Meio Ambiente. Jaguariúna, p. 1-3, 2004.

SANTIAGO, G. P.; PÁDUA, L. E. de M.; SILVA, P. R. R.; CARVALHO, E. M. S.; MAIA, C. B. Efeitos de extratos de plantas na biologia de *Spodoptera frugiperda* mantida em dieta artificial. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 792-796, 2008.

SANTOS, W. J. Identificação, biologia, amostragem e controle das pragas do algodoeiro. In: **Algodão: tecnologia e produção**. Dourados: Embrapa-CPAO, p. 296, 2001.

SANTOS, W. J.; SANTOS, K. B.; SANTOS, R. B. Ocorrência, descrição e hábitos de *Spodoptera* spp. em algodoeiro no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, Goiânia. Anais... Goiânia: 2003. (CD-ROM).

SCHMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. **Annual Review of Entomology**, v.35, p.217-297, 1990.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S. GOMES, J. L. **Cultura da soja**. Viçosa: UFV, 1985, 96p.

SHARMA, H. C.; DHILLON, M. K.; ARORA, R. Effects of *Bacillus thuringiensis* $\delta\delta$ endotoxin-fed *Helicoverpa armigera* on the survival and development of the parasitoid *Campoletis chloridae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.126, p. 1-8, 2008.

SHARMA, P. K.; KUMAR, U.; VYAS, S.; SHARMA, S.; SHRIVASTAVA, S. Monitoring of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) through pheromone traps in chickpea (*Cicer arietinum*) crop and influence of some abiotic factors on insect population. **Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology**, v. 5, p. 44-46, 2012.

SILVA JÚNIOR, M. C. Fitossociologia e estrutura diamétrica na mata de galeria do Pitoco, na Reserva Ecológica do IBGE, DF. **Cernea**, v. 11, p. 147-158, 2005.

SILVA, S. L.C.; BORBA, H. R.; BONFI, R. C. B.; CARVALHO M. G.; CAVALCANTI H. L.; BARBOSA C. G. Ação Anti-helmíntica de extratos brutos de *Andira anthelmia*(Vell.) Macbr. e *Andira fraxinifolia* Benth., em camundongos naturalmente infectados por *Vampirolepis nana* e *Aspiculuris tetraptera*. **Parasitologia Latino Americana**, v.58, p. 23-29. 2003.

SILVA, V. C. D da; CARVALHO, M. G. de; BORBA, H. R.; SILVA, S. L. C. Atividade anti-helmínticas dos flavonóides isolados das raízes de *Andira anthelmia* (Leguminosae). **Revista Brasileira de Farmacologia**, v.18, p.573-576, 2008.

SINGH, R. P.; PANT, N. C. *Hymenocallis littoralis* Salisb as antifeedant to desert locust, *Schistocera gregaria* Forsk. **Indian Journal of Entomology**, v.42. p. 460-464, 1980.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado**: correção do solo e adubação. Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

TAY, W. T.; SORIA, M. F.; WALSH, T.; THOMAZONI, D.; SILVIE, P.; BEHERE, F. T.; ANDERSON, C.; DOWNES, S. A brave new world for an old world pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Plos One**, v.8, e80134. 2013.

TEIXEIRA, F. F; RODRIGUES, S. R.; GARCEZ, W. S.; GARCEZ, F. R.; SOARES, A. O. Efeito de extratos de folhas e ramos de *Trichilia silvatica* sobre *Spodoptera frugiperda*. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 1, p. 17-25, 2014.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. World Agricultural Supply and Demand Estimates. Dez. 2014. Disponível em: <<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>>. Acesso em: 09 dez. de 2015.

WANG, N. C.; LI, Z. H. Studies on the biology of cotton bollworm (*Heliothis armigera* Hübner) and tobacco budworm (*Heliothis assulta* Quenee). **Journal of the Shandong Agricultural University**, v. 1-2, p. 13-25, 1984.

WU, K. M. Regional management strategy for cotton bollworm *Helicoverpa armigera* in China. **Control of Insect Pests**, v. 7, p. 559-565, 2007.

ZALUCKI, M. P.; DAGLISH, G.; FIREMPONG, S.; TWINE, P. H. The biology and ecology of *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: what do we know? **Australian Journal of Zoology**, v. 34, n. 6, p. 779-814, 1986.

ZOTTI, M.J.; GRÜTZMACHER, A.D.; GRÜTZMACHER, D.D.; CASTILHOS, R.V.; MARTINS, J. F. S. Seletividade de inseticidas usados na cultura do milho para ovos e ninfas do predador *Doru lineare* (Dermaptera: Forficulidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.77, p.111-118, 2010.