



RAFAELLA RIBEIRO SÂMIA

**BIOATIVIDADE DE EXTRATOS AQUOSOS DE
COPAÍBA (LEGUMINOSAE) NA BIOLOGIA DE
Spodoptera frugiperda (J. E. SMITH, 1797)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

LAVRAS - MG

2013

RAFAELLA RIBEIRO SÂMIA

**BIOATIVIDADE DE EXTRATOS AQUOSOS DE COPAÍBA
(LEGUMINOSAE) NA BIOLOGIA DE *Spodoptera frugiperda* (J. E.
SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Agronomia/Entomologia, área de
concentração em Entomologia
Agrícola para a obtenção do título de
Mestre.

Orientador

Dr. Geraldo Andrade Carvalho

LAVRAS - MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Sâmia, Rafaella Ribeiro.

Bioatividade de extratos aquosos de copaíba (Leguminosae) na
biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera:
Noctuidae) / Rafaella Ribeiro Sâmia. – Lavras : UFLA, 2013.

50 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Geraldo Andrade Carvalho.

Bibliografia.

1. *Copaifera*. 2. Lagarta-do-cartucho. 3. Controle. 4. Plantas
inseticidas. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 595.781

RAFAELLA RIBEIRO SÂMIA

**BIOATIVIDADE DE EXTRATOS AQUOSOS DE COPAÍBA
(LEGUMINOSAE) NA BIOLOGIA DE *Spodoptera frugiperda* (J. E.
SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Agronomia/Entomologia, área de
concentração em Entomologia
Agrícola para a obtenção do título de
Mestre.

APROVADA em 28 de fevereiro de 2013.

Dra. Ronelza Rodrigues da Costa Zaché.....UFLA

Dra. Teresinha Augusta GiustolinUNIMONTES

Dr. Geraldo Andrade Carvalho
Orientador

LAVRAS - MG

2013

A Deus,

Pelo milagre da vida e por estar sempre presente em meu caminho,

AGRADEÇO.

Aos meus pais Maria Regina e Giovani, pelo amor, carinho, compreensão, apoio e ensinamentos, à minha irmã Jéssica pela amizade e companheirismo e a toda minha família pelo carinho e agradável convivência.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Entomologia (DEN), pela oportunidade concedida para a realização do Mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo auxílio financeiro necessário à realização do presente trabalho.

Ao professor Dr. Geraldo Andrade Carvalho, pela sua orientação, amizade, convivência e ensinamentos.

Aos professores do Departamento de Entomologia da UFLA, pelos ensinamentos e harmoniosa convivência.

À Dra. Ronelza Rodrigues da Costa Zaché e à Dra. Teresinha Augusta Giustolin por terem participado da banca examinadora e contribuído de forma significativa para o aperfeiçoamento do trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, em especial a Eliana (Léa), D. Irene, Julinho pela imensurável ajuda.

Aos colegas do Laboratório de Seletividade pela amizade e colaboração, especialmente ao NEGERA pela amizade, companheirismo e por momentos únicos e inesquecíveis.

Ao amigo Rodrigo pela indispensável ajuda nos experimentos e especialmente pelo companheirismo.

Aos amigos Fernanda, Jader, Valéria, Pablo, Mariane e Thaís pelos agradáveis momentos.

Aos colegas do Departamento de Entomologia, Ana Luiza, Erika, Amanda, Bruno, Renan e Jordano e Adriano, pela amizade.

A Heloisa do laboratório de microscopia pela ajuda nas análises.

RESUMO

O estudo teve como objetivo avaliar a atividade inseticida dos extratos aquosos das folhas e casca do tronco de *Copaifera langsdorffii* (Leguminosae) para lagartas de 2º instar de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1787), considerada principal praga da cultura do milho no Brasil. Os tratamentos consistiram de extratos aquosos das folhas, casca do tronco e da combinação dos mesmos, preparados na concentração de 5% (p/v). Como tratamento controle foi utilizado água. Os extratos e a água foram incorporados em dieta artificial e ou pulverizados sobre lagartas de 2º instar via torre de Potter na concentração de 5% (v/v). Foram avaliadas a sobrevivência e duração da fase larval; o peso das lagartas ao longo do tempo; consumo alimentar; peso das fezes; peso, duração e sobrevivência das pupas; razão sexual e longevidade dos adultos; período de pré-oviposição e oviposição; número médio de posturas e de ovos da segunda postura; viabilidade dos ovos e alterações ultraestruturais dos ovos de *S. frugiperda* via microscopia eletrônica de varredura. Nenhum extrato reduziu a sobrevivência das lagartas, porém, todos causaram redução do consumo alimentar. Os extratos aquosos causaram acentuada redução de peso das lagartas e pupas, diminuição da excreção de fezes e redução do período larval. A duração e a sobrevivência dos insetos na fase pupal a razão sexual, longevidade dos adultos, período de pré-oviposição e número médio de posturas não foram afetados negativamente pelos extratos. Foi observado aumento do período de oviposição e diminuição da viabilidade dos ovos. Observaram-se também alterações morfológicas nos ovos de *S. frugiperda*, como deformação do córion e malformação das regiões aeropilar e micropilar. Os extratos mostraram-se mais ativos quando administrados de forma conjunta via ingestão e pulverização. Por causar efeitos adversos na biologia de *S. frugiperda*, é importante a realização de novos estudos visando elucidar os compostos ativos de *C. langsdorffii*, bem como seu modo de ação, para possível uso em programas de manejo desse noctuídeo.

Palavras-chave: Lagarta-do-cartucho, plantas inseticidas, *Copaifera*, controle.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the activity of aqueous extracts from leaves and trunk bark of *Copaifera langsdorffii* (Leguminosae) to second instar larvae of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1787), considered the most important pest of maize in Brazil. The treatments consisted of aqueous extracts of the leaves, trunk bark and the combination of them, prepared at a concentration of 5% (w/v). Water was used as control. The extracts and water were incorporated in artificial diet and/or sprayed on second instar larvae using the Potter's tower at a concentration of 5% (v/v). The survival and duration of larval stage; larvae weight along the time; food consumption; weight of the feces; weight, duration and survival of the pupae; sex ratio and longevity of adults; pre-oviposition and oviposition period; average number of ovipositions and eggs from the second oviposition; egg viability and ultrastructural changes of the eggs of *S. frugiperda* through scanning electron microscopy. The extracts didn't reduce the survival of larvae, however, all of them caused a reduction in food consumption. The aqueous extracts caused an accentuated reduction in weight of larvae and pupae, decreased excretion of feces and reduced larval period. The duration and survival of insects in the pupal stage, the sex ratio, adult longevity, pre-oviposition and number of eggs, were not affected negatively by the extracts. We observed an increase of the oviposition period and reduction of egg viability. It was also observed morphological changes in the eggs of *S. frugiperda*, such as, deformation of the corium and malformation of the micropylar and aeropilar areas. The extracts were more active when administered jointly by ingestion and spraying. Thus, by causing adverse effects on the biology of *S. frugiperda*, it is important to conduct further studies to elucidate the active compounds of *C. langsdorffii* as well as their mode of action, for possible use in management programs of this noctuid.

Key words: Fall armyworm, insecticidal plants, *Copaifera*, control.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Peso das lagartas de *Spodoptera frugiperda* ao longo do tempo quando alimentadas e pulverizadas com os extratos aquosos das folhas e casca do tronco de *Copaifera langsdorffii*. D = dieta; L = lagarta; E = extrato; F = folha; C = casca e P = pulverizada, onde $y = a + b$ em que “a” e “b” são os interceptos e “x” = tempo (dias).....27

Figura 2 - Médias \pm EP do consumo alimentar ($F=17,215$; $p\leq 0,000$), peso das fezes ($F=15,571$; $p\leq 0,000$) e de lagartas ($F = 20,112$; $p \leq 0,0000$) de *Spodoptera frugiperda* 17 dias após terem sido submetidas aos tratamentos com extratos aquosos de *Copaifera langsdorffii*. D = dieta; L = lagarta; E = extrato; F = folha; C = casca e P = pulverizada. *Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.....28

Figura 3- Porcentagem de sobrevivência das lagartas de *Spodoptera frugiperda* submetidas aos tratamentos com extratos aquosos de *Copaifera langsdorffii*. D = dieta; L = lagarta; E = extrato; F = folha; C = casca e P = pulverizada.....29

Figura 4 - Médias \pm EP para A = duração da fase larval ($F=6,715$; $p\leq 0,0000$), B = peso das pupas ($F=6,050$; $p\leq 0,0000$), C = duração da fase pupal ($F=0,942$; $p\leq 0,4901$) e D = sobrevivência da fase pupal ($F=0,807$; $p\leq 0,6126$) de *Spodoptera frugiperda* submetidas aos tratamentos com extratos aquosos de *Copaifera langsdorffii*. D = dieta; L = lagarta; E = extrato; F = folha; C = casca e P = pulverizada. *Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.....30

Figura 5 - Médias \pm EP para A = razão sexual ($F=0,946$; $p\leq 0,4977$), B = longevidade dos machos ($F=1,138$; $p\leq 0,3612$) e C = longevidade das fêmeas ($F=1,138$; $p\leq 0,3612$) de *Spodoptera frugiperda* submetidas aos tratamentos com extratos aquosos de *Copaifera langsdorffii*. D = dieta; L = lagarta; E = extrato; F = folha; C = casca e P = pulverizada. *Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.....31

Figura 6 - Médias \pm EP para A = período de pré-oviposição ($F=1,873$; $p\leq 0,0962$) e B = período de oviposição ($F = 2,077$; $p\leq 0,0652$) de fêmeas de *Spodoptera frugiperda* submetidas aos tratamentos com extratos aquosos de *Copaifera langsdorffii* na fase jovem. D = dieta; L = lagarta; E = extrato; F = folha; C = casca e P = pulverizada. *Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. **Não foi possível avaliar o número de posturas e o número de ovos por postura do tratamento (D + EC) + LPEC devido ao número insuficiente de posturas bem como baixa longevidade dos machos.....32

Figura 7 - Médias \pm EP para **A** = número de posturas ($F=0,733$; $p\leq 0,662$), **B** = número de ovos da segunda postura ($F=0,900$; $p\leq 0,526$) e **C** = viabilidade dos ovos da segunda postura ($F=2,859$; $p\leq 0,0173$) de *Spodoptera frugiperda* submetidos aos tratamentos com extratos aquosos de *Copaifera langsdorffii*. D = dieta; L = lagarta; E = extrato; F = folha; C = casca e P = pulverizada. *Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. **Não foi possível avaliar o número de posturas e o número de ovos por postura do tratamento ((D + EC) + LPEC)) devido ao número insuficiente de posturas bem como baixa longevidade.....33

Figura 8 – Micrografia obtida a partir de microscopia eletrônica de varredura das posturas de *Spodoptera frugiperda* que foram expostas aos extratos aquosos de *Copaifera langsdorffii* na fase jovem. D = dieta; L = lagarta; E = extrato; F = folha; C = casca e P = pulverizada. *Setas indicam ovos deformados. **Não foi possível analisar as posturas do tratamento ((D + EC) + LPEC)) devido ao número insuficiente de posturas.....34

Figura 9 – Micrografia obtida a partir de microscopia eletrônica de varredura dos ovos de *Spodoptera frugiperda* que foram expostas aos extratos aquosos de *Copaifera langsdorffii* na fase jovem. D = dieta; L = lagarta; E = extrato; F = folha; C = casca e P = pulverizada. *Não foi possível analisar os ovos do tratamento ((D + EC) + LPEC)) devido ao número insuficiente de posturas.....35

Figura 10 – Micrografia obtida a partir de microscopia eletrônica de varredura do córion dos ovos de *Spodoptera frugiperda* que foram expostas aos extratos aquosos de *Copaifera langsdorffii* na fase jovem. D = dieta; L = lagarta; E = extrato; F = folha; C = casca e P = pulverizada. (D+A); [(D+EF) + (LPEF)] e [(D+EFC) + L]- setas indicam região aeropilar normal. [D + (LPEF)]; [(D+EF) + L] e [D + (LPEC)] – setas indicam deformações na região aeropilar dos ovos. [(D+EC) + L] e [(D+EFC) + (LPEFC)] – setas indicam malformações nos ovos. [D + (LPEFC)] – seta indica região micrópila fechada. *Não foi possível analisar os ovos do tratamento ((D + EC) + LPEC)) devido ao número insuficiente de posturas.....36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tratamentos avaliados no controle de <i>Spodoptera frugiperda</i>	24
---	-----------

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.2 Características, importância e controle da lagarta-do-cartucho-do-milho	14
2.3 Extratos vegetais para o controle de <i>Spodoptera</i> spp.	16
2.4 A família Leguminosae.....	17
2.4.1 <i>Copaiifera langsdorffii</i>	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Coleta, identificação e processamento do material vegetal	20
3.2 Preparação dos extratos aquosos.....	21
3.3 Criação de <i>S. frugiperda</i> em laboratório.....	21
3.4 Efeito dos extratos aquosos de <i>C. langsdorffii</i> sobre lagartas de segundo instar de <i>S. frugiperda</i>	22
3.5 Análise ultraestrutural dos ovos de <i>S. frugiperda</i>	24
3.6 Análises dos dados.....	25
4 RESULTADOS	26
5 DISCUSSÃO	37
6 CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS.....	43
ANEXO 1	50

1 INTRODUÇÃO

No cenário da agricultura mundial, a cultura do milho ocupa lugar de destaque, porém, ainda sofre com os prejuízos causados pelas pragas. No milho, destaca-se *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), considerada praga-chave dessa cultura em todo o hemisfério ocidental, por atacá-la todo o ano e causar prejuízos econômicos (NAGOSHI et al., 2007). Esse lepidóptero é uma praga de difícil controle, sendo que o método mais utilizado para controlá-lo é o químico, que por ocasião de seu uso constante, favorece o desenvolvimento de insetos resistentes (YU et al., 2007), além de causarem sérios danos ambientais e serem tóxicos, em sua maioria, a organismos benéficos e ao próprio homem.

As substâncias advindas do metabolismo secundário de plantas se apresentam como uma alternativa bastante promissora para o controle dessa praga, uma vez que, em sua maioria, são biodegradáveis, causando menores impactos ambientais. Além disso, acredita-se que a possibilidade de seleção de populações de insetos pragas resistentes ao produto de origem vegetal é menor do que a observada para os produtos de origem sintética, já que os metabólitos secundários de plantas geralmente apresentam maiores complexidades estruturais (RATTAN, 2010).

Vem crescendo a busca por novas moléculas com propriedade inseticida, sendo que, o estudo com extratos vegetais como ferramenta para obtenção de novos compostos merece destaque. Nos últimos anos as pesquisas com inseticidas botânicos têm sido intensificadas, sendo inúmeros os relatos na literatura da atividade de metabólitos secundários de plantas contra insetos pragas (CHAKRADHAR et al., 2010; BASKAR et al., 2011; OGBUEWU et al., 2011).

Vale ressaltar que, dentre as inúmeras famílias botânicas conhecidas por produzirem metabólitos secundários tóxicos a herbívoros, a família Leguminosae vem merecendo destaque, pois os estudos com vistas a avaliar o potencial das plantas dessa família como inseticidas têm aumentado (ADEYEMI et al., 2010; JAYAKUMAR, 2010; PROPHIRO et al., 2012).

Considerando a importância de *S. frugiperda* na cultura do milho, bem como, o potencial inseticida de plantas da família Leguminosae, este trabalho objetivou avaliar a influência de extratos aquosos das folhas e casca do tronco de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae) sobre características biológicas desse noctuídeo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.2 Características, importância e controle da lagarta-do-cartucho-do-milho

Spodoptera frugiperda, conhecida popularmente como a lagarta-do-cartucho-do-milho, é um lepidóptero pertencente à família Noctuidae. Possui desenvolvimento completo, ocorrendo os estágios de ovo, larva, pupa e adulto. Os ovos possuem coloração que varia entre tons de verde e roxo, e são ovipositados em massas, geralmente, com duas ou mais camadas sobrepostas. O período embrionário dura em torno de três dias, nascendo lagartas que se alimentam raspando as folhas de milho. Quando alcançam o segundo instar, as lagartas se dirigem para o cartucho, onde completam o estágio larval deslocando-se, em seguida, para o solo, onde se tornam pupas e completam o seu desenvolvimento (GALLO et al., 2002).

Segundo Barfield et al. (1978) seu ciclo biológico pode variar de 18 dias à temperatura de 35°C a 66 dias à 15°C. Vélez et al. (1967) verificaram que, na temperatura de 27°C e 77% de UR, ocorre um período de pré-oviposição de 5 dias, de incubação de 4 dias, fase larval de 21 a 22 dias e longevidade média de 15 dias. Ferraz (1982) concluiu que a temperatura de 25°C é a mais favorável para o desenvolvimento de *S. frugiperda*.

A lagarta do cartucho possui grande importância econômica, sendo considerada praga-chave da cultura do milho, por atacar a planta em todos os seus estádios de desenvolvimento, causando consideráveis perdas na produção. Os prejuízos podem variar de 17,7% a 55,6% do total produzido, dependendo da época de ataque, do genótipo, do estágio fenológico, do sistema de produção empregado e do local de plantio do milho, podendo acarretar prejuízos estimados em mais de 400 milhões de dólares anuais (CRUZ, 1995; SARMENTO et al., 2002).

O controle de *S. frugiperda* é realizado principalmente com inseticidas químicos e nem sempre se adota o nível de dano econômico para o seu manejo, como discutido por Cruz (1995). Devido à periodicidade e uso indiscriminado desses inseticidas, vem sendo identificadas no Brasil, populações dessa praga com graus variados de resistência aos inseticidas (DIEZ-RODRÍGUEZ et al., 2001; CRUZ, 2002; YU et al., 2007). Além disso, os produtos fitossanitários têm causado sérios danos ambientais, podendo ser tóxicos a outros animais, inclusive ao homem (DAMALAS et al., 2011).

O uso de produtos fitossanitários visando ao controle de *S. frugiperda* tem sido realizado em muitos casos por meio de calendário de aplicação, ou seja, sem se fazer amostragens, aplicando o inseticida mesmo quando este inseto não atingiu o nível de controle. Em um estudo realizado em campo, dal Pogetto et al. (2012) verificaram que apenas uma aplicação de inseticida para o controle desse noctuídeo na cultura do milho, foi suficiente para se obter um rendimento final igual aos tratamentos em que o produto foi aplicado mais de uma vez.

O desenvolvimento de biótipos de insetos também pode se tornar um problema, uma vez que respondem diferentemente às classes de inseticidas, como por exemplo, o biótipo de *S. frugiperda* encontrado em cultura do arroz, o qual apresentou resistência ao inseticida lambdacialotrina mais rapidamente do que o biótipo encontrado no milho; porém, para o inseticida metomil essa diferença não foi observada (Roz-Des et al., 2011).

Dessa forma, o que se pode fazer é retardar o aumento do nível de resistência por meio do uso menos frequente de produtos químicos de uma mesma classe ou grupo químico, alternando ou até mesmo substituindo-os, por exemplo, por produtos naturais que apresentem diferentes modos de ação em relação aos inseticidas comerciais e convencionais e menor toxicidade aos inimigos naturais (HOY, 1992; TAVARES et al., 2010).

2.3 Extratos vegetais para o controle de *Spodoptera* spp.

O Brasil é o país com maior diversidade de espécies vegetais no mundo, apresentando mais de 43 mil espécies de plantas descritas, posicionando-o como o possuidor de 19% da flora mundial (MMA, 2011). Desta forma, apresenta grande potencial de descoberta de novos compostos ativos contra insetos (GUERRA E NORDARI, 2002).

Muitas substâncias resultantes do metabolismo secundário ou intermediário de plantas podem afetar diversos organismos, sendo que, em insetos podem causar repelência, deterrência alimentar e de oviposição, esterilização, bloqueio do metabolismo, interferência no desenvolvimento e até mesmo a morte (LANCHER, 2000; ADEYEMI, 2010).

Muitas plantas têm sido avaliadas contra lagartas do gênero *Spodoptera*. Uma das plantas mais estudadas por apresentar maior atividade inseticida é o nim, *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae). Seu efeito foi comprovado sobre mais de 400 espécies de insetos (MARTINEZ, 2002). O óleo de nim adicionado em dieta artificial causou grande mortalidade das lagartas de 1º instar de *S. frugiperda*, prolongou os períodos larval e pupal e reduziu o peso das pupas. Foram encontradas também alterações histológicas no trato digestivo das lagartas como degeneração do epitélio, do mesêntero e alterações na membrana peritrófica em todas as concentrações testadas (ROEL et al., 2010).

Lou et al. (2012) demonstraram que o extrato de acetato de etila das folhas de *Mormodica charantia* L. (Cucurbitaceae) causaram efeitos negativos sobre as características biológicas de *Spodoptera litura* Fabricius, 1775 (Lepidoptera: Noctuidae), inibindo o desenvolvimento larval, bem como provocando sua morte.

Santiago et al. (2008) verificaram que os extratos aquosos dos frutos verdes de *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) reduziram a duração das fases larval e pupal e peso das pupas de *S. frugiperda*. Extratos etanólicos de folhas

senescentes de *Jatropha gossypifolia* L. (Euphorbiaceae) e *Melia azedarach* L. (Meliaceae) incorporados em dieta artificial causaram efeito antialimentar em lagartas de *S. frugiperda*, sendo que o extrato de *M. azedarach* provocou 100% de mortalidade das lagartas duas semanas do o início do bioensaio (BULLANGPOTI et al., 2012).

Extratos aquosos dos frutos de *Piper tuberculatum* Jacq. (Piperaceae) aplicados em folhas de milho e oferecidos às lagartas de *S. frugiperda*, causaram mortalidade larval, reduziram o consumo alimentar e prolongaram o período larval (Castro et al., 2008). Em estudos com ricinina, um alcaloide extraído de *J. gossypifolia*, Bullangpoti et al. (2011) constataram que este se mostrou tóxico à lagartas de segundo instar de *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae).

O uso de substâncias derivadas do metabolismo de plantas como inseticidas, apresenta inúmeras vantagens quando comparado aos produtos sintéticos, uma vez que, essas substâncias, na maioria das vezes, são obtidas de recursos renováveis e são rapidamente degradadas, causando menor impacto ambiental (PENTEADO, 2001; ALTIERI et al., 2003).

2.4 A família Leguminosae

A família Leguminosae ou Fabaceae, dependendo do sistema de classificação utilizado, se apresenta como uma das maiores famílias dentro das angiospermas, juntamente com a Asteraceae e Orchidaceae, compreendendo 727 gêneros e 19.325 espécies. As leguminosas ocorrem em quase todas as regiões do mundo, com exceção das áreas árticas e antárticas e em algumas ilhas. É considerada como a família de maior riqueza de espécies arbóreas nas florestas neotropicais, além de haver nessa região, grande número de táxons endêmicos.

No Brasil ocorrem cerca de 220 gêneros e 2.736 espécies (LORENZI et al., 2005).

Muitas espécies dessa família têm grande importância econômica, como a soja (*Glycine max* L.), ervilha (*Pisum sativum* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), alfafa (*Medicago sativa* L.) e o grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.). Muitas espécies de leguminosas vêm sendo estudadas quanto à sua atividade inseticida. Como é o exemplo da *Cassia siamiae* Lamk (Leguminosae), que foi avaliada na concentração de 10% (v/v) do seu extrato aquoso. Este foi aplicado sobre sementes de *Vigna unguiculata* (L.) (Fabaceae) e então oferecidas ao caruncho do feijão *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) que causou deterrência para a oviposição de 84,66% (JAYAKUMAR, 2010).

O extrato metanólico de *Bobgunnia madagascariensis* J.H.Kirkbr. & Wiersema (Fabaceae) apresentou atividade deterrente para o *Tribolium castaneum* H. (Coleoptera: Tenebrionidae) nas mesmas proporções que o inseticida comercial Phostoxin[®]. Os extratos clorofórmicos e metanólicos das folhas, ramos e cascas desta planta também causaram elevada taxa de inibição alimentar, superior a 50% em algumas concentrações e quando os mesmos foram aplicados via aplicação tópica, causaram mortalidade de mais de 70% dos insetos após 72 horas da aplicação (ADEYEMI et al., 2010).

2.4.1 *Copaifera langsdorffii*

Esta planta pertence à família Fabaceae (LORENZI et al., 2005), sendo também conhecida popularmente como copaíba, distribui-se desde o nordeste da Argentina até a Venezuela. No Brasil é encontrada em todo o país, ocorrendo principalmente nos biomas amazônico e cerrado (MACHADO, 1990). Pode ser encontrada em vários estágios de sucessão, desde áreas totalmente degradadas até aquelas com dossel em fechamento (SALGADO et al., 2001).

Existem muitos estudos a respeito da atividade biológica de *C. langsdorffii*, em especial, envolvendo o óleo resina (PAIVA et al., 1998; COSTA-LOTUFO, 2002; PAIVA et al., 2002; CAVALCANTI et al., 2006; SANTOS et al., 2011).

O óleo essencial de *C. langsdorffii* na concentração de 0,5 mL.kg⁻¹ impregnado em grãos de feijão *P. vulgaris* cv. Rajadinho reduziu em 82,7% a oviposição e 85% a emergência de adultos de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Bruchidae), dependendo da concentração utilizada (FRANÇA et al., 2012).

Em estudo com extratos metanólicos das folhas, cascas, sementes e polpas dos frutos de *C. langsdorffii*, Alves et al. (2012) constataram que os extratos das folhas e polpas dos frutos foram os mais ativos contra *S. frugiperda*, causando aumento na mortalidade e diminuição no peso das lagartas, alongamento do estágio larval, diminuindo a fertilidade e fecundidade dos adultos, além de alterar morfológicamente as regiões aeropilar e micropilar dos ovos, sendo que, em ensaios bioquímicos foi observada inibição da enzima tripsina nos testes *in vitro*.

O óleo essencial de *Copaifera* sp. foi testado em populações de laboratório e selvagem do mosquito *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae), onde foi demonstrado que ambas as populações foram susceptíveis ao óleo resina, nas concentrações de CL₅₀ de 47 e CL₉₀ de 91 mL.L⁻¹ de água para as populações de laboratório e selvagem, respectivamente (PROPHIRO et al., 2012). Valotto et al. (2011) verificaram que o diterpeno labdano isolado de *Copaifera reticulata* Ducke (Fabaceae) causou mortalidade das larvas de *A. aegypti* por causarem destruição das células do mesêntero, entre outras alterações celulares. Mendonça et al. (2005) relataram que o óleo resina de *C. langsdorffii* apresentou alta atividade inseticida sobre o mosquito vetor da dengue *A. aegypti*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado nos laboratórios de Manejo Integrado de Pragas (MIP) do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no período de janeiro a outubro de 2012.

3.1 Coleta, identificação e processamento do material vegetal

Folhas e cascas do tronco de *C. langsdorffii* foram coletadas na cidade de Lavras – Minas Gerais, no Campus da Universidade Federal de Lavras, em locais georeferenciados por meio de GPS (Sistema de Posicionamento Global): Norte 05°02.990' Sul 76°51.836' no dia 23 de janeiro de 2012, ocasião em que foram avaliadas quanto à presença de doenças e sinais de herbivoria. Além disso, todas as informações relacionadas à espécie vegetal no momento da coleta, tais como, idade, hora, temperatura e umidade do dia da coleta, sintomas de estresse da planta entre outros, foram registradas em fichas de campo (Anexo 1), conforme proposto por Fidalgo e Bonomi (1989). Parte do material coletado foi utilizada para confecção de uma exsicata, que foi encaminhada ao Departamento de Engenharia Florestal, onde, sob a supervisão do biólogo José Carlos foi feita a confirmação da espécie.

O material coletado foi encaminhado ao laboratório de MIP do Departamento de Entomologia da UFLA, onde as folhas e cascas do tronco foram separadas e dispostas em estufa de ventilação forçada a 40°C onde foram mantidas até que apresentassem peso constante. O material seco foi submetido a um triturador de facas para obtenção de pó vegetal de cada parte coletada. Este material foi acondicionado em recipientes de vidro, hermeticamente fechados e armazenado em freezer a -6°C até serem utilizados nos bioensaios.

3.2 Preparação dos extratos aquosos

Os extratos aquosos das folhas e cascas do tronco de *C. langsdorffii* foram preparados na concentração de 5% (p/v). Para tal, foram adicionados em um Becker, 5 g da parte vegetal seca e moída para cada 100 mL de água destilada. A solução foi homogeneizada em liquidificador por 1 minuto, acondicionada em recipiente de vidro e mantida em repouso por 24 horas sob refrigeração. Após esse período, os extratos foram filtrados em tecido tipo *voil*. Foram obtidas as soluções-estoque dos extratos das folhas e da casca do tronco e também a mistura dessas duas, composta por 50% de cada uma delas.

3.3 Criação de *S. frugiperda* em laboratório

A criação foi iniciada com lagartas de *S. frugiperda* coletadas em lavouras de milho presentes em propriedades rurais do município de Lavras – MG, onde não foi aplicado nenhum tipo de inseticida. Foram levadas para o Laboratório de MIP do Departamento de Entomologia da UFLA e individualizadas em tubos de vidro (8 cm de altura x 2 cm de diâmetro) contendo dieta artificial a base de feijão proposta por Kasten et al. (1978). As pupas obtidas foram colocadas em uma placa de Petri (10 cm de diâmetro) que foi acondicionada em gaiola de PVC (21 cm de altura x 20 cm de diâmetro).

As gaiolas tiveram sua superfície interna forrada com papel-filtro, foram apoiadas em um prato plástico (30 cm de diâmetro) e tampadas com tecido do tipo *voil*. Os adultos foram alimentados por meio de algodão embebido em solução aquosa de mel a 10%. As posturas obtidas foram retiradas das gaiolas a cada dois dias e transferidas para uma placa de Petri onde permaneceram até a eclosão das lagartas. Estas foram individualizadas em tubos de vidro (8 cm de altura x 2 cm de diâmetro) contendo a dieta artificial, iniciando-se novamente o

processo. A criação foi mantida em laboratório sob temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Para a realização dos experimentos foram utilizadas lagartas provenientes da segunda postura.

3.4 Efeito dos extratos aquosos de *C. langsdorffii* sobre lagartas de segundo instar de *S. frugiperda*

Os extratos aquosos das folhas, casca do tronco e a mistura desses foram incorporados à dieta artificial na concentração de 5% (v/v), quando esta atingiu temperatura de aproximadamente 50°C a fim de se evitar a degradação de possíveis moléculas termo sensíveis. Água destilada foi adicionada na dieta do tratamento controle na concentração de 5% (v/v) para se igualar a consistência da dieta incorporada com os extratos aquosos. As dietas incorporadas com os extratos aquosos e água foram então, vertidas em recipientes plásticos (2,0 cm de altura x 2,0 cm de largura x 2,0 cm de comprimento) onde permaneceram até o seu resfriamento e endurecimento. Foi preparada também uma alíquota, constituída somente de dieta artificial a fim de se calcular a perda de água natural da dieta artificial e posteriormente fazer o cálculo do consumo alimentar. Após o endurecimento, a dieta tratada com os extratos (Tabela 1), foi retirada dos recipientes plásticos, sendo que cada pedaço foi pesado antes de ser acondicionado em um recipiente plástico com volume de 50 mL.

Os extratos aquosos (Tabela 1) também foram pulverizados sobre as lagartas via torre de Potter. Para isto, 50 lagartas de *S. frugiperda* foram colocadas em placa de Petri de 15 cm de diâmetro para serem tratadas com os extratos. Para a pulverização, foi utilizado 2,5 mL de cada um dos extratos e de água destilada na concentração de 5% (v/v), volume este necessário para cobrir toda a área da placa utilizada para alojar as lagartas. A alíquota também foi

pesada e acondicionada nas mesmas condições que a dieta tratada, porém, sem a presença das lagartas.

Cada recipiente plástico contendo dieta artificial incorporada ou não com os extratos vegetais, foi inoculado com uma lagarta de 2º instar de *S. frugiperda*, que foi pulverizada ou não com os extratos aquosos, dependendo do tratamento (Tabela 1) e, em seguida, foi vedado com tampa acrílica transparente.

A sobrevivência das lagartas foi avaliada diariamente, enquanto que o ganho de peso dessas foi mensurado sete dias após o início do bioensaio com pesagens subsequentes realizadas a cada dois dias, até que as mesmas atingissem o estágio de pré-pupa. Nesta ocasião, dezessete dias após início do bioensaio, foi realizada também, a pesagem das fezes das lagartas, da dieta artificial que servia de alimento às lagartas e da alíquota para o cálculo do consumo alimentar.

As pupas obtidas foram pesadas 24 horas após a pupação e então, foram acondicionadas em tubos de vidro (8,5 cm de altura x 2,0 cm de diâmetro) que foram tampados com algodão até a emergência dos adultos para o cálculo do período pupal. Os adultos foram separados por sexo e pelo menos cinco casais de mesma idade do mesmo tratamento foram individualizados e transferidos para gaiolas de PVC (10 cm de diâmetro x 15 cm de altura), revestidas com papel-filtro para oviposição das fêmeas. Esse casal foi alimentado com solução aquosa de mel a 10%. As gaiolas foram tampadas em sua extremidade superior com tecido tipo *voil* tendo sua base fechada com filme plástico com auxílio de fita adesiva.

O bioensaio foi realizado em sala climatizada com temperatura de 25 ±2°C, umidade de 70±10% e fotofase de 12 horas.

O delineamento foi o inteiramente casualizado constituído de doze tratamentos e cinco repetições, sendo cada uma, formada por cinco lagartas de segundo instar de *S. frugiperda*.

Diariamente as posturas foram recolhidas, transferidas para tubos de vidro (8,5 cm de altura x 2,0 cm de diâmetro) e armazenadas em freezer. Os ovos referentes à segunda postura foram contados, acondicionados em placas de Petri até a eclosão das lagartas, a fim de se calcular a sua viabilidade. Entretanto, os ovos da terceira postura foram colocados em fixador (subitem 3.5) para posterior avaliação via microscopia eletrônica de varredura.

Avaliou-se também a sobrevivência das pupas, período de pré-oviposição e oviposição, razão sexual e longevidade dos insetos.

Tabela 1 – Tratamentos avaliados para o controle de *Spodoptera frugiperda*.

Tratamento
Dieta + lagarta pulverizada com água = (D + LPA)
Dieta + água + lagarta = [(D + A) + L]
Dieta + água + lagarta pulverizada com água = [(D+A) + (LPA)]
Dieta + lagarta pulverizada com extrato da folha = [D + (LPEF)]
Dieta + extrato da folha + lagarta = [(D + EF) + L]
Dieta + extrato da folha + lagarta pulverizada com extrato da folha = [(D+EF) + (LPEF)]
Dieta + lagarta pulverizada com extrato da casca = [D + (LPEC)]
Dieta + extrato da casca + lagarta = [(D + EC) + L]
Dieta + extrato da casca + lagarta pulverizada com extrato da casca = [(D + EC) + (LPEC)]
Dieta + lagarta pulverizada com extrato da folha e casca = [D + (LPEFC)]
Dieta + extrato da folha e casca + lagarta = [(D + EFC) + L]
Dieta + extrato da folha e casca + lagarta pulverizada com extrato folha e casca = [(D + EFC) + (LPEFC)]

3.5 Análise ultraestrutural dos ovos de *S. frugiperda*

Os ovos provenientes da terceira postura dos casais de *S. frugiperda* obtidos do bioensaio, conforme subitem 3.4, foram submetidos à análise

ultraestrutural em microscópio eletrônico de varredura (MEV), a fim de se observar possíveis alterações morfológicas.

Para análise do material, foi utilizado o protocolo padrão para amostras biológicas de acordo com Alves (2004) onde, os ovos foram fixados, pós-fixados, lavados, secos, montados em stubs de alumínio para passarem por um banho de ouro e finalmente, encaminhados para análise de microscopia eletrônica, utilizando-se o microscópio MEV Leo Evo 40. O Software utilizado para a geração das imagens foi o “Leo User Interface”.

3.6 Análises dos dados

Para o cálculo do consumo alimentar foi utilizado o fator de correção para perda de água: $[1-a/2][W-(L+bL)]$, em que **a** = peso inicial da alíquota da dieta; **b** = média de perda de peso da alíquota; **W** = peso da dieta introduzida e **L** = peso da dieta não ingerida (COHEN, 2004).

Os dados referentes ao consumo alimentar, peso das fezes, duração das fases larval e pupal, peso e sobrevivência acumulada das pupas, número e viabilidade dos ovos, longevidade, razão sexual e período de pré-oviposição e oviposição das fêmeas foram submetidos à ANOVA e ao teste de Scott-Knott (SCOTT E KNOTT, 1974), utilizando-se o software SAS (PROC LIFETEST, SAS Institute, 2008) e SISVAR (FERREIRA, 2011).

A sobrevivência dos insetos durante a fase larval foi analisada por meio da análise de sobrevivência, e os dados referentes ao peso das lagartas ao longo do tempo foram submetidos à análise de regressão utilizando o software SAS (REG, SAS Institute, 2008).

4 RESULTADOS

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos controle (D + LPA); [(D + A) + L] e [(D+A) + (LPA)] e por isto os mesmos foram representados nos resultados apenas como Dieta + Água (D + A).

O peso das lagartas de *S. frugiperda* sofreu alteração ao longo do tempo de exposição a alguns extratos, sendo que, aos sete dias após início do experimento todos eles causaram redução no peso das mesmas ($F=3,725$; $p\leq 0,018$). A redução dessa característica biológica foi mais significativa nos tratamentos [(D + EF) + L]; [(D+EF) + (LPEF)]; [(D + EC) + L] e [(D + EC) + (LPEC)] que apresentaram, respectivamente, pesos 4,74; 4,03; 2,55 e 3,51 vezes menores que o do controle (Figura 1). Essas lagartas mantiveram o peso reduzido em relação à testemunha, até o 17º dia onde, ao final do período larval, somente as lagartas provenientes dos tratamentos [D + (LPEF)]; [D + (LPEFC)] e [(D + EFC) + L] apresentaram peso mais elevado ($0,646\pm 0,0173$ g; $0,606\pm 0,0410$ g e $0,647\pm 0,0210$ g), respectivamente, não diferindo do tratamento controle cuja média foi de $0,626\pm 0,0299$ g (Figuras 1 e 2).

O consumo alimentar e o peso das fezes aos dezessete dias após o início do bioensaio também foram variáveis em relação à testemunha ($F=17,215$; $p\leq 0,000$), ($F=15,571$; $p\leq 0,000$), respectivamente (Figura 2). As lagartas expostas aos extratos aquosos das folhas e cascas de *C. langsdorffii* [(D + EF) + L]; [(D+EF) + (LPEF)]; [(D + EC) + L]; [(D + EC) + (LPEC)] e [D + (LPEC)] apresentaram menor peso por terem se alimentado menos e conseqüentemente excretaram menor quantidade de fezes, sendo que, com exceção do tratamento [(D + EC) + L] também apresentaram prolongamento do estágio larval que foi de $24,12\pm 0,545$ dias para [(D + EF) + L]; $25,21\pm 0,678$ dias para [(D+EF) + (LPEF)]; $23,83\pm 0,676$ dias para [D + (LPEC)] e $26\pm 1,148$ dias para [(D + EC) + (LPEC)], enquanto que a fase larval no tratamento controle durou em média, $21,47\pm 0,172$ dias ($F=6,715$; $p\leq 0,0000$) (Figura 4).

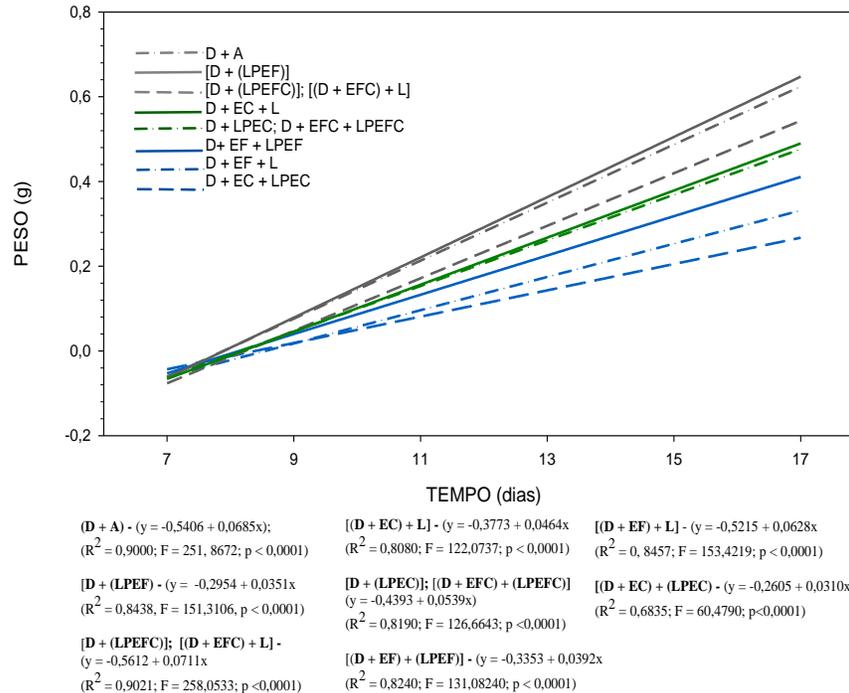


Figura 1 - Peso das lagartas de *Spodoptera frugiperda* ao longo do tempo quando alimentadas e pulverizadas com os extratos aquosos das folhas e casca do tronco de *Copaifera langsdorffii*. D = dieta; L = lagarta; E = extrato; F = folha; C = casca e P = pulverizada, onde $y = a + b$ em que “a” e “b” são os interceptos e “x” = tempo (dias).

As lagartas de *S. frugiperda* que tiveram reduzido consumo alimentar e menor peso das fezes, bem como alongamento do estágio larval, com exceção do tratamento [D + (LPEC)], apresentaram também pupas com menor peso em relação ao tratamento controle ($F=6,050$; $p \leq 0,0000$) (Figura 4), com médias variando de $0,2633 \pm 0,0134$ g [(D + EF) + L] a $0,3081 \pm 0,00582$ g [(D +EFC) + L].

Apesar de os extratos aquosos de *C. langsdorffii* terem causado alterações em algumas características biológicas de *S. frugiperda*, os mesmos

não reduziram a sobrevivência desse inseto nas fases larval ($F=2,092$; $p\leq 0,0535$) (Figura 3) e pupal ($F=0,807$; $p\leq 0,6126$) nem tampouco provocaram alongamento do estágio de pupa ($F=0,942$; $p\leq 0,4901$) (Figura 4).

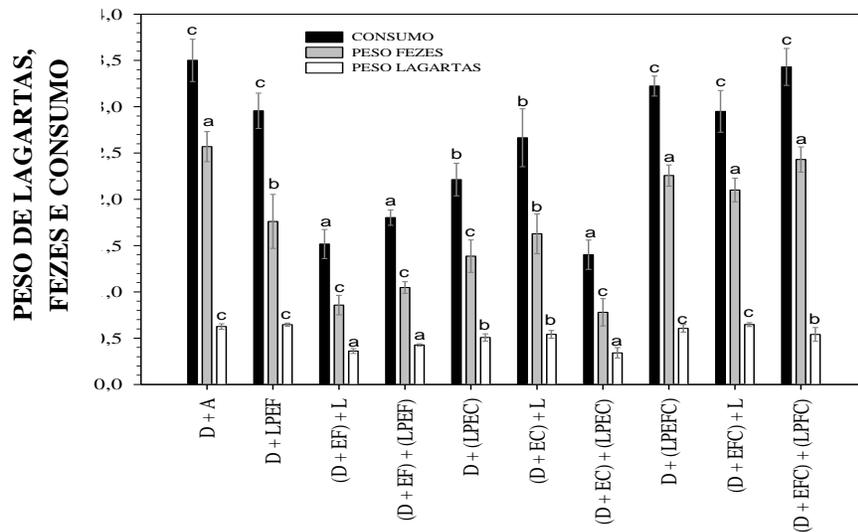


Figura 2 - Médias \pm EP do consumo alimentar ($F=17,215$; $p\leq 0,000$), peso das fezes ($F=15,571$; $p\leq 0,000$) e de lagartas ($F = 20,112$; $p \leq 0,0000$) de *Spodoptera frugiperda* 17 dias após terem sido submetidas aos tratamentos com extratos aquosos de *Copaifera langsdorffii*. D = dieta; L = lagarta; E = extrato; F = folha; C = casca e P = pulverizada. *Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

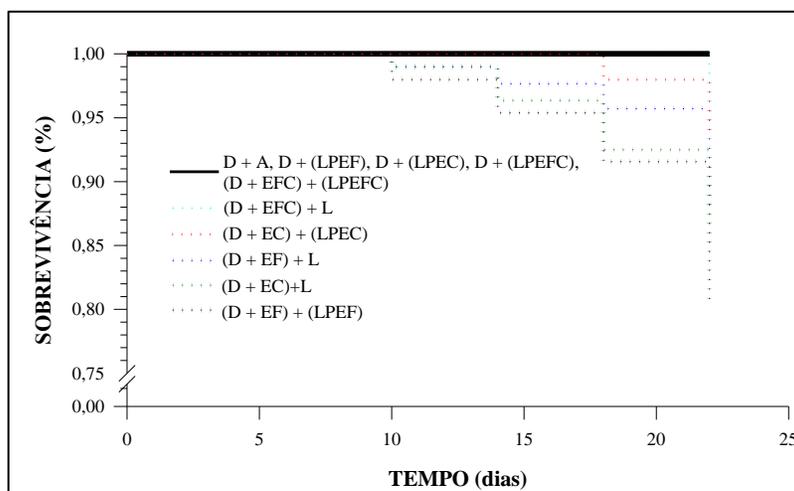


Figura 3 – Porcentagem de sobrevivência das lagartas de *Spodoptera frugiperda* submetidas aos tratamentos com extratos aquosos de *Copaifera langsdorffii*. D = dieta; L = lagarta; E = extrato; F = folha; C = casca e P = pulverizada.

Ocorreu diferença significativa na porcentagem de ovos viáveis ($F=2,859$; $p \leq 0,0173$), ocasionando variação na eclosão das lagartas de $37,69 \pm 3,919\%$ [(D + EC) + L] a $93,04 \pm 3,255\%$ [(D+EF) + (LPEF)], (Figura 7). Para o tratamento controle a viabilidade dos ovos foi de $79,36 \pm 7,243\%$.

As posturas de *S. frugiperda* oriundas de lagartas que foram alimentadas e ou pulverizadas com os extratos aquosos das folhas e casca do tronco de *C. langsdorffii*, apresentaram visualmente, um número maior de ovos deformados em comparação ao tratamento controle (Figuras 8 e 9). Os ovos provenientes dos tratamentos [D + (LPEF)]; [(D+EF) + L] e [D + (LPEC)] apresentaram alterações morfológicas na região aeropilar. Também foram observadas malformações, principalmente na região basal dos ovos que foram expostos aos extratos aquosos das folhas e casca do tronco [(D+EC) + L] e [(D+EFC) + (LPEFC)], e o tratamento [D + (LPEFC)] provocou alteração na região

micropilar dos ovos. Os tratamentos [(D+EF) + (LPEF)] e [(D+EFC) + L] não causaram alterações significativas nos ovos de *S. frugiperda* (Figura 10)

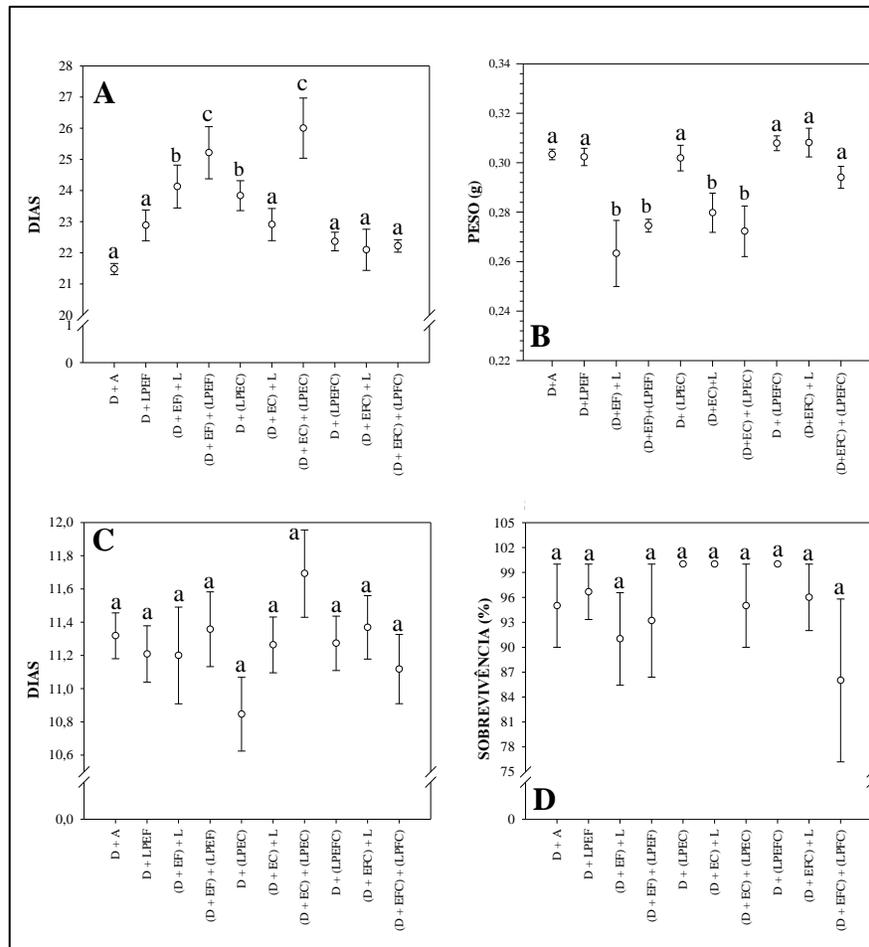


Figura 4 - Médias \pm EP para **A** = duração da fase larval ($F=6,715$; $p\leq 0,0000$), **B** = peso das pupas ($F=6,050$; $p\leq 0,0000$), **C** = duração da fase pupal ($F=0,942$; $p\leq 0,4901$) e **D** = sobrevivência da fase pupal ($F=0,807$; $p\leq 0,6126$) de *Spodoptera frugiperda* submetidas aos tratamentos com extratos aquosos de *Copaifera langsdorffii*. D = dieta; L = lagarta; E = extrato; F = folha; C = casca e P = pulverizada. *Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância

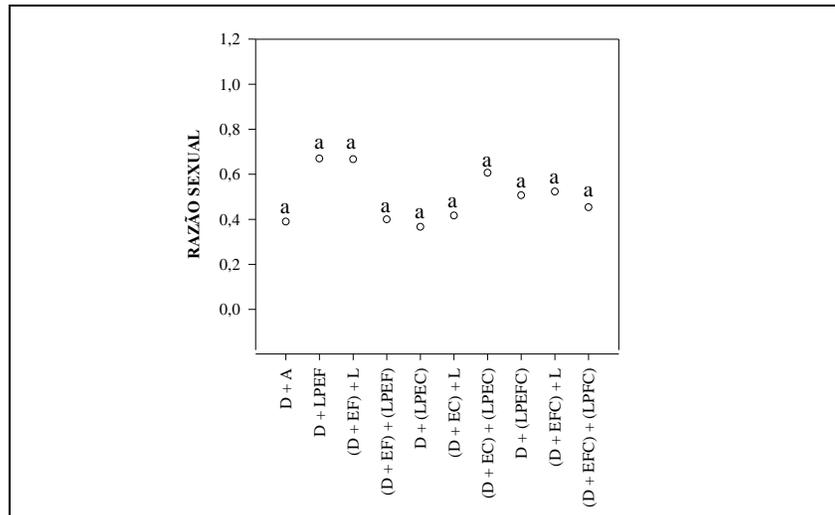


Figura 5 - Médias \pm EP para **A** = razão sexual ($F=0,946$; $p \leq 0,4977$), **B** = longevidade dos machos ($F=1,138$; $p \leq 0,3612$) e **C** = longevidade das fêmeas ($F=1,138$; $p \leq 0,3612$) de *Spodoptera frugiperda* submetidas aos tratamentos com extratos aquosos de *Copaifera langsdorffii*. D = dieta; L = lagarta; E = extrato; F = folha; C = casca e P = pulverizada. *Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

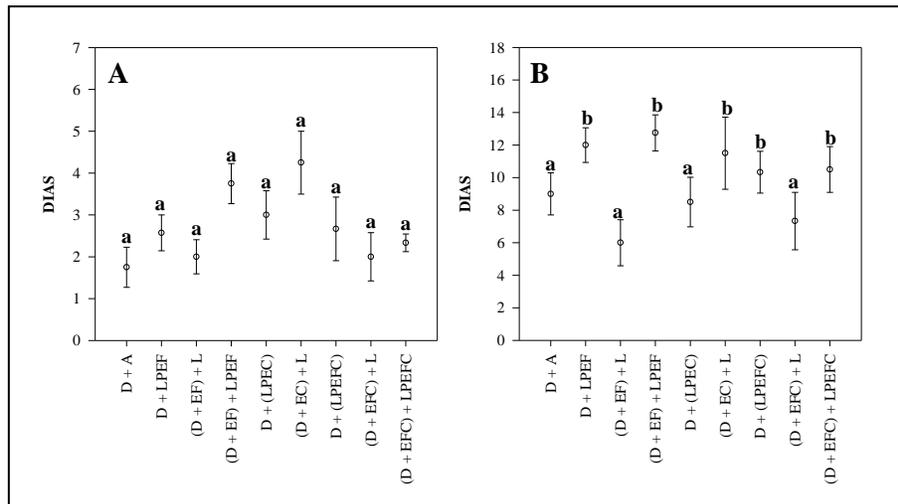


Figura 6 – Médias \pm EP para **A** = período de pré-oviposição ($F=1,873$; $p\leq 0,0962$) e **B** = período de oviposição ($F = 2,077$; $p\leq 0,0652$) de fêmeas de *Spodoptera frugiperda* submetidas aos tratamentos com extratos aquosos de *Copaifera langsdorffii* na fase jovem. D = dieta; L = lagarta; E = extrato; F = folha; C = casca e P = pulverizada. *Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. **Não foi possível avaliar o número de posturas e o número de ovos por postura do tratamento (D + EC) + LPEC devido ao número insuficiente de posturas bem como baixa longevidade dos machos.

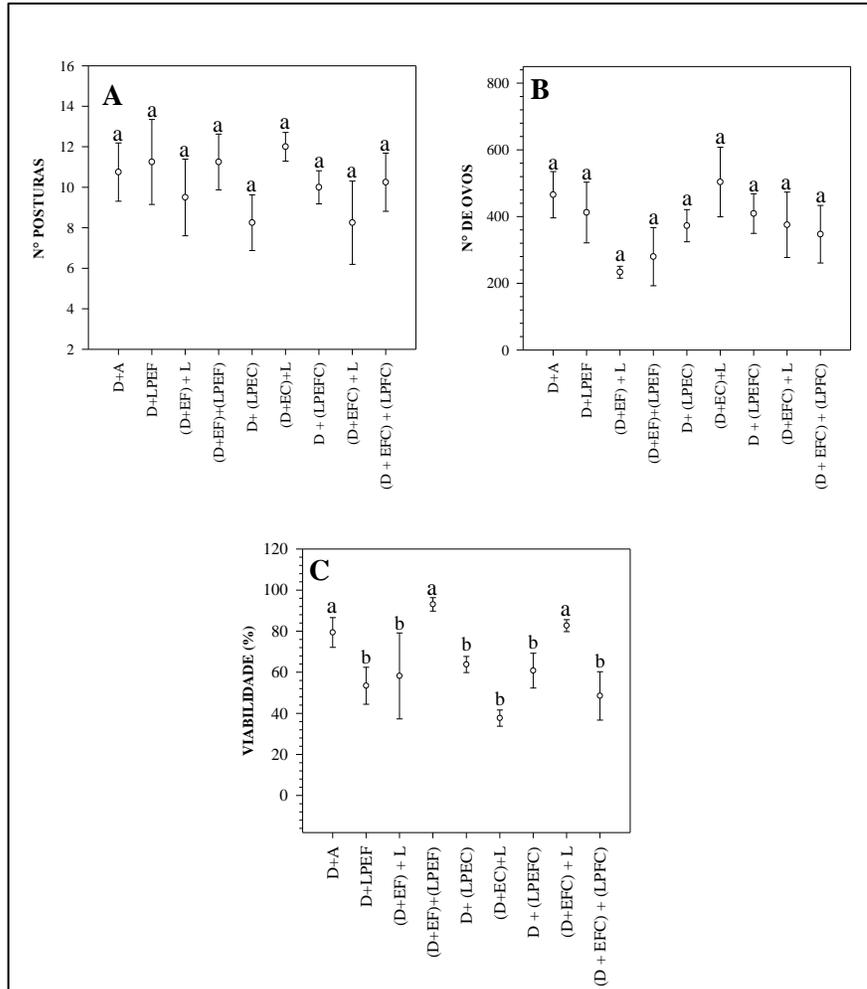


Figura 7 – Médias \pm EP para **A** = número de posturas ($F=0,733$; $p\leq 0,662$), **B** = número de ovos da segunda postura ($F=0,900$; $p\leq 0,526$) e **C** = viabilidade dos ovos da segunda postura ($F=2,859$; $p\leq 0,0173$) de *Spodoptera frugiperda* submetidos aos tratamentos com extratos aquosos de *Copaifera langsdorffii*. D = dieta; L = lagarta; E = extrato; F = folha; C = casca e P = pulverizada. *Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. **Não foi possível avaliar o número de posturas e o número de ovos por postura do tratamento ((D + EC) + LPEC)) devido ao número insuficiente de posturas bem como baixa longevidade dos machos.

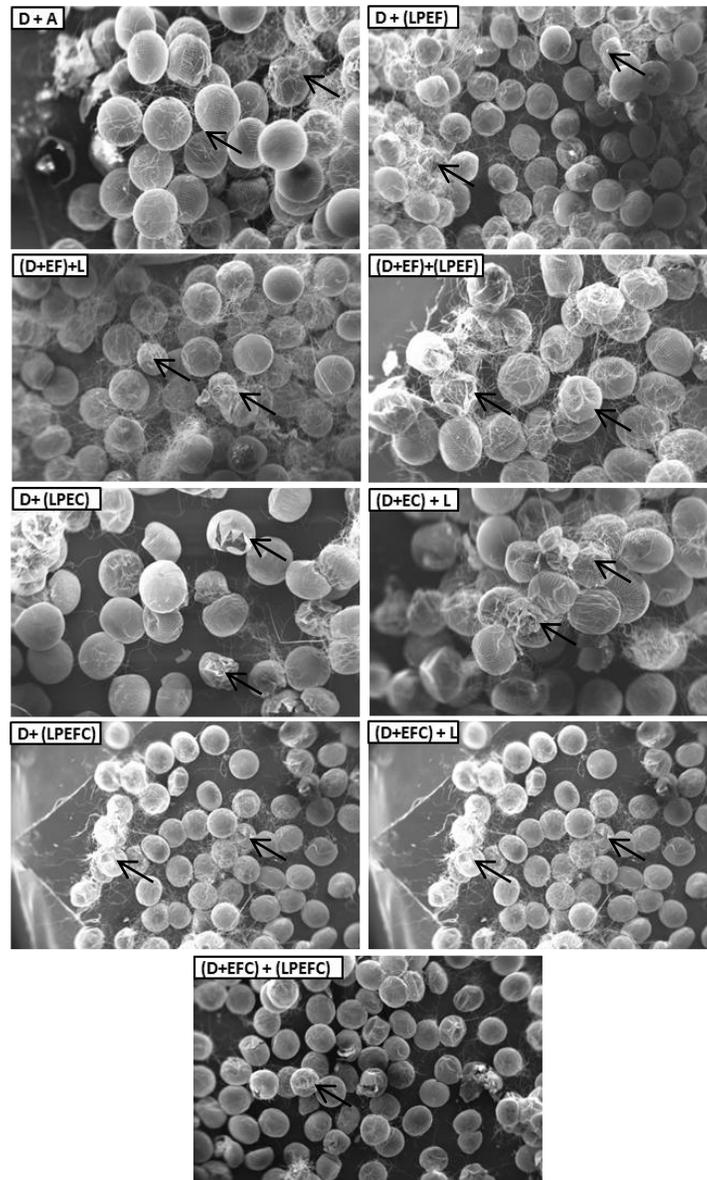


Figura 8 – Micrografia obtida a partir de microscopia eletrônica de varredura da posturas de *Spodoptera frugiperda* que foram expostas aos extratos aquosos de *Copaifera langsdorffii* na fase jovem. D = dieta; L = lagarta; E = extrato; F = folha; C = casca e P = pulverizada. *Setas indicam ovos deformados. **Não foi possível analisar as posturas do tratamento ((D + EC) + LPEC)) devido ao número insuficiente de posturas.

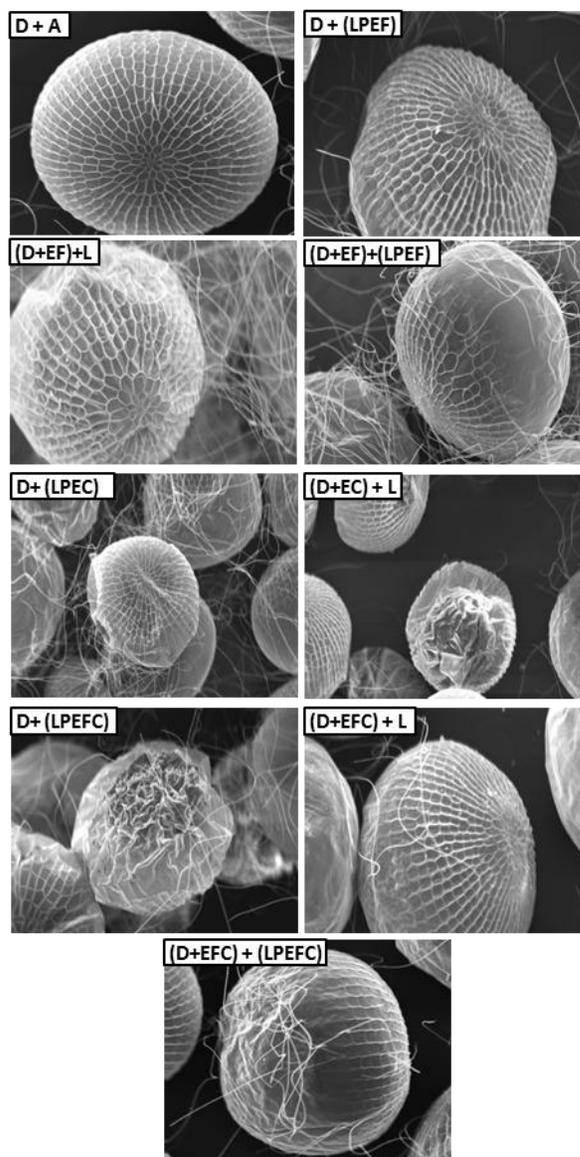


Figura 9 – Micrografia obtida a partir de microscopia eletrônica de varredura dos ovos de *Spodoptera frugiperda* que foram expostas aos extratos aquosos de *Copaifera langsdorffii* na fase jovem. D = dieta; L = lagarta; E = extrato; F = folha; C = casca e P = pulverizada. *Não foi possível analisar os ovos do tratamento ((D + EC) + LPEC)) devido ao número insuficiente de posturas.

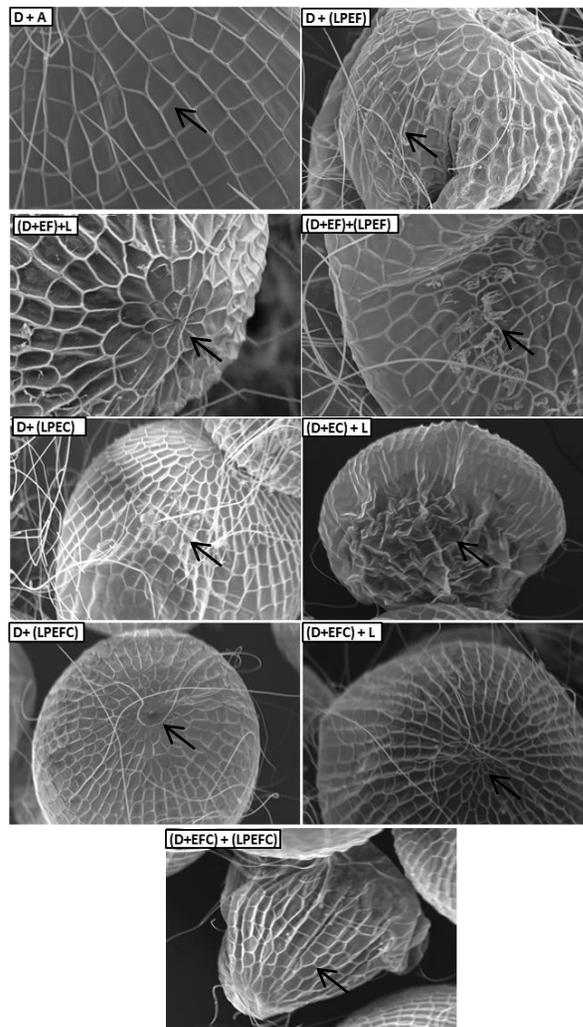


Figura 10- -Micrografia obtida a partir de microscopia eletrônica de varredura do córion dos ovos de *Spodoptera frugiperda* que foram expostas aos extratos aquosos de *Copaifera langsdorffii* na fase jovem. D = dieta; L = lagarta; E = extrato; F = folha; C = casca e P = pulverizada. (D+A); [(D+EF) + (LPEF)] e [(D+EFC) + L]- setas indicam região aeropilar normal. [D + (LPEF)]; [(D+EF) + L] e [D + (LPEC)] – setas indicam deformações na região aeropilar dos ovos. [(D+EC) + L] e [(D+EFC) + (LPEFC)] – setas indicam malformações nos ovos. [D + (LPEFC)] – seta indica região micrópila fechada. *Não foi possível analisar os ovos do tratamento ((D + EC) + LPEC)) devido ao número insuficiente de posturas.

5 DISCUSSÃO

No presente trabalho, os extratos aquosos das folhas e casca de *C. langsdorffii* quando incorporados na dieta artificial e ou pulverizados sobre lagartas de *S. frugiperda*, causaram mortalidade e ou afetaram negativamente o desenvolvimento desse inseto. Segundo Taiz e Zeiger (2009) as plantas produzem uma diversidade de compostos químicos derivados do metabolismo secundário que são utilizados para a sua defesa, e segundo Rodríguez e Vendramim (1997), esses compostos podem atuar de forma negativa sobre os insetos, afetando sua fisiologia e aumentando as taxas de mortalidade desses organismos.

As alterações no desenvolvimento de *S. frugiperda* causada pelos extratos aquosos das folhas e casca de *C. langsdorffii* observadas nesse trabalho, como redução no peso das lagartas e prolongamento do período larval para alguns tratamentos, principalmente aqueles onde os extratos foram ingeridos, estão de acordo com os resultados encontrados por Alves et al. (2012). Esses autores verificaram que os extratos metanólicos das folhas e casca dos frutos de *C. langsdorffii*, quando incorporados em dieta artificial, mostraram-se tóxicos para lagartas de segundo instar de *S. frugiperda*, causando alterações no seu desenvolvimento.

A variação na toxicidade entre os extratos obtidos a partir das diferentes estruturas vegetais de *C. langsdorffii* observadas no presente estudo, possivelmente se deve à diferença na produção e ou armazenamento dos metabólitos secundários existentes nas estruturas vegetais das plantas (TAIZ E ZEIGER, 2009). Alves et al. (2012) estudaram a atividade biológica dos extratos metanólicos das folhas, casca, polpa e sementes dos frutos de *C. langsdorffii* e verificaram que os extratos das folhas e casca dos frutos foram os mais tóxicos a *S. frugiperda*.

Extratos aquosos de espécies de *Trichilia* também apresentaram variações quanto sua toxicidade a *S. frugiperda* dependente da parte vegetal utilizada, uma vez que o período larval foi alongado pelo extrato aquoso das folhas de *T. casaretti* e *T. pallens* (Meliaceae) e não sofreu alterações quando as lagartas se alimentaram de folhas de milho tratadas com os extratos aquosos dos ramos dessas espécies (BOGORNÍ et al., 2005).

Outras espécies pertencentes ao gênero *Copaifera* também influenciaram negativamente diversas espécies de insetos causando mortalidade e repelência dos mesmos (BARBOSA et al., 2011; PROPHIRO et al., 2012).

A redução no consumo alimentar de *S. frugiperda* e conseqüentemente do peso e excreção de fezes das lagartas, observadas em alguns tratamentos da presente pesquisa [(D + EF) + L]; [(D+EF) + (LPEF)]; [(D + EC) + L]; [(D + (LPEC))] e [(D + EC) + (LPEC)], pode estar relacionada à deterrência alimentar provocada por alguma substância presente nos extratos aquosos, possivelmente inibidores de enzimas. Os resultados obtidos neste bioensaio corroboram com os trabalhos realizados por Krauchenco et al. (2001), em que foi purificado das sementes de *C. langsdorffii* um inibidor de proteinases, como o de Silva et al. (2001) os quais também caracterizaram inibidores de tripsina nas sementes de *C. langsdorffii* e com aquele de Alves et al. (2012) que verificaram que os extratos metanólicos das folhas e casca dos frutos de *C. langsdorffii* causaram deterrência alimentar em larvas de *S. frugiperda* e inibiram a atividade da enzima tripsina em teste *in vitro*.

Mordue & Nisbet (2000) relataram que a azadirachtina, presente nos extratos de nim pode atuar sobre as sensilas gustativas estimulando as “células deterrentes específicas” ou bloqueando as fagoestimulantes, inibindo a alimentação e interferindo no crescimento de várias espécies de insetos.

O alongamento da fase larval observada para alguns tratamentos no presente estudo pode estar relacionado a alguma substância presente nos extratos

com propriedades de antibiose a qual dificulta ou impede a conversão do alimento digerido. O monohidrato de ononitol, isolado do extrato de acetato de etila de *Cassia tora* (Leguminosae) apresentou atividade deterrente e antibiótica a *S. litura*, provocando morte das lagartas e pupas, diminuindo o consumo alimentar e causando alongamento da fase larval desse inseto (BASKARA et al., 2012).

A fração tânica extraída da casca de *Peltophorum dubium* (Fabaceae) incorporada em dieta artificial causou elevada mortalidade, redução no consumo alimentar, diminuição no peso e menor excreção de fezes de lagartas de *S. frugiperda*. Isto ocorreu em função dos taninos formarem complexos com as enzimas digestivas presentes no intestino dos herbívoros, levando a uma redução na eficiência da digestão de proteínas, retardando o crescimento dos insetos (SCHOONHOVEN et al., 2005; TIRELLI et al., 2010).

O peso das lagartas ao final do período larval não foi reduzido para os tratamentos em que as mesmas foram somente pulverizadas pelos extratos das folhas [D + (LPEF)] e pela mistura dos extratos das folhas e casca do tronco de *C. langsdorffii* [D + (LPEFC)]. Isso provavelmente ocorreu pelo fato desses extratos não terem a capacidade de penetrar no tegumento desses insetos. Conseschi et al. (2011) verificaram que a ação do extrato aquoso de *A. indica* não é devida ao contato do extrato com lagartas de *S. frugiperda* mas sim, pelo consumo das folhas de milho tratadas.

A duração da fase pupal e a sobrevivência das pupas formadas de *S. frugiperda* não sofreram alterações devido à exposição aos extratos aquosos de *C. langsdorffii*, podendo estar relacionados ao fato de que aquelas lagartas que apresentaram menor peso, consumo alimentar reduzido e alongamento de seu estágio larval, demoraram mais tempo para alcançar o tamanho e as reservas necessárias para iniciar a metamorfose e a partir desse momento, o desenvolvimento do inseto não sofreu mais alterações.

Os extratos aquosos de *Talisia esculenta* (A. St. Hil) Radlk (Sapindaceae) e *Sapindus saponaria* L. (Sapindaceae) na concentração de 1% (p/v) causaram redução do peso das lagartas de *S. frugiperda*, porém não afetaram de forma negativa a duração do período larval, pupal e a viabilidade das pupas (SANTOS et al., 2008). Corroborando com este trabalho, Borgoni et al. (2005) constataram que o extrato aquoso das folhas de *T. casaretti* causou a diminuição do peso e prolongou a fase larval de *S. frugiperda*, porém, não reduziu o período de pupa desse inseto.

Os adultos de *S. frugiperda* provenientes de lagartas que foram expostas aos extratos aquosos não sofreram alterações em sua longevidade; porém, parâmetros reprodutivos como, período de oviposição, número de posturas por fêmea, número de ovos e viabilidade dos ovos da segunda postura e presença de ovos deformados nas posturas foram afetados negativamente pelos extratos aquosos das folhas e casca do tronco de *C. langsdorffii*. Segundo Costa et al. (2004), a redução do número de ovos e a inibição da oviposição são importantes efeitos de extratos vegetais sobre a reprodução dos insetos, que pode estar associada a distúrbios alimentares em função de deficiência nutricional.

A baixa viabilidade dos ovos observada nos tratamentos [D + (LPEF)]; [(D+EF) + L], [D + (LPEC)] [(D+EC) + L], [(D+EFC) + (LPEFC)] e [D + (LPEFC)] pode estar relacionada às alterações morfológicas observadas nos ovos de *S. frugiperda*. Resultados semelhantes foram encontrados por Alves et al. (2012), que relacionaram a baixa viabilidade dos ovos de *S. frugiperda* provenientes de lagartas alimentadas com dieta contendo extratos metanólicos das folhas e casca dos frutos de *C. langsdorffii*, com as alterações ultraestruturas nas regiões aeropilar e micropilar desses ovos.

Outros trabalhos também relacionaram o efeito de produtos químicos sobre a embriogênese dos insetos. Fila et al. (2002) estudaram o efeito da exposição de larvas de *S. exigua* ao inseticida fenitrothion, observaram alterações

morfológicas nas regiões micropilar e aeropilar dos ovos semelhantes às constatadas no presente trabalho. Além disso, os autores hipotetizaram que esse efeito pode ter ocorrido devido ao fato dos compostos organofosforados apresentarem, em geral, a capacidade de causar distúrbios no metabolismo de proteínas. Como a camada de cimento do córion é composta por lipoproteínas, tal inseticida, possivelmente, provocou distúrbios nas glândulas de cimento das fêmeas, explicando as malformações encontradas no córion dos ovos desse inseto.

A alimentação larval pode influenciar também o número de ovariolos por ovário e, conseqüentemente, reduzir o potencial de produção de ovos de algumas espécies de insetos que possuem uma dieta deficiente em nutrientes ou até mesmo não se alimentam na fase adulta, ou seja, para iniciarem o processo de reprodução dependem das reservas acumuladas durante a fase jovem (ENGELMAN, 1998).

Dessa forma, como o observado no presente trabalho, os insetos que se alimentaram menos durante a fase larval e tiveram seu peso reduzido, apresentaram também, menor período de oviposição e baixa viabilidade dos ovos. Estes resultados corroboram também com o trabalho de Alves et al. (2012), onde os extratos metanólicos das folhas e casca dos frutos de *C. langsdorffii* causaram baixa fertilidade e fecundidade, redução no período de oviposição e na viabilidade dos ovos de *S. frugiperda*.

Os extratos aquosos das folhas e casca dos frutos de *C. langsdorffii* quando misturados [D + (LPEFC)]; [(D + EFC) + L] e [(D + EFC) + (LPFC)], não causaram efeitos significativos na biologia de *S. frugiperda*. Esse fato pode estar relacionado à presença de substâncias antagonistas presentes nas folhas e casca do tronco, substâncias estas que separadas são tóxicas a *S. frugiperda*, mas quando misturadas inibiram a ação uma da outra anulando sua toxicidade para o inseto.

De modo geral, os extratos aquosos das folhas e casca dos frutos de *C. langsdorffii* afetaram negativamente a biologia de *S. frugiperda*, quando foram ingeridos ou entraram em contato com o tegumento desse inseto, causando redução do consumo alimentar, diminuição de peso, alongamento do estágio larval e alterações nos parâmetros reprodutivos desse inseto.

O extrato aquoso da casca do tronco de *C. langsdorffii* foi o que causou mais efeito negativo na reprodução de *S. frugiperda*, diminuindo a viabilidade dos ovos e quando aplicado de forma conjunta via ingestão e pulverização teve seu efeito acentuado, uma vez que não foi possível avaliar a oviposição e conseqüentemente, a viabilidade dos ovos desse noctuídeo.

Dessa forma, os extratos de folhas e casca do tronco de *C. langsdorffii* se mostraram promissores para o controle de *S. frugiperda*, e por isto, faz-se necessária a realização de novos estudos, a fim de se identificar as substâncias ativas presentes nos extratos para elucidar o seu verdadeiro modo de ação.

6 CONCLUSÃO

Os extratos aquosos das folhas e casca do tronco de *C. langsdorffii* são tóxicos a *S. frugiperda*.

Os efeitos dos extratos aquosos das folhas e casca do tronco de *C. langsdorffii* são potencializados quando assimilados por *S. frugiperda* de forma conjunta via ingestão e aplicação tópica.

O extrato da casca do tronco é o mais tóxico a *S. frugiperda*.

A mistura dos extratos aquosos das folhas e casca do tronco mostra-se menos ativa contra *S. frugiperda*.

REFERÊNCIAS

- ADEYEMI, M. M. H. The potential of secondary metabolites in plant material as deterrents against insect pests: A review. **African Journal of Pure and Applied Chemistry**, Victoria Island, v. 4, n. 11, p. 243-246, 2010.
- ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da diversidade no controle de pragas**. São Paulo: Holos, 2003. 22 p.
- ALVES, E. **Curso introdutório à microscopia eletrônica de varredura**. Lavras: UFLA, FAEPE. 2004. 43 p.
- ALVES, S. D. et al. Toxicity of copaíba extracts to armyworm (*Spodoptera frugiperda*). **African Journal of Biotechnology**, Victoria Island, v. 11, n. 24, p. 6.578-6.591, 2012.
- BARBOSA, F. S. et al. Insecticide effects of *Ruta graveolens*, *Copaifera langsdorffii* and *Chenopodium ambrosioides* against pests and natural enemies in commercial tomato plantation. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 37-43, 2011.
- BARFIELD, C. S.; MITCHEL, E. R.; POE, S. L. A. Temperature-dependent model for fall armyworm development. **Annals of the Entomology Society of America**, New York, v. 71, n. 1, p. 70-74, 1978.
- BASKAR, K. et al. Bioefficacy of *Aristolochia tagala* Cham. against *Spodoptera litura* Fab. (Lepidoptera: Noctuidae). **Saudi Journal of Biological Sciences**, Riyadh, v. 18, n. 1, p. 23-27, 2011.
- BASKAR, K.; IGNACIMUTHU, 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**, Oxford, v. 88, n. 4, p. 384-388, July 2012.
- BOGORNI, 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**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 311-317, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Quarto relatório nacional para a convenção sobre diversidade biológica**. Brasília, DF, 2011. 248 p.

BULLANGPOTI, V. et al. Antifeedant activity of *Jatropha gossypifolia* and *Melia azedarach* senescent leaf extracts on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and their potential use as synergists. **Pest Management Science**, Sussex, v. 68, n. 9, p. 1.255-1.264, Sept. 2012.

BULLANGPOTI, V. et al. Toxicity of ethyl acetate extract and ricinine from *Jatropha gossypifolia* senescent leaves against *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Pesticide Science**, Tokyo, v. 36, n. 2, p. 260-263, 2011.

CASTRO, M. J. P.; SILVA, P. H. S.; PADUA, L. E. M. Atividade de extratos de *Piper tuberculatum* (Jacq) (Piperaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 3, p. 437-442, 2008.

CAVALCANTI, B. C. et al. Genotoxicity evaluation of kaurenoic acid, a bioactive diterpenoid present in Copaiba oil Food. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 44, n. 3, p. 388-392, Mar. 2006.

CHAKRADHAR, D.; NARENDRA, A.; NAGARAJU, K. Laboratory evaluation of grain protectant efficacy of different foliar extracts against maize weevil: *Sitophilus zeamais* (Motschulsky). **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, Berlin, v. 43, n. 18, p. 1.809-1.818, 2010.

COHEN, A. C. **Insect diets science and technology**. Boca Raton: CRC, 2004. 324 p.

CONCESCHI, M. R. et al. Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica* e de *Trichilia pallida* sobre lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepdoptera: Noctuidae) em milho. **Bioassay**, Londrina, v. 6, n. 1, p. 1-7, 2011.

COSTA, E. L. N.; SILVA, R. F. P. da; FIUZA, L. M. Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. **Acta Biologica Leopoldensia**, Porto Alegre, v. 26, n. 2, p. 173-185, 2004.

COSTA-LOTUFO, L. V. et al. The cytotoxic and embryotoxic effects of kaurenoic acid, a diterpene isolated from *Copaifera Langsdorffii* óleo-resin. **Toxiconomy**, [s.l.], v. 40, n. 8, p. 1.231-1.234, 2002.

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

CRUZ, I. **Manejo da resistência de insetos pragas a inseticidas com ênfase em *Spodoptera frugiperda* (Smith)**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 15 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 21).

DAL POGETTO, M. H. F. A. et al. Corn yield with reduction of insecticidal sprayings against fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Agronomy**, New York, v. 11, n. 1, p. 17-21, 2012.

DAMALAS, C. A.; ELEFTHEROHORINOS, I. G. Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 8, n. 5, p. 1.402-1.419, 2011.

DIEZ-RODRÍGUEZ, G. I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a Lambda- Cialotrina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 311-316, 2001.

ENGELMAN, F. Reproduction in insects. In: HUFFAKER, C. B.; GUTIERREZ, A. P. (Ed.). **Ecological Entomology**. New York: John Wiley, 1998. p. 123-158.

FERRAZ, M. C. V. D. **Determinação das exigências térmicas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) em cultura de milho**. 1982. 76 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1982.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1.039-1.042, 2011.

FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. **Técnica de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica, 1989. 62 p. (Série Manuais, 2).

FILA, K.; ADAMSKI, Z.; ZIEMNICKI, K. Exposure to fenitrothion causes malfunctions of *Spodoptera exigua* Hübn. (Lep., Noctuidae) eggs. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 126, n. 2-3, p. 114-118, 2002.

FRANÇA, S. M. de et al. Toxicity and repellency of essential oils to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) in *Phaseolus vulgaris* L. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 42, n. 3, p. 381-386, 2012.

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

GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. **Biodiversidade**: aspectos biológicos, geográficos. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 2002. 142 p.

HOY, M. A. Proactive management of pesticide resistance in agricultural pests. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 20, n. 2, p. 93-97, 1992.

JAYAKUMAR, M. Oviposition deterrent and adult emergence activities of some plant aqueous extracts against *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Biopesticides**, Tamil Nadu, v. 3, n. 1, p. 325-329, 2010.

KASTEN JR., 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**, Piracicaba, v. 53, n. 1-2, p. 69-78, 1978.

KRAUCHENCO, S. et al. Crystallization and preliminary X-ray diffraction analysis of a novel trypsin inhibitor from seeds of *Copaifera langsdorffii*. **Acta Crystallographica Section D Biological Crystallography**, Copenhagen, v. 57, n. 3, p. 1.316-1.318, 2001.

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

LORENZI, H.; SOUZA, V. C. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 637 p.

LOU, Y. et al. Inhibition effects of ethyl acetate extracts of *Momordica charantia* leaves on the experimental population of *Spodoptera litura*. **Acta Ecologica Sinica**, Beijing, v. 32, n. 13, p. 4.173-4.180, 2012.

MACHADO, J. W. B. **Relação origem/solo e tolerância à saturação hídrica de *Copaifera langsdorffii* Desf.** 1990. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1990.

MARTINEZ, S. S. **O Nim *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção.** Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 2002. 142 p.

MENDONÇA, F. A. C. et al. Activities of some Brazilian plants against larvae of the mosquito *Aedes aegypti*. **Fitoterapia**, Milano, v. 76, n. 7-8, p. 629-636, Dec. 2005.

MORDUE (LUNTZ), A. J.; NISBET, A. J. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 615-632, 2000.

NAGOSHI, R. N. et al. Identification and Comparison of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) host strains in Brazil, Texas, and Florida. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanhan, v. 100, n. 3, p. 394-402, 2007.

OGBUEWU, I. P. et al. The growing importance of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) in agriculture, industry, medicine and environment: A review. **Research Journal of Medicinal Plant**, New York, v. 5, n. 3, p. 230-245, 2011.

PAIVA, L. A. F. et al. Anti-inflammatory effect of kaurenoic acid, a diterpene from *Copaifera langsdorffii* on acetic acid-induced colitis in rats. **Vascular Pharmacology**, New York, v. 39, n. 6, p. 303-307, 2002.

PAIVA, L. A. F. et al. Gastroprotective effect of *Copaifera langsdorffii* óleo-resin on experimental gastric ulcer models in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 62, n. 1, p. 73-78, 1998.

PENTEADO, S. R. **Defensivos alternativos e naturais: para uma agricultura saudável.** 3. ed. Campinas, SP: Via Orgânica, 2001. 96 p.

PROPHIRO, J. S. et al. First report on susceptibility of wild *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) using *Carapa guianensis* (Meliaceae) and *Copaifera* sp. (Leguminosae). **Parasitology Research**, Berlin, v. 110, n. 2, p. 699-705, 2012.

RATTAN, R. S. Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin. **Crop Protection**, Brunswick, v. 29, n. 4, p. 913-920, 2010.

- RODRÍGUEZ, H. C.; VENDRAMIM, J. D. Avaliação da bioatividade de extratos aquosos de Meliaceae sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 72, n. 3, p. 305-318, 1997.
- ROEL, A. R. The effect of sub-lethal doses of *Azadirachta indica* (Meliaceae) oil on the midgut of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Londrina, v. 4, n. 3, p. 505-510, 2010.
- ROS-DEZ, J. D.; SALDAMANDO-BENJUMEA, C. I. Susceptibility of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) strains from central Colombia to two insecticides, methomyl and lambda-cyhalothrin: A study of the genetic basis of resistance. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 104, n. 5, p. 1.698-1.705, 2011.
- SALGADO, M. A. S. et al. Crescimento e repartição de biomassa em plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. Submetidas a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Brasil Florestal**, Brasília, DF, v. 70, p. 13-21, 2001.
- SANTIAGO, G. P. et al. Efeitos de extratos de plantas na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) mantida em dieta artificial. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 792-796, 2008.
- SANTOS, R. C. V. et al. Antimicrobial activity of Amazonian oils against *Paenibacillus* species. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v. 109, n. 3, p. 265-268, 2011.
- SANTOS, W. L. et al. 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.
- SARMENTO, R. A. et al. Revisão da biologia, ocorrência e controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) em milho no Brasil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 18, n. 2, p. 41-48, 2002.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT User's Guide**. Cary, 2008. v. 8.
- SCHOONHOVEN, L. M.; LOON, J. J. A. van; DICKE, M. Plants as insect food: not the ideal. In: _____. **Insect plant biology**. New York: Oxford University, 2005. p. 101-127.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, p. 507-512, Sept. 1974.

SILVA, J. A. et al. Biochemical characterization and n-terminal sequences of two new trypsin inhibitors from *Copaiifera langsdorffii* seeds. **Journal of Protein Chemistry**, Dublin, v. 20, n. 1, p. 1-7, 2001.

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

TAVARES, W. S. et al. Selective effects of natural and synthetic insecticides on mortality of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and its predator *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). **Journal of Environmental Science Health**, New York, v. 45, n. 6, p. 557-561, 2010.

TIRELLI, A. A. et al. Efeito de frações tânicas sobre parâmetros biológicos e nutricionais de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1.417-1.424, 2010.

VALOTTO, C. F. B. A. et al. Ultrastructural alterations in larvae of *Aedes aegypti* subject to labdane diterpene isolated from *Copaiifera reticulata* (Leguminosae) and a fraction enriched with tannins of *Magonia pubescens* (Sapindaceae). **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 44, n. 2, p. 194-200, 2011.

VÉLEZ, C. M.; SIFUENTES, J. A. A. El gusano cogollero Del maíz su combate con insecticidas granulados em vale de Apatzingan, Mich. **Agricultura Técnica em México**, México, v. 2, n. 7, p. 315-317, 1967.

YU, S. J.; McCORD JR., E. Lack of cross-resistance to indoxacarb in insecticide-resistant *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). **Pest Management Science**, Oxford, v. 63, n. 1, p.63-67, 2007.

ANEXO 1

FICHA DE CAMPO	
NOME CIENTIFICO: <i>Copaifera langsdorffii</i>	
NOME POPULAR: Copaiba	
NOME COLETOR: Rafaella / Zé Carlos	
LOCAL: Estrada do horto de plantas medicinais (UFLA)	
HORA: 10:15	DATA: 23/01/2012
TEMPERATURA: 23°C	UMIDADE: 75%
GPS: N 05°02.990' S 76°51.836'	
DAP: 90cm	ALTURA: 14m
FLORES: SIM	FRUTOS: NAO
SINAIS DE ATAQUE DE HEBIVOROS: NÃO	
DESCRIÇÃO:	
PLANTA PARASITA: NÃO	
DESCRIÇÃO:	
SINAIS DE DOENÇAS: NÃO	
DESCRIÇÃO:	
MATERIAL COLETADO	
FOLHAS: sim	
FRUTOS: não	
CASCA: sim	