



Potencial inseticida do extrato etanólico de *Anadenanthera macrocarpa* (BENTH.) em lepidópteros-praga

Glauciany Soares LOPES¹, Luciana Barboza SILVA¹, Eliane CARNEIRO¹,
Manoel Lopes da SILVA FILHO¹, João Sammy Nery de SOUZA¹, Fernandes Antonio ALMEIDA²,
Bruno Ettore Pavan³

¹Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI, Brasil.

²Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB, Brasil.

³Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, SP, Brasil

*E-mail: elian.cbs@hotmail.com

Recebido em janeiro/2019; Aceito em maio/2019.

RESUMO: O complexo de lagartas desfolhadoras - *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa armigera*, são responsáveis por uma considerável redução na produção de grãos. A aplicação de extratos botânicos consiste em uma alternativa viável e eficiente de controle, além de ser menos nociva ao meio ambiente e a saúde do homem. O objetivo foi avaliar o potencial inseticida do extrato bruto de folhas e casca de *Anadenanthera macrocarpa*, sobre as lagartas de *S. frugiperda*, *S. cosmioides*, *H. armigera*. Os insetos foram mantidos em dieta artificial em condições controladas. Foi avaliada a ação tóxica dos extratos por aplicação tópica. Primeiramente foi estimada a concentração letal e em seguida foram determinados os parâmetros biológicos das três espécies de lepidópteros. Os extratos etanólicos de folhas e casca de *A. macrocarpa* foram eficientes no controle de *H. armigera*, *S. frugiperda* e *S. cosmioides* reduzindo a sobrevivência em 75, 60 e 50%, respectivamente, além de alterações nos parâmetros biológicos como, aumento do período larval, redução de peso das larvas e pupas. Os compostos químicos presentes nos extratos etanólicos de folhas e casca de *A. macrocarpa*, além de causar mortalidade direta dos insetos estudados, alteram o ciclo biológico de *S. frugiperda*, *S. cosmioides* e *H. armigera*.

Palavras-chave: Angico-preto; *Spodoptera cosmioides*; *Spodoptera frugiperda*; *Helicoverpa armigera*; bioinseticidas.

Potential insecticide of the ethanolic extract of *Anadenanthera macrocarpa* (BENTH.) in lepidopteran-pests

ABSTRACT: The leafless worm complex - *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera frugiperda* and *Helicoverpa armigera* - are responsible for a considerable reduction in grain production. The application of botanical extracts is a viable and efficient alternative of control, besides being less harmful to the environment and human health. The objective was to evaluate the insecticidal potential of the raw extract of leaves and bark of *Anadenanthera macrocarpa*, on *S. frugiperda*, *S. cosmioides*, *H. armigera*. The insects were kept on artificial diet under controlled conditions. The toxic action of the extracts was evaluated by topical application. First the lethal concentration was estimated and then the biological parameters of the three lepidopteran species were determined. The extracts of leaves and bark of *A. macrocarpa* were efficient in the control of *H. armigera*, *S. frugiperda* and *S. cosmioides*, reducing survival in 75, 60 and 50%, respectively, as well as changes in biological parameters such as larval period increase, weight reduction of larvae and pupae. The chemical compounds present in the leaves and bark extracts of *A. macrocarpa*, besides causing direct mortality of the studied insects, alter the biological cycle of *S. frugiperda*, *S. cosmioides* and *H. armigera*.

Keywords: Angico-black; *Spodoptera cosmioides*; *Spodoptera frugiperda*; *Helicoverpa armigera*; bioinsecticides.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de grãos sofre danos constantes causados por insetos desfolhadores, como *Spodoptera cosmioides* Walker), *Spodoptera frugiperda* (Smith) e *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) (CABEZAS et al., 2013; CZEPAK et al., 2013). Lepidópteros-praga polívoros, tais como *S. cosmioides* e *S. frugiperda* são pragas chave de culturas importantes como soja e milho (BUENO et al., 2011; DEQUECH et al., 2013). *Helicoverpa armigera* ataca as

folhas, flores e vagens das plantas de soja, algodão, tomate, feijão (SPECHT et al., 2013; GUAZINA et al., 2019).

Uma estratégia de manejo mal definida conciliada com uso abusivo de inseticidas (BUENO et al., 2011), podem acarretar surtos populacionais dos insetos além de eliminar os inimigos naturais (HARDSTONE; SCOTT, 2010). Estes problemas vêm estimulando pesquisas com compostos alternativos visando produção agrícola mais sustentável e eficiente (REGNAULT-ROGER et al., 2012).

Dentro desta perspectiva, os extratos botânicos podem ser uma alternativa de controle, pois são uma fonte rica de moléculas bioativas (ISMAN, 2006; SANTOS et al., 2015), com potencial tóxico a pragas e doenças (FOUAD et al., 2014; MELO et al., 2015; CARVALHO NETO et al., 2017; ALMEIDA et al., 2016).

As plantas da família Fabaceae, Malvaceae e Meliaceae são consideradas as principais fontes de substâncias bioinseticidas devido à grande diversidade de compostos secundários (aleloquímicos) sintetizados e acumulados em diferentes partes da planta (VIEGAS-JÚNIOR, 2003; DINESH et al., 2014).

O extrato obtido a partir do angico - preto [*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan], apresenta toxicidade sobre lagartas desfolhadoras (CARVALHINHO et al., 2017) e *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) (MELO et al., 2015). O Extrato da casca de [*Anadenanthera pavonina* L.] (Fabaceae) também apresenta efeito letal em *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae), esta é a principal praga da cana-de-açúcar, causando danos aos colmos. Esta espécie praga é encontrada no Caribe, na América Central, no hemisfério ocidental e nas regiões mais quentes da América do Sul (SILVA et al., 2012).

O objetivo deste estudo foi avaliar o potencial bioinseticida do extrato bruto de folhas e casca de angico-preto (*A. macrocarpa*), sobre as lagartas de *H. armigera*, *S. frugiperda*, *S. cosmioides*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Criação de insetos

A criação foi estabelecida, a partir de coletas em campos de produção de soja e milho durante a safra 2014/2015 na região do alto médio Gurgueia Bom Jesus – PI, Brasil. Foram coletadas três espécies de lagartas desfolhadoras devidamente identificadas pelo pesquisador Dr. Sergio Ide, do Instituto Biológico, SP.: *H. armigera*, *S. cosmioides* e *S. frugiperda*. As espécies foram criadas no Laboratório de Fitotecnia (CPCE/UFPI), em condições controladas ($25 \pm 5^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR, 12:12 LD). Os adultos foram acondicionados em gaiolas de PVC (30 x 20 cm Ø) e alimentados com solução de mel a 10%. A cada dois dias foram coletadas as posturas e acondicionadas em copos plásticos até a eclosão das lagartas das três espécies estudadas, as quais foram transferidas para a dieta artificial adaptada de Kasten Jr. et al. (1978).

2.2. Espécies Vegetais e Preparação do extrato bruto

Os extratos foram preparados no Laboratório de Química Orgânica da Universidade Federal do Piauí, Campus Prof^o Cinobelina Elvas, Bom Jesus-PI, a partir da casca e folhas de angico-preto coletadas na cidade de Angical (PI) ($06^\circ05'09''\text{S}$, $42^\circ44'20''\text{O}$), nos meses de agosto e outubro de 2014. O material vegetal foi identificado no “Herbário Graziela Barroso” localizado na Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro Petrônio Portela, Teresina-PI, exsicata n^o 21.643TEPB.

Para o preparo dos extratos, as cascas e folhas passaram pelo processo de limpeza para retirada de impurezas, folhas danificadas ou com sintomas visuais de doença, insetos presentes e outros organismos. Logo após, foi realizada a pré-secagem do material vegetal durante três dias em estufa de circulação forçada a 60°C . O material seco foi triturado em moinho de faca para a obtenção de um pó e levado, novamente, à estufa de circulação para uma nova secagem, a 60°C por 72

h. O material foi, então, pesado em balança analítica de precisão, sendo utilizados 1230 g de folhas e galhos finos e 450 g de casca, os quais foram embebidos em etanol (1: 5 p/v) num balão hermeticamente fechado durante três dias. As amostras foram então filtradas através de papel de filtro, procedimento repetido por 3 vezes. O etanol da solução filtrada foi removido em um evaporador rotativo a 50°C a vácuo de -600 mm Hg. Após a evaporação do solvente em uma câmara aerada, o rendimento foi determinado pesando-se os extratos de cada parte da planta de *A. macrocarpa*, isto é 70,71 g do extrato etanólico das folhas e 30,47 g do extrato etanólico da casca.

2.3. Bioensaios

Os ensaios experimentais foram desenvolvidos no laboratório de Fitotecnia do Campus Professora Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí, no período de agosto de 2014 a junho de 2015 na cidade de Bom Jesus, Piauí, em condições controladas (temperatura $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR, 12:12 h (L:D), com delineamento inteiramente casualizado, cinco repetições contendo 20 insetos cada, além da testemunha que foi exposta apenas ao solvente etanol.

Para obtenção da solução estoque com concentração 250 mg L^{-1} dos extratos brutos, pesou-se, em balança de precisão a massa do produto em proveta de 10 mL e o volume final foi completado com solvente para 10 mL (etanol foi utilizado como solvente). A partir desta solução foram preparadas diluições seriadas, obtendo-se, assim, diferentes concentrações.

Testes preliminares foram realizados para se determinar a faixa de resposta, ou seja, o intervalo de concentrações dos extratos que causa mortalidades superiores a zero, mas inferiores a 100%, equivalente a 0, 250, 500 e 1000 mg^{-1} .

Com auxílio de pipeta graduada, foram aplicados 10 µL de solução dos extratos diluídos em etanol, no mesotórax entre o segundo e o terceiro par de pernas em lagartas de terceiro instar de *S. cosmioides*, *S. frugiperda* e *H. armigera*, para cada concentração, em três repetições. O tamanho de gota escolhido foi para assegurar uma cobertura eficiente, sem que ocorresse perda do produto por escorrimento. Vinte insetos foram então expostos por um período de 48 horas, em potes plásticos de 100 mL (5 cm de diâmetro X 6 cm de altura) contendo dieta artificial, sendo mantidas em condições de laboratório ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR, 12:12 h). Após este período avaliou-se a mortalidade proporcionada pelas concentrações dos respectivos extratos vegetais utilizados, além da testemunha.

Após a realização dos testes preliminares, procedeu-se à realização do bioensaio para a detecção da toxicidade, que consistiu de 20 lagartas com 5 repetições, por tratamento (concentração). Foi utilizada a CL_{50} (concentração letal para 50% dos indivíduos) aproximada dos extratos com base na faixa de resposta dos testes preliminares. Seguindo o mesmo método acima descrito, 10 µL de solução dos extratos diluídos em etanol, no mesotórax entre o segundo e o terceiro par de pernas em lagartas de terceiro instar de *S. cosmioides*, *S. frugiperda* e *H. armigera*. A testemunha foi constituída apenas com o solvente (etanol). Após a aplicação, as lagartas de terceiro instar, foram transferidas para potes plásticos de 100 mL contendo dieta artificial, sendo mantidas em condições de laboratório.

Avaliaram se a sobrevivência larval, peso larval, duração da fase larval, a duração, peso e sobrevivência das pupas formadas e viabilidade dos adultos. A sobrevivência larval foi

avaliada a cada 24 horas e o peso larval após 10 dias do início da aplicação dos extratos até o 16º dia a cada 48 horas.

2.4. Análise estatística

Os resultados de mortalidade foram submetidos à análise de Probit (FINNEY, 1971), por intermédio do procedimento PROC PROBIT do programa System of Statistical Analyses (SAS) (SAS INSTITUTE, 2002), gerando-se assim as curvas de concentração-mortalidade. Os dados de mortalidade obtidos foram corrigidos pela mortalidade que ocorreu na testemunha. Efetuou-se análise de regressão para a CL₅₀ e análise de variância dentro de cada espécie de inseto, para as variáveis peso e duração, comparando as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram efetuadas utilizando o programa System of Statistical Analyses (SAS) (SAS INSTITUTE, 2002).

3. RESULTADOS

Os extratos etanólicos das folhas e casca de *A. macrocarpa* nos bioensaios de aplicação tópica causaram mortalidade e alterações nos parâmetros biológicos avaliados (longevidade larval, massa das larvas e pupas) sobre as lagartas *S. frugiperda*, *S. cosmioides* e *H. armigera*.

O extrato etanólico da folha de *A. macrocarpa* foi 2,4 e 1,5 vezes mais tóxico do que o extrato da casca para *S. frugiperda* e *S. cosmioides* na CL₅₀, respectivamente (Tabela 1). O extrato da casca e folha apresentaram toxicidade similar a *H. armigera*. Comparado os valores de CL₅₀ dos extratos entre as espécies, constata-se que o extrato etanólico da folha foi mais tóxico a *S. frugiperda*, e o extrato da casca a *H. armigera* (Tabela 1).

O tempo letal mediano (TL₅₀) do extrato etanólico não apresentou diferença entre extratos de folhas e casca de *A. macrocarpa* (Tabela 2). Sendo que ambos os extratos apresentaram redução de tempo para todas as espécies estudadas quando comparada a testemunha (Tabela 2). Observando o tempo de ação do extrato sobre o inseto, pode-se inferir que os dois extratos de *A. macrocarpa* têm o mesmo potencial toxicológico, embora com ação diferente entre as espécies.

A partir da análise de sobrevivência, construída por meio do estimador, foi possível constatar que os extratos etanólicos causaram redução da sobrevivência dos lepidópteros aqui utilizados como espécie alvo. Os extratos provenientes da casca e das folhas apresentaram resultados semelhantes, porém, o comportamento das espécies foi diferente em resposta aos extratos, apresentando redução da sobrevivência para *H. armigera*, *S. frugiperda* e *S. cosmioides* de aproximadamente 75, 60 e 50%, respectivamente, quando comparados com o tratamento controle (Figura 1).

Apenas o extrato da folha de *A. macrocarpa* apresentou efeito sobre a longevidade larval para *S. frugiperda*, as outras espécies não foram afetadas. Também não houve efeito significativo dos extratos sobre a longevidade das pupas para as espécies estudadas (Tabela 3).

Os tratamentos de folhas e das cascas de *A. macrocarpa* apresentaram efeito significativo na redução da massa larval e de pupas em *S. frugiperda* e *S. cosmioides*, enquanto para *H. armigera* apenas os extratos da folha apresentaram redução significativa (Tabela 4).

Tabela 1. Concentração Letal do extrato etanólico das folhas e casca de *Anadenanthera macrocarpa* (Fabaceae: Mimosoideae) para *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera cosmioides* e *Helicoverpa armigera*.
Table 1. Lethal concentration of the ethanolic extract of the leaves and bark of *Anadenanthera macrocarpa* (Fabaceae: Mimosoideae) for *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera cosmioides* and *Helicoverpa armigera*.

Tratamento	Concentração Letal		Inclinação ± DP	X ²	P
	CL ₅₀ (IC 95%)	CL ₉₅ (IC 95%)			
<i>Spodoptera frugiperda</i>					
Folha	3,72 (3-4,7)	24,66 (17 - 43)	2,00 ± 0,19	6,67	0,15**
Casca	9,07 (7,2-11)	31,07 (21-70)	3,08 ± 0,59	0,32	0,98**
<i>Spodoptera Cosmioides</i>					
Folha	14,83 (12-17)	91,72	2,08 ± 0,17	9,21	0,10**
Casca	22,55 (20-25)	50,19	4,73 ± 0,54	8,75	0,27**
<i>Helicoverpa armigera</i>					
Folha	6,42 (5,6-73)	31,39 (25-40,7)	2,39 ± 0,16	8,38	0,29**
Casca	5,95 (4,6-7)	28,51 (22-38,6)	2,23 ± 0,19	8,38	0,29**

DP= desvio padrão; X²= qui-quadrado; IC= intervalo de confiança; P=probabilidade, CL₅₀=Concentração letal a 50% da população e CL₉₅= Concentração letal a 95% da população. **Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 2. Tempo letal (±EPM) para *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera cosmioides* e *Helicoverpa armigera*, após a aplicação tópica do extrato etanólico das folhas e casca de *Anadenanthera macrocarpa* (Fabaceae: Mimosoideae).

Table 2. Lethal time (± SEM) for *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera cosmioides* and *Helicoverpa armigera*, after topical application of the leaves and bark extract of *Anadenanthera macrocarpa* (Fabaceae: Mimosoideae).

	Tempo Letal Mediano (dias)		
	Controle	Folha	Casca
<i>H. armigera</i>	28,83±0,59	9,03±0,51	11,33±0,62
<i>S. cosmioides</i>	30,17±0,62	18,50±0,81	21,55±0,74
<i>S. frugiperda</i>	32,16±0,46	20,64±0,76	19,23±0,78

4. DISCUSSÃO

A atividade bioinseticida apresentada por *Anadenanthera macrocarpa* para os insetos avaliados é comum em plantas da família Fabaceae por apresentarem uma diversidade de compostos secundários como terpenoides, flavonoides, alcaloides e taninos que são sintetizados e acumulados em diferentes partes da planta (CHAN et al., 2013; DINESH et al., 2014; SARTORI et al., 2014).

Estes compostos naturais apresentam papel fundamental na defesa das plantas, possuem ação antimicrobiana produzidos em resposta ao ataque de microrganismos (FONSECA et al., 2017) e compostos anti-herbivoria que impedem ataques de herbívoros (WAR et al., 2011).

Os resultados da atividade inseticida dos extratos utilizados sobre os lepidópteros testados durante a fase larval foram evidenciados por Matos et al. (2006), onde utilizaram extratos orgânicos de *Trichilia* spp. (Meliaceae) em *S. frugiperda* obtiveram mortalidade larval superior a 60 %. A atividade bioinseticida que resulta na alta mortalidade na fase larval é um resultado positivo, pois, estes efeitos nos estágios iniciais reduzem os prejuízos agrícolas diretos e ainda impedem a disseminação destas espécies-praga.

A atividade de extratos sobre a longevidade larval também foi relatada por Santos et al. (2008) onde observaram a redução

da sobrevivência, duração e peso das fases larval e pupal de *S. frugiperda* exposta a extrato de *Ricinus communis* L. a inibição do crescimento pode ser devido à redução da ingestão de alimentos e baixa conversão de nutrientes para o crescimento, assim o alongamento da duração do período larval é um mecanismo que pode compensar a redução da ingestão de alimento em função de um ou mais inibidores presentes na dieta (MARTINEZ; ENDEM, 2001). Portanto, o prolongamento do período larval pode estar relacionado a mecanismos de compensação do inseto para assimilar a quantidade de nutrientes necessária ao seu desenvolvimento.

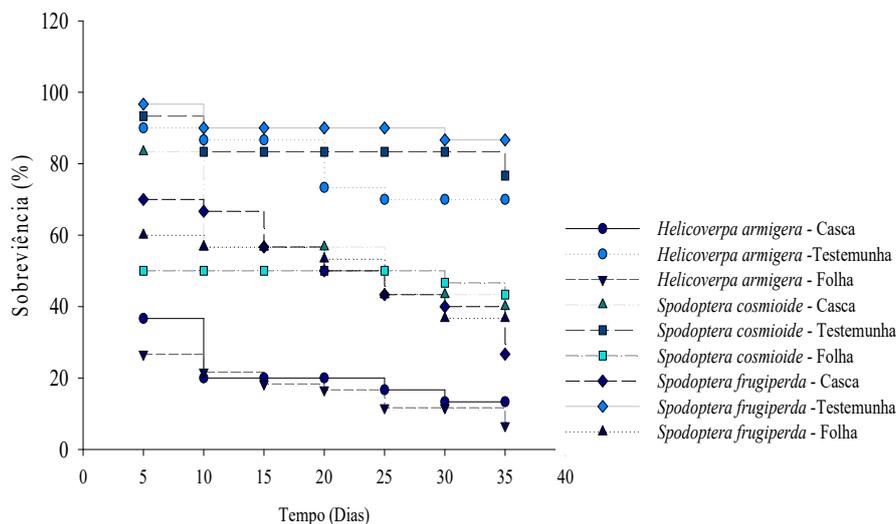


Figura 1. Análise de sobrevivência de *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera cosmioides* e *Spodoptera frugiperda*, após a aplicação tópica do extrato etanólico de folhas e casca de *Anadenanthera macrocarpa* (Fabaceae: Mimosoideae) até 35 dias após o início do experimento, calculada pelo procedimento de curva de sobrevivência do estimador.

Figure 1. Survival analysis of *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera cosmioides* and *Spodoptera frugiperda*, after the topical application of the ethanolic extract of leaves and bark of *Anadenanthera macrocarpa* (Fabaceae: Mimosoideae) up to 35 days after the start of the experiment, calculated by the curve survival of the estimator.

Tabela 3. Médias (\pm DP) da duração da fase larval de *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera cosmioides* e *Spodoptera frugiperda*, após a aplicação tópica do extrato etanólico das folhas e casca de *Anadenanthera macrocarpa* (Fabaceae: Mimosoideae).

Table 3. Mean (\pm SD) of the larval phase duration of *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera cosmioides* and *Spodoptera frugiperda*, after topical application of the leaves and bark extract of *Anadenanthera macrocarpa* (Fabaceae: Mimosoideae).

Tratament	Longevidade Larval	Longevidade da pupa
<i>Helicoverpa armigera</i>		
casca	25,2 \pm 1,01	11,01 \pm 0,16
controle	19,4 \pm 0,73	10,31 \pm 0,19
folha	26,025 \pm 0,53	10,98 \pm 0,18
F	3,92 ^{NS}	1,29 ^{NS}
CV (%)	15,49	6,39
<i>Spodoptera cosmioides</i>		
casca	33,45 \pm 0,62	11,18 \pm 0,12
controle	28,05 \pm 0,58	10,81 \pm 0,10
folha	29,95 \pm 1,19	11,54 \pm 0,09
F	2,09 ^{NS}	2,31 ^{NS}
CV (%)	12,41	4,31
<i>Spodoptera frugiperda</i>		
casca	35,20 \pm 0,15 a	11,72 \pm 0,25
controle	24,95 \pm 0,40 b	10,17 \pm 0,13
folha	25,20 \pm 0,15 b	10,35 \pm 0,24
F	99,49**	3,12 ^{NS}
CV (%)	4,12	8,94

Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Médias (\pm DP) da massa das pupas de *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera cosmioides* e *Helicoverpa armigera*, após a aplicação tópica do extrato etanólico das folhas e casca de *Anadenanthera macrocarpa* (Fabaceae: Mimosoideae).

Table 4. Averages (\pm SD) of the pupal mass of *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera cosmioides* and *Helicoverpa armigera*, after the topical application of the leaves and bark extract of *Anadenanthera macrocarpa* (Fabaceae: Mimosoideae).

Tratamento	Massa larval (g)	Massa das pupas (g)
<i>Helicoverpa armigera</i>		
casca	0,41 \pm 0,00 a	0,18 \pm 0,00 a
controle	0,42 \pm 0,03 a	0,16 \pm 0,01 b
folha	0,22 \pm 0,01 b	0,13 \pm 0,01 c
F	26,38**	101,16**
CV (%)	15,24	5,69
<i>Spodoptera cosmioides</i>		
casca	0,53 \pm 0,02 b	0,37 \pm 0,00 b
controle	0,60 \pm 0,00 a	0,40 \pm 0,00 a
folha	0,48 \pm 0,01 c	0,34 \pm 0,01 c
F	90,42**	9,15**
CV (%)	2,97	5,82
<i>Spodoptera frugiperda</i>		
casca	0,24 \pm 0,02 c	0,10 \pm 0,00 c
controle	0,45 \pm 0,02 a	0,19 \pm 0,00 a
folha	0,34 \pm 0,01 b	0,12 \pm 0,00 b
F	8,95**	109,67**
CV (%)	24,17	8,02

Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Embora as plantas apresentem boa atividade inseticida, os mecanismos de sua ação como inseticidas naturais ainda não são bem conhecidos. Esses mecanismos podem atuar em vários alvos em insetos e mamíferos, especialmente no sistema nervoso, incluindo canais de cloreto de ácido γ -aminobutírico (GABA), receptores de octopamina, receptores de tiramina, acetilcolinesterase, receptores nicotínicos de acetilcolina (nAChR), canais de sódio entre outros alvos (KRASOWSKI et al., 2002; HALL et al., 2004; GARCIA et al., 2006; ANDERSON; COATS, 2012). Portanto, o modo de ação depende do composto mais abundante da planta e pode interferir de várias formas no desenvolvimento e na biologia do inseto, em relação às espécies aqui estudadas houve redução de peso para *S. frugiperda* e interferência no estágio larval e pupal para ambas as espécies.

Experimentos realizados por Tanzubil e McCaffery (1990) com óleo de semente de *Azadirachtina indica* (Meliaceae) sobre *Spodoptera exempta* (Walker), observaram que a redução do crescimento aliada à mortalidade ocorre em razão do alto gasto energético empregado pelos insetos para quebra das substâncias tóxicas presentes em seu organismo ao invés de direcionar este custo energético para o desenvolvimento de larvas e pupas.

A redução no peso das pupas dos insetos submetidos aos extratos aquosos de folhas e casca de *A. macrocarpa* pode ser em função de alterações provocadas na fase larval. Segundo Lima et al. (2006) o peso das pupas está relacionado ao desempenho do inseto na fase larval, ou seja, o aumento ou redução do consumo de alimento pelas lagartas aumenta ou diminui também o peso das pupas. Uma vez que houve redução no consumo alimentar de lagartas submetidas aos extratos resultou em pupas com peso bastante reduzido em relação às lagartas submetidas ao tratamento controle.

As plantas produzem uma diversidade de compostos químicos que podem atuar na defesa contra patógenos ou insetos (PINTO-ZEVALLOS et al., 2013), isso ocorre devido a produção de substâncias não palatáveis, repelentes ou tóxicas (KLIEBENSTEIN et al., 2001, KOORNNEEF et al., 2004), as quais representam um sistema de defesa química em que os produtos de hidrólise são liberados após a ruptura da estrutura celular durante o ataque de insetos (COLLINGE et al., 2010), no caso da *A. macrocarpa* esses compostos afetaram a sobrevivência e o desenvolvimento das espécies lepidópteros testadas.

Os principais componentes dos extratos do angico-preto são os flavonoides, taninos, terpenos e esteroides que estão associados a muitas atividades biológicas de organismos vivos (GUTIERREZ-LUGO et al., 2004; WEBER et al., 2011; SARTORI et al., 2014; SOUZA et al., 2013). Portanto, a presença ou sinergia dos compostos encontrados nos extratos etanólicos de folhas e casca de *A. macrocarpa* resultaram na mortalidade e efeitos sobre o comportamento e desenvolvimento das três espécies de lepidópteros testadas. Estudos realizados por Boiça Júnior et al. (2013) e Carvalho Neto et al. (2017), extratos botânicos e a influência dos compostos secundários sobre a biologia e os padrões de comportamento de alguns artrópodes-praga têm sido evidenciada, mostrando o efeito prejudicial dos compostos fenólicos, taninos, terpenos e saponinas em ovos, larvas, pupas e fases adultas de diferentes insetos e ácaros, nos quais os terpenos são notáveis em todos os estudos.

5. CONCLUSÕES

Os compostos químicos presentes nos extratos etanólicos, apresentam efeitos negativos nas diferentes fases biológicas de *S. frugiperda*, *S. cosmoides* e *H. armigera*. Os tratamentos de folhas e das cascas de *A. macrocarpa* foram eficientes na redução da sobrevivência, da massa larval e de pupas em *S. frugiperda* e *S. cosmoides*, enquanto para *H. armigera* os extratos da folha apresentaram maior eficiência.

6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. L. S.; OLIVEIRA, A. S.; CARVALHO, G. S.; SILVA, L. S.; SILVA, L. B., SANTOS, E. C. B.; CASARIN, F. E. Toxicity of *Croton urucurana* Against the Subterranean Termite *Heterotermes sulcatus* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Entomology**, London, v.13, p.48-54, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.3923/je.2016.48.54>
- ANDERSON, J. A.; COATS, J. R. Acetylcholinesterase inhibition by nootkatone and carvacrol in arthropods. **Pesticide Biochemistry Physiology**, v. 102, n. 2, p. 124-128, 2012. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.pestbp.2011.12.002>
- BOIÇA JÚNIOR, A. L.; JANINI, J. C.; SOUZA, B. H. S. de; RODRIGUES, N. E. L. Efeito de cultivares de repolho e doses de extrato aquoso de nim na alimentação e biologia de *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, p. 22-31, 2013.
- BUENO, R. C. O. F.; BUENO, A. F.; MOSCARDI, F.; PARRA, J. R. P.; HOFFMANN-CAMPO, C. B. Lepidopteran larva consumption of soybean foliage: basis for developing multiple-species economic thresholds for pest management decisions. **Pest Management Science**, Sussex, v. 67, n. 2, p. 170-174, 2011. DOI: <https://dx.doi.org/10.1002/ps.2047>
- CABEZAS, M. F.; NAVA, D. E.; GEISSLER, L. O.; MELO, M.; GARCIA, M. S.; KRÜGER, R. Development and leaf consumption by *Spodoptera cosmoides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on leaves of Agroenergy Crops. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 42, n. 6, p. 588-594, 2013. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s13744-013-0169-6>
- CARVALHINHO, D. T.; RODRIGUES, R. H. F.; CARNEIRO, E.; LOPES, G. N.; SILVA, L. B.; PAVAN, B. E. Toxicidade de extratos de *Anadenanthera macrocarpa* (Fabaceae: Mimosoideae) e *Bougainvillea buttiana* (Nyctaginaceae) para lepidópteros-praga. **Biotemas**, Florianópolis, v. 30, p. 15-24, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2017v30n2p15>
- CARVALHO NETO, M. F.; GERVÁSIO, R. C. R. G.; ARAÚJO, E. C. C.; ALMEIDA, J. C.; GUIMARÃES, A. L. Phytochemical profile of cansanção nettle extracts and their bioactivities on cabbage caterpillar. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 52, n. 10, p. 841-848, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2017001000003>
- CHAN, Y. S.; ZHANG, Y.; NG, T. B. Brown kidney bean Bowman-Birk trypsin inhibitor is heat and pH stable and exhibits antiproliferative activity. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, Washington, v. 169, n. 4, p. 1306-1314, 2013. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s12010-012-9998-8>

- COLLINGE, D. B.; JORGENSEN, H. J.; LUND, O. S.; LYNGKJAER, M. F. Engineering pathogen resistance in crop plants: current trends and future prospects. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 48, p. 269-291, 2010. DOI: <https://dx.doi.org/10.1146/annurev-phyto-073009-114430>
- CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVIAN, L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS, T. Primeiro Registro de Ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 110-113, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-40632013000100015>
- DEQUECH, S. T. B.; CAMERA, C.; STURZA, V. S.; RIBEIRO, L. P.; QUERINO, R. B.; PONCIO, S. Population fluctuation of *Spodoptera frugiperda* eggs and natural parasitism by *Trichogramma* in maize. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 3, p.295-300, 2013. DOI: <https://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.16769>
- DINESH, D. S.; KUMARI, S.; KUMAR, V.; DAS, P. The potentiality of botanicals and their products as an alternative to chemical insecticides to sandflies (Diptera: Psychodidae): a review. **Journal of Vector Borne Disease**, v. 51, p. 1-7, 2014.
- FINNEY D. J. **Probit analysis**: a statistical treatment of the sigmoid response curve. Cambridge: Cambridge University Press, 1947. 256 p.
- FONSECA, W. L.; ALMEIDA, F. A.; LEITE, M. L. T.; RAMBO, A. P. P.; PETTER, F. A.; OLIVEIRA, A. M.; CARVALHO, R. M.; ALCANTARA NETO, F.; PEREIRA, F. F. Bioactivity of aqueous extracts of *Anadenanthera macrocarpa* to *Meloidogyne incognita* in cotton crop. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, n. 2, p. 156-161, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.21475/ajcs.17.11.02.p203>
- FOUAD, H. A.; FARONI, L. R. D.; TAVARES, W. D.; RIBEIRO, R. C.; FREITAS, S. D.; ZANUNCIO, J. C. Botanical extracts of plants from the Brazilian Cerrado for the integrated management of *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) in stored grain. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 57, p. 6-11, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2014.01.001>
- GARCIA, D. A.; BUJONS, J.; VALE, C.; SUNOL, C. Allosteric positive interaction of thymol with the GABAA receptor in primary cultures of mouse cortical neurons. **Neuropharmacology**, New York, v. 50, n. 1, p. 25-35, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2005.07.009>
- GUAZINA, R. A.; DEGRANDE, P. E.; SOUZA, E. P.; GAUER, E. Danos da lagarta *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) em plântulas de soja. **Revista de Ciências Agrovetinárias**, Lages, v. 18, n. 1, p. 41-46, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5965/223811711812019041>
- GUTIERREZ-LUGO, M. T.; DESCHAMPS, J. D.; HOLMAN, T. R.; SUAREZ, E.; TIMMERMENN, B. N. Lipoxigenase inhibition by Anadanthoflavone, a new flavonoid from the aerials parts of *Anadenanthera columbrine*. **Planta Medica**, Stuttgart, v. 70, n. 3, p. 263-265, 2004. DOI: <https://dx.doi.org/10.1055/s-2004-818920>
- HALL, A. C.; TURCOTTE, C. M.; BETTS, B. A.; YEUNG, W. Y.; AGYEMAN, A. S.; BURK, L. A. Modulation of human GABAA and glycine receptor currents by menthol and related monoterpenoids. **European Journal of Pharmacology**, Amsterdam, v. 506, n. 1, p. 9-16, 2004. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.ejphar.2004.10.026>
- HARDSTONE, M. C.; SCOTT, J. G. Is *Apis mellifera* more sensitive to insecticides than other insects?. **Pest Management Science**, Sussex, v. 66, n. 11, p. 1171-1180, 2010.
- ISMAN, M. B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 51, p. 45-66, 2006. DOI: <https://dx.doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>
- KASTEN, J. R. P.; PRECETTI, A. A. C. M.; PARRA, J. R. P. Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) em duas dietas artificiais e substrato natural. **Revista de Agricultura**, v. 53, p. 69-78, 1978.
- KLIEBENSTEIN, D. J.; KROYMANN, J.; BROWN, P.; FIGUTH, A.; PEDERSEN, D.; GERSHENZON, J.; MITCHELL-OLDS, T. Genetic Control of Natural Variation in Arabidopsis Glucosinolate Accumulation. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 126, p. 811-825, 2001. DOI: <https://dx.doi.org/10.1104/pp.126.2.811>
- KOORNNEEF, M.; ALONSO-BLANCO, C.; VREUGDENHIL, D. Naturally occurring genetic variation in *Arabidopsis thaliana*. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 55, p. 141-172, 2004. DOI: <https://dx.doi.org/10.1146/annurev.arplant.55.031903.141605>
- KRASOWSKI, M. D.; HONG, X.; HOPFINGER, A. J.; HARRISON, N. L. 4D-QSAR analysis of a set of propofol analogues: mapping binding sites for an anesthetic phenol on the GABA(A) receptor. **Journal of Medicinal Chemistry**, Washington, v. 45, n. 15, p. 3210-3221, 2002. DOI: <https://dx.doi.org/10.1021/jm010461a>
- LIMA, F. W. N.; OHASHI, O. S.; SOUZA, F. R. S.; GOMES, F. S. Avaliação de acessos de milho para resistência a *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, n. 2, p. 147-150, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672006000200003>
- MARTINEZ, S. S.; EMDEN, H. F. Growth disruption, abnormalities and mortality of *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) caused by azadirachtin. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, n.1, p.113-125, 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2001000100017>
- MATOS, A. P.; NEBO, L.; CALEGARI, E. R.; BATISTA-PEREIRA, L. G.; VIEIRA, P. C.; FERNANDES, J. B.; SILVA, M. F. G. F.; FERREIRA FILHO, P.; RODRIGUES, R.R. Atividade Biológica de Extratos Orgânicos de *Trichilia* spp. (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Dieta Artificial. **BioAssay**, Piracicaba, v. 1, p.1-7, 2006. DOI: <https://dx.doi.org/10.14295/BA.v1.0.39>
- MELO, B. A.; MOLINA-RUGAMA, A.J.; HADDI, K.; LEITE, D.T.; OLIVEIRA, E. E. Repellency and Bioactivity of Caatinga Biome Plant Powders against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae):

- Bruchinae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 98, p. 417-423, 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.1653/024.098.0204>
- PINTO-ZEVALLOS, D. M.; MARTINS, C. B. C.; PELLEGRINO, A. C.; ZARBIN, P. H. G. Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 9, p. 1395-1405, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422013000900021>
- REGNAULT-ROGER, C.; VINCENT, C.; ARNASON, J. T. Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 57, p. 405-424, 2012. DOI: <https://dx.doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100554>
- SANTOS, R. F. E. P.; CONSERVA, L. M.; BASTOS, M. L. A.; CAMPESATTO, E. A. Avaliação do potencial biológico da *Tabebuia aurea* (Silva Manso) como fonte de moléculas bioativas para atividade antimicrobiana, antiedematogênica e antirradicalar. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 17, n. 4, p. 1159-1168, 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1983-084x/14_168
- SANTOS, W. L.; FREIRE, M. G. M.; BOGORNÍ, P. C.; VENDRAMIM, J. D.; MACEDO, M. L. R. Effect of the aqueous extracts of the seeds of *Talisia esculenta* and *Sapindus saponaria* on fall armyworm. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 51, n. 2, p. 373-383, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132008000200018>
- SARTORI, C. J.; CASTRO, A. H. F.; MORI, F. A. Teores de Fenóis Totais e Taninos nas Casca de Angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*). **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, n. 3, p. 394-400, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.061113>
- SAS INSTITUTE. **SAS user's manual, version 9.1**. 2002. Disponível em: https://support.sas.com/documentation/onlinedoc/91pdf/sasdoc_91/stat_ug_7313.pdf.
- SILVA, W.; FREIRE, M. das G. M.; PARRA, J. R. P.; S. MARANGONI; MACEDO, M. L. R. Evaluation of the *Adenanthera pavonina* seed proteinase inhibitor (ApTI) as a bioinsecticidal tool with potential for the control of *Diatraea saccharalis*. **Process Biochemistry**, Amsterdam, v. 47, n. 2, p. 257-263, 2012. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.procbio.2011.11.002>
- SOUZA, J. N. P.; CANDOTTI, J. G.; AMPARO, T. R.; COELHO, F. F.; RODRIGUES, I. V.; DOS SANTOS, O. D. H.; DE MEDEIROS, L. F. T.; FURTADO, N. A. J. C.; DE SOUSA, H. C.; DE SOUZA, G. H. B. Bioprospecção das atividades antioxidante e antimicrobiana de espécies vegetais medicinais coletadas em Ouro Preto-MG. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Goiânia, v. 10, n. 1, p. 1-15, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5216/ref.v10i1.18635>
- SPECHT, A.; SOSA-GOMEZ, D. R.; PAULA-MORAES, S. V.; YANO, S. A. C. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 6, p. 689-692, 2013.
- TANZUBIL, P. B.; MCCAFERRY, A. R. Effects of azadirachtin and aqueous neem seed extracts on survival, growth and development of the African armyworm, *Spodoptera exempta*. **Crop Protection**, Guilford, v. 9, n. 5, p.383-386, 1990. DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/0261-2194\(90\)90012-V](https://dx.doi.org/10.1016/0261-2194(90)90012-V)
- WAR, A. R.; SHARMA, H. C.; PAULRAJ, M. G.; WAR, M. Y.; IGNACIMUTHU, S. Herbivore induced plant volatiles Their role in plant defense for pest management. **Plant Signaling & Behavior**, v. 6, p. 1973-1978, 2011. DOI: <https://dx.doi.org/10.4161/psb.6.12.18053>
- WEBER, C. R.; SOARES, C. M. L.; LOPES, A. B. D.; SILVA, T. S.; NASCIMENTO, M. S.; XIMENES, E. C. P. A. *Anadenanthera colubrina*: um estudo do potencial terapêutico. **Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de Janeiro, v. 92, n. 4, p. 235-244, 2011.