

Campus
Sudeste
UnU - Ipameri



Universidade
Estadual de Goiás



ESTADO
DE GOIÁS



Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

TOXICIDADE DE EXTRATOS FOLIARES DE MARMELINHO-DO-CAMPO (*Austroplenckia populnea*) PARA A LAGARTA-DO-CARTUCHO-DO-MILHO (*Spodoptera frugiperda*)

WALTER PIRES JUNIOR

MESTRADO

**Ipameri-GO
2021**

WALTER PIRES JUNIOR

TOXICIDADE DE EXTRATOS FOLIARES DE MARMELINHO-DO-CAMPO (*Austroplenckia populnea*) PARA A LAGARTA-DO-CARTUCHO-DO-MILHO (*Spodoptera frugiperda*)

Orientador: Prof. Dr. Márcio da Silva Araújo

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

Ipameri-GO
2021

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

PW231 Pires Junior, Walter

t TOXICIDADE DE EXTRATOS FOLIARES DE

MARMELINHO-DO-CAMPO (*Austroplenckia populnea*) PARA A LAGARTA-DO-CARTUCHO-DO-MILHO (*Spodoptera frugiperda*/Walter Pires Junior; orientador Márcio Da Silva Araújo; co-orientador Flávio Gonçalves de Jesus. -- Ipameri-Go, 2021.

31 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado Acadêmico em Produção Vegetal) -- Unidade de Ipameri, Universidade Estadual de Goiás, 2021.

1. Planta inseticida. 3. Metabólitos secundários. 4. Antibiose. 5. Antixenose. I. Da Silva Araújo, Márcio, orient. II. Gonçalves de Jesus, Flávio, co-orient.

III. Título.



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "TOXICIDADE DE EXTRATOS FOLIARES DE MARMELINHO-DO-CAMPO
(*AUSTROPLENCKIA POPULNEA*) PARA A LAGARTA-DO-CARTUCHO-DO-MILHO
(*SPODOPTERA FRUGIPERDA*)"

AUTOR(A): Walter Pires Junior

ORIENTADOR(A): Márcio da Silva Araújo

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


Prof. Dr. Antônio Carlos Severo Mendes

Universidade Estadual de Goiás/ Campus Henrique Santilho Anápolis-GO


Prof. Dr. Márcio da Silva Araújo (Orientador)

Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária Ipameri-GO


Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus

Instituto Federal Goiano Campus Urutai-GO

Registro de Declaração

Número: 113

Livro: R-01 Folhas: 2

Data: 26/03/2021



Data da realização: 26 de março de 2021

E o futuro é uma astronave que tentamos pilotar, não tem tempo nem piedade, nem tem hora de chegar. Sem pedir licença muda a nossa vida, depois convida a rir ou chorar. Nessa estrada não nos cabe conhecer ou ver o que virá. O fim dela ninguém sabe bem ao certo onde vai dar. Vamos todos numa linda passarela de uma aquarela que um dia, enfim, descolorirá.

(Toquinho e Vinícius de Moraes)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela dádiva da vida e por me permitir realizar tantos sonhos nesta existência. Obrigado por me permitir errar, aprender e crescer, por Sua eterna compreensão e tolerância, por Seu infinito amor, pela Sua voz “invisível” que não me permitiu desistir e principalmente por ter me dado uma família tão especial, enfim, obrigado por tudo. Ainda não descobri o que eu fiz para merecer tanto.

Aos meus pais Walter Delfino e Sirlene, deixo um agradecimento especial, por todas as lições de amor, companheirismo, amizade, caridade, dedicação, abnegação, compreensão e perdão, que vocês me dão a cada novo dia. Sinto-me orgulhoso e privilegiado por ter pais tão especiais. E aos meus irmãos queridos, sempre prontos a me apoiar em tudo nesta vida.

Ao meu amado companheiro Roniery, por todo amor, carinho, compreensão e apoio em tantos momentos difíceis desta caminhada. Obrigado por permanecer ao meu lado, mesmo sem os carinhos rotineiros, sem a atenção devida e depois de tantos momentos de lazer perdidos. Obrigado pelo presente de cada dia, pelo seu sorriso e por saber me fazer feliz.

A todos os amigos com quem tenho tido a honra e o privilégio de conviver, especialmente à Priscila R. de Souza, Quelen Ezequiel, Anderson Dias, Westefann Sousa, Lara Ventura, Lorraine P. de Freitas e Fernanda Alvarenga.

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Márcio da Silva Araújo, pelos ensinamentos, paciência, incentivo e colaboração constantes, você foi luz onde só havia escuridão.

Ao Prof. Dr. Antônio Carlos Severo Menezes e a acadêmica Lauanny Silva Arini, pela preparação dos extratos, base para a execução deste trabalho. Particularmente ao Prof. Antônio C.S. Menezes, por compor a minha banca de defesa de dissertação e interesse em contribuir para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus, por compor minha banca de defesa de dissertação e interesse em contribuir para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos os professores e colaboradores da Universidade Estadual de Goiás – Unidade Universitária de Ipameri.

À Universidade Estadual de Goiás, por me conceder a oportunidade de cursar a graduação e a pós-graduação.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. OBJETIVOS.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1. Local de realização dos experimentos.....	11
3.2. Cultivo de milho para alimentação das lagartas de <i>S. frugiperda</i>	11
3.3. Preparo de extratos foliares de <i>A. populnea</i>	11
3.4. Efeito antibiose de extratos foliares de <i>A. populnea</i> em <i>S. frugiperda</i>	12
3.5. Efeito antixenose de extratos foliares de <i>P. populnea</i> em <i>S. frugiperda</i>	13
3.6. Análises estatísticas.....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1. Prospecção fitoquímica de folhas de <i>A. populnea</i>	16
4.2. Efeito antixenose dos extratos foliares de <i>A. populnea</i> em <i>S. frugiperda</i>	17
4.3. Efeito antibiose dos extratos foliares de <i>A. populnea</i> em <i>S. frugiperda</i>	22
5. CONCLUSÕES	26
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

RESUMO

Spodoptera frugiperda (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), conhecida popularmente como lagarta-do-cartucho-do-milho, é uma praga polífaga, mas como o próprio nome vulgar a identifica, é especialmente problema para a cultura do milho. Neste trabalho, avaliou-se a toxicidade de diferentes frações de extratos foliares da *Austroplenckia populnea* (Reissek ex Mart.) Lundell em uma população de *S. frugiperda* em condições de laboratório. A obtenção do extrato bruto das folhas foi feita a partir do solvente acetado de etila. O fracionamento foi feito com os solventes em polaridade crescente: hexano, acetato de etila e metanol. Por meio de prospecção fitoquímica foram identificados os seguintes compostos de metabólitos secundários nas folhas dessa planta: flavonoides, esteroides, triterpenos, saponinas e taninos. Os extratos de *A. populnea* apresentaram efeito antialimentar para lagarta de *S. frugiperda*, ou seja, alguns extratos foram menos atrativos para as lagartas, entretanto, as maiores concentrações (5%) não implicaram em rejeição significativa da folha tratada pela lagarta. A não percepção dos extratos inseticidas durante o ato de alimentação pode ser uma interessante característica a ser considerada num eventual uso desses extratos como ferramenta de controle da praga. Foi verificado efeito de antibiose para a população de *S. frugiperda* quando as lagartas foram alimentadas no curto tempo do nosso estudo (24 h) com alguns dos extratos fracionados dessa planta. Em se considerando o efeito antibiose promovidos por muitos dos tratamentos (extrato bruto e frações) de forma similar ao controle, nossos dados sugerem reduzida toxicidade desses extratos para o inseto em estudo. Não foi verificado uma relação linear significativa entre dose do extrato e mortalidade de lagartas e pupas. Entretanto, de maneira geral, menores concentrações (0,01 e 0,5%) de extratos implicaram em maiores mortalidades de lagartas e pupas. Nossos dados experimentais sugerem maior consumo de folhas pelas lagartas nas menores concentrações dos extratos, com exceção do extrato acetato de etila. O extrato que apresentou um ligeiro destaque com maior mortalidade para lagartas e pupas foi o hexânico. Nenhum dos extratos promoveu alterações de destaque nas variáveis duração de fases larval, pupal e adulta, e, também, na razão sexual do inseto. O não destacado efeito antibiótico pode ser devido ao pequeno consumo de extratos da planta, entretanto, metabólitos secundários isolados em sinergismo afetaram a biologia da praga em estudo.

Palavras-chave: Planta inseticida; Metabólitos secundários; Antibiose; Antixenose.

ABSTRACT

Spodoptera frugiperda (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), popularly known as the fall armyworm, is a polyphagous pest, but as its common name identifies, it is especially a problem for maize crop. In this work, the toxicity of different fractions of leaf extracts of Celastraceae *Austroplenckia populnea* (Reissek ex Mart.) Lundell was evaluated in a population of *S. frugiperda* under laboratory conditions. The crude extract of the leaves was obtained from the ethyl acetate. Refraction was carried out with solvents in increasing polarity: hexane, ethyl acetate and methanol. Through phytochemical prospecting, the following compounds of secondary metabolites in the leaves of this plant were identified: flavonoids, steroids, triterpenes, saponins and tannins. The extracts of *A. populnea* showed antifeeding effect for *S. frugiperda* moth, that is, some extracts were less attractive for caterpillars, however, the highest concentrations (5%) did not imply significant rejection of the leaf treated by the larvae. The lack of perception of insecticidal extracts during the act of feeding can be an interesting characteristic to be considered in the eventual use of these extracts as a pest control. An antibiosis effect was verified for the population of *S. frugiperda* when the larvae were fed on short period of our study (24 h) with some of the fractionated extracts of this plant. Considering the antibiosis effect promoted by many of the treatments (crude extract and fractions) in a similar way to the control, our data suggest reduced toxicity of these extracts for *S. frugiperda*. There was no significant linear correlation between dose of extract and larval and pupal mortality. However, in general, lower concentrations (0.01 and 0.5%) of extracts resulted in higher mortality of larvae and pupae. Our experimental data suggest higher leaf consumption by caterpillars in the lowest concentrations of extracts, except for ethyl acetate extract. The extract that presented a lowest larval and pupal mortality for larvae and pupae was the hexanic. None of the extracts promoted prominent changes in the variable's duration of larval, pupal, and adult phases, and in the insect's sex ratio. The notable antibiotic effect may be due to the small consumption of plant extracts, however, secondary metabolites isolated in synergism affected the biology of the studied pest.

Key words: Insecticidal plant; Secondary metabolites; Antibiosis; Antixenosis.

1. INTRODUÇÃO

A lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* (Smith)) (Lepidoptera, Noctuidae) é uma espécie polífaga que ataca diferentes culturas economicamente importantes em diversos países. É considerada a principal praga do milho, provocando danos desde a fase de plântula, até formação das espigas (WORDELL FILHO et al., 2016). Estimativas indicam prejuízos de até 34% da produção, provocados pelas lagartas desse inseto em culturas de milho (TRINDADE et al., 2017; NOGUEIRA et al., 2018; RODRIGUES et al., 2018). Desse modo, para manter bons índices de produtividade dessa cultura, a adoção de métodos de controle químico dessa praga torna-se fundamental (CAMPANINI et al., 2012).

O fato de muitos insetos-praga apresentarem resistência aos inseticidas convencionais disponíveis no mercado e, o alto custo para desenvolvimento de novos compostos ativos, muitas das vezes, inviabiliza o controle dos mesmos. Ademais, além da eficiência de controle, a degradação dos pesticidas após uso, passou a ser um requisito de extrema importância, principalmente por oferecer maior segurança ao homem (YIGIT e VELIOGLU, 2019). Como os inseticidas sintéticos apresentam elevado custo, riscos de toxicidade e de contaminação ambiental, pesquisas voltadas para práticas de controle mais sustentáveis e eficientes, que proporcionem menor impacto ambiental, estão sempre sendo desenvolvidas (MOURA e SCHLICHTING, 2007).

Nesse contexto, compostos secundários de plantas aparecem como importantes aliados no manejo desta praga, pois, muitas são fontes naturais de substâncias inseticidas, produzidas naturalmente pelo vegetal em resposta ao ataque de insetos (TAGLIARI et al., 2010; LIMA et al., 2010). Importante destacar que nos dias atuais, é fundamental a busca por métodos alternativos em conformidade com programas de manejo integrado de pragas, para alcançar o controle e aumentar a produção, visando à sustentabilidade ambiental (KNAAK et al., 2012; SILVA et al., 2016).

De acordo com Grainge e Ahmed (1998) existem várias plantas que apresentam propriedades inseticidas, porém, apenas algumas podem efetivamente controlar as pragas. Maranhão (1954) publicou uma lista contendo 2000 plantas com propriedades inseticidas distribuídas em mais de 170 famílias, demonstrando, já naquela época, o enorme potencial do uso de extratos vegetais para o controle de pragas. Segundo Leatemia e Isman (2004) as famílias botânicas com maior potencial inseticida são as Meliaceae, Rutaceae, Asteraceae, Annonaceae, Labiatae e Canellaceae. Entretanto, a busca por plantas com propriedades inseticidas não se limitam à essas famílias. Por exemplo, Amen et al. (2015), Santos (2017) e

Bezerra et al. (2019) mencionam Fabaceae com propriedades inseticidas e, Martinez et al. (2017) mencionam espécies de Amaryllidaceae, Lauracea e Solanaceae com propriedade inseticida. Além dessas plantas listadas anteriormente, existem relatos pontuais de espécies de Celastraceae, popularmente conhecidas por suas propriedades inseticidas.

A família Celastraceae é encontrada em regiões tropicais e subtropicais incluindo o norte da África, América do Sul e leste da Ásia (SIMMONS et al., 2008), sendo representadas por 96 gêneros e aproximadamente 1.350 espécies (CHRISTENHUSZ e BYNG, 2016). No Brasil a família Celastraceae é representada por três gêneros: *Maytenus* Juss., *Austroplenckia* Lund. e *Franhoferia* Mart. (CARVALHO-OKANO, 1992), sendo o gênero *Austroplenckia* representado por uma única espécie, *Austroplenckia populnea* (Reissek ex Mart.) Lundell, sinônimo homotípico de *Plenckia populnea* Reissek (VIEIRA FILHO, 2002).

A espécie *A. populnea*, popularmente conhecida como “marmelinho-do-campo, mangabeira-brava ou mangabarana” é encontrada no Brasil, em regiões do Cerrado, nos domínios fitogeográficos da Amazônia, Caatinga e Mata Atlântica (ANDRADE et al., 2007; SILVA et al., 2015; GROppo e ERBERT, 2015). Segundo Lorenzi (1992), essa planta apresenta: plantas adultas com altura entre seis e 10 m, folhas alternas, serreadas, oblongas e glabras; flores esverdeadas ou amareladas, dipostas em cimeiras; frutos do tipo sâmara, grandes e pendentes. Segundo esse mesmo autor, é uma planta que ocorre em frequências muito baixas, de maneira muito irregular. É uma planta decídua, heliófita, característica de formações secundárias, situadas em terrenos altos e de média fertilidade.

Várias espécies de Celastraceae são utilizados na medicina tradicional como agentes antitumorais, antimicrobianos, antiinflamatórios, problemas estomacais entre outros (SILVA, 2010). Devido a isso, muitos estudos têm sido realizados para identificar os compostos secundários de várias espécies dessa família de plantas, bem como melhor compreender as suas propriedades farmacológicas (SPIVEY et al., 2002; YARIWAKE et al., 2005, MOKOKA et al., 2013; SANTOS et al., 2013; CANESCHI et al., 2015; RODRIGUES et al., 2015; ESPINDOLA et al., 2018; NIZER et al., 2021). Na América do Sul e China, extratos de partes de plantas Esteraceae tem sido usado na agricultura tradicional com repelentes de insetos e, também, como inseticidas. Dos compostos bioativos dessa planta com potencial uso para essa finalidade, destacam-se vários sesquiterpenos (LI et al., 1997; SPIVEY et al., 2002; VIEGAS JÚNIOR, 2003).

O fato de *A. Populnea* pertencer ao grupo da Celastraceae despertou interesse para estudos farmacológicos de seus extratos bioativos brutos ou isolados e identificados. Alguns desses estudos podem ser consultados em Seito et al. (2002), Vieira Filho (2002), Vieira Filho et al. (2002), Andrade et al. (2007), Andrade et al. (2008), Miranda et al. (2009); Caneschi

(2011) e Caneschi et al. (2015). A maioria deles, destacam os numerosos terpenos presentes nas diversas partes da planta, inclusive folhas. Miranda et al. (2009), por exemplo, identificaram os seguintes triterpenos pentacíclicos (TTPCs) nas folhas, ramos, cascas e raízes dessa planta: friedelin, 3 β -friedelinol, 28-hidroxifriedelina (canofilol), ácido populnônico, ácido catonônico, ácido epicatônico, pristimerina, abruslactona A, α -amirina, metil populnonato, catotonato de metila e epicatonato de metila.

Além de terpenoides, Caneschi (2015) destacou a presença de um flavonoide e uma undecanamida em extratos de sâmaras dessa planta. Esse mesmo autor chamou a atenção para o potencial bioativo dessa planta e, a necessidade de uma exploração mais acurada de componentes fitoquímicos, bem como a exploração de outras possibilidades de uso da mesma como fármaco e outras finalidades, como, por exemplo, potencial herbicida (inibindo de germinação e desenvolvimento de plantas).

Apesar do interesse farmacológico dessa planta, até então, não se tem publicações sobre eventual propriedade inseticida de extratos de *A. populnea*.

2. OBJETIVOS

Investigar eventuais efeitos inseticida de extratos bruto e fracionados de folhas de “marmelinho-do-campo” (*A. populnea*) sobre uma população de lagarta-do cartucho-do-milho (*S. frugiperda*) em condições de laboratório.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local de realização dos experimentos

Os procedimentos para obtenção dos extratos das plantas foram realizados na Universidade Estadual de Goiás, em Anápolis, no Laboratório de Química do Henrique Santillo. Os ensaios biológicos foram conduzidos na Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri, em Ipameri-GO, no Laboratório de Entomologia em sala climatizada com temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 horas.

3.2. Cultivo de milho para alimentação das lagartas de *S. frugiperda*

Conforme as recomendações do protocolo de Mar et al. (2003), o substrato utilizado para o cultivo do milho em vaso foi composto pela mistura de terra, areia e esterco bovino na proporção de 2:1:1, em vasos com capacidade de 8,0 L. Tendo sido distribuídas por vaso, três sementes do híbrido não transgênico, o RK 9014. Os vasos com as plantas foram mantidos em casa de vegetação e receberam irrigação diária. A adubação de base foi feita com N-P-K (08-20-20) e a adubação de cobertura com ureia granulada. Durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura não foram feitas aplicações de inseticidas ou fungicidas que provavelmente afetariam o desenvolvimento normal do inseto.

3.3. Preparo de extratos foliares de *A. populnea*

Os extratos vegetais foram obtidos a partir de folhas de plantas adultas de *A. populnea* (em torno de 2,0 kg), coletadas em área nativa de cerrado, localizada na Base Aréa de Anápolis-GO (lat. $16^\circ 21' \text{ S}$; long. $48^\circ 55' \text{ W}$). Depois de secas em estufa a 45°C por período de 48 horas, essas folhas foram trituradas em moinho de faca e imersas em álcool metílico puro (metanol 100%), em dois erlenmeyers de dois litros. O extrato bruto foi obtido através da maceração desse material a frio e, em seguida, esse extrato bruto foi filtrado e concentrado em evaporador rotativo. O fracionamento do extrato bruto foi feito com os solventes em ordem ascendente de polaridade (hexano, acetato de etila e, novamente, metanol). Esse processo foi realizado por filtração a vácuo, após a incorporação da adjuvante celulose microcristalina D ao extrato metanólico. Esse extrato produzido, apresentava um aspecto viscoso e escuro. Todas as frações obtidas foram colocados em frascos de vidro com tampa rosqueável, cobertos com papel alumínio e, mantidos em geladeira até a utilização nos testes biológicos.

Foi realizada a prospecção fitoquímica preliminar das folhas de *A. populnea* para detecção dos seguintes compostos: fenólicos (fenóis simples, flavonoides, antraquinonas,

cumarinas e taninos), compostos nitrogenados (alcaloides) e terpenos (heterosídeos cardiotativos e saponinas). Essa prospecção foi realizada conforme metodologia adaptada de Matos e Matos (1989), Matos (2009), Simões (2010) e Costa (2001). As reações de caracterização dos metabolitos secundários foram as seguintes: FLAVONÓIDES: colorimétricas (Shinoda, Hidróxido de sódio e Cloreto férrico) e de fluorescência sob luz ultravioleta (Oxalo-bórica, Ácido sulfúrico, Cloreto de alumínio e Hidróxido de potássio); ANTRAQUINONAS: Bornträger Indireta; CUMARINAS: Fluorescência sob luz ultravioleta potencializada com hidróxido de sódio; ESTERÓIDES e TRITERPENÓIDES: Liebermann-Burchard, Pesez, Keller-Kiliam e Kedde; TANINOS: precipitação (Gelatina, Sulfato de quinino, Sulfato de brucina, Acetato de cobre e Cloreto férrico) e colorimétrico (Hidróxido de sódio); ALCALOIDES: Mayer, Dragendorff, Bouchardat, Bertrand e Hager, Ácido tânico; SAPONINAS: Agitação-espuma.

As concentrações dos extratos testados (bruto e aqueles fracionados em solvente acetato de etila, metanol e hexano) em nosso bioensaios foram: 0,01; 0,1; 0,5; 1,0; 5,0%. Essas concentrações usadas foram estabelecidas por testes preliminares, que pudessem ajustar uma curva dose resposta representativa, com a quantidade de extrato disponível. Também, em testes preliminares, foi escolhido o solvente que melhor dissolveu os extratos brutos e fracionados, que foi (água deionizada + acetona, na proporção 1:1) e, que também, não promoveu nenhum efeito de repelência para as lagartas. Essa mistura de água + acetona foi utilizada como tratamento controle.

3.4. Efeito antixenose de extratos foliares de *A. polpunea* em *S. frugiperda*

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado com 21 tratamentos e 20 repetições. Conforme Bezzerra et al. (2019), para esses ensaios foram utilizadas lagartas de *S. frugiperda* de 3º instar. Foram separados 21 indivíduos desse instar larval, que eram mantidas sem alimentação durante um período de três horas, até o início dos testes biológicos. Para este teste, fragmentos das plantas tratadas com os diferentes extratos em diferentes concentrações (n=20) e tratamento controle foi distribuído de maneira equidistante e aleatório do centro de uma bandeja circular (com 30 cm de diâmetro). Essas bandejas foram forradas com papel filtro e levemente umedecidas com água destilada. No centro da bandeja foram liberadas as lagartas que se movimentavam na busca de algum dos fragmentos de folha cortado com tesoura de metal. A bandeja, foi fechada com tampa, para evitar a fuga das lagartas e, essa tampa era transparente, o que facilitava a visualização das lagartas e dos fragmentos da planta, devidamente identificado. Detalhe dessa unidade experimental pode ser visto na figura 1.



Figura 1. Unidade experimental utilizada para a realização do experimento de atratividade (com chance de escolha) dos extratos de folhas de *Austroplenckia populnea* para as lagartas de terceiro ínstar de *Spodoptera frugiperda*.

A atratividade alimentar foi avaliada por meio da contagem das lagartas atraídas para cada tratamento aos 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 120, 360, 720 e 1440 minutos após o início dos testes. O delineamento adotado neste experimento foi o de blocos casualizados com 21 tratamentos, com sete repetições.

3.5. Efeito antibiose de extratos foliares de *P. populnea* em *S. frugiperda*

A população (lagartas) de *S. frugiperda* utilizada em nosso experimento foi proveniente de criação em dietas artificiais, conforme metodologia de Kasten Junior et al. (1978). Tal fato se deveu à facilidade de aquisição de uma grande população, com idade uniforme para a realização de todos os testes biológicos. Em nossos bioensaios, a dieta natural utilizada foi folhas jovens de plantas de milho convencional (RK 9014). As lagartas foram individualizadas em copos de plástico de 250 mL contendo parte de planta do referido milho, tratadas com os extratos de *A. polpunea*. O fundo do recipiente de plástico era forrado com papel filtro e levemente umedecido com água destilada. Para cada lagarta era oferecida uma fração de folha de milho tratada com a solução referente a cada tratamento. Após a colocação da folha para alimentação da lagarta, os copos de plástico foram fechados com tampas e distribuídos nas bancadas no laboratório. Resumo gráfico das atividades desse experimento ilustrado na figura 2.

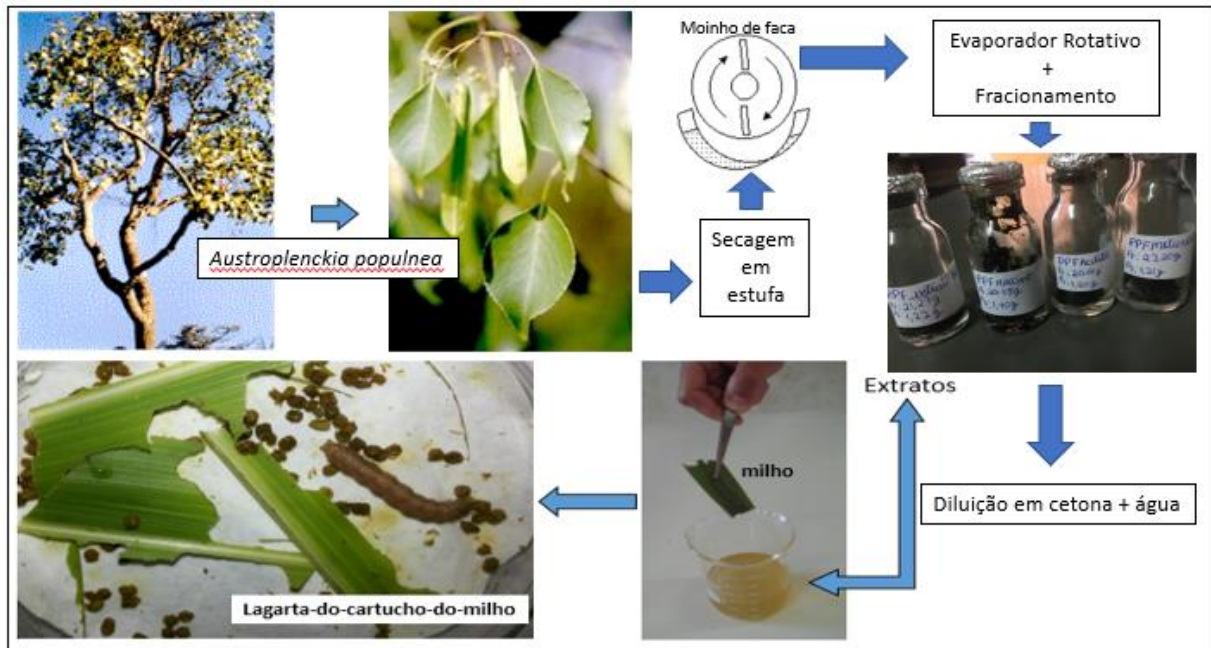


Figura 2. Resumo gráfico do experimento que investigou o efeito antialimentar (antibiose) dos extratos da planta *Austroplenckia populnea* (diluídos em diferentes solventes), aplicados em folhas frescas de milho e, oferecidos como alimento para as lagartas de *S.frugiperda*.

Diariamente realizava-se a limpeza dos potes plásticos, eliminando-se os excrementos e exúvias e, também, trocando-se os papéis filtros. As folhas de milho referentes a cada tratamento também foram substituídas diariamente. Na ocasião da manutenção dos recipientes de criação, foram registrados o número de lagartas mortas e eventuais anomalias na população. Procedimento este, que foi adotado até a formação das pupas. Cada pupa era pesada 24 horas após a sua formação completa e devolvidas aos seus respectivos potes para sequência das observações. Após a emergência dos insetos adultos, estes foram mantidos nos mesmos potes em que estavam enquanto lagartas, porém, sem nenhum tipo de alimentação. As variáveis biológicas avaliadas foram: período e viabilidade de lagartas, peso de lagartas aos 10 dias, período e viabilidade de pupas, peso de pupas em 24 horas, longevidade de adultos, ciclo total e quantidade de indivíduos com anomalias (larvas, pupas ou adultos). O delineamento adotado para esta avaliação será o inteiramente casualizado com 21 tratamentos e 20 repetições.

3.6. Análises estatísticas

Os dados referentes aos testes de antixenose (atratividade dos extratos para as lagartas de terceiro instar), mortalidade de lagartas (= larvas), viabilidade e razão sexual foram submetidos a um modelo linear generalizado (GLM) com distribuição binomial (ANODEV) e comparados a partir de intervalos de confiança com 95% significância com a auxílio da função de Silva (2018). Os dados de duração da fase pupal (dias), peso de lagartas aos 10 dias (g), peso

de pupas 24 horas (g), duração da fase adulta (dias) e, ciclo total foram submetidos a análise de variância (ANOVA). Não havendo atendimento das pressuposições de normalidade e homocedasticidade, realizou-se o ranqueamento das variáveis para as comparações múltiplas entre os tratamentos, aplicando-se o teste de Scott-Knott, com a função de Jelihovschi (2014).

Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software R versão 3.6.2 (R CORE TEAM, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Prospecção fitoquímica de folhas de *A. populnea*

O reconhecimento das propriedades biológicas de muitos metabólitos secundários de plantas tem resultado em um elevado número de pesquisas voltadas para busca de novas substâncias com atividade antimicrobiana, antiproliferativa, inseticida/acaricida ou herbicida (SANTOS, 2015). Em nosso estudo, foi feito somente a prospecção fitoquímica para identificar grupos de metabólitos secundários presentes nas folhas de *A. Populnea* e, também, investigamos o efeito antialimentar para *S. frugiperda* de diferentes extratos dessa planta, fracionados por solventes de diferentes polaridades. Importante destacar que já existem algumas publicações tratando de aspectos farmacológicos dessa planta, inclusive, de seus compostos isolados (VIEIRA FILHO et al., 2002; MIRANDA et al., 2009; CANESCHI et al., 2015), carecendo de estudos de propriedade inseticidas de extratos dessa planta.

Na prospecção fitoquímica foram detectados os seguintes grupos de metabólitos secundários nas folhas de *A. Populnea*: flavonoides, esteroides e triterpenos, saponinas e taninos. Não foram detectados: alcaloides e cumarinas. Neste estudo, foi proposto avaliar somente o efeito antialimentar dos extratos foliares dessa planta para *S. frugiperda*. Aqui, não foi possível, ainda, avaliar compostos isolados da planta. Esforços nossos estão sendo despendidos no momento, para isolamento e identificação de metabólitos secundários presentes nos extratos fracionados e refracionados dessa planta. Portanto, em metodologia apresentada neste trabalho, não foram feitos detalhamentos de procedimento de isolamento e de identificação de metabólitos secundários, mas discutimos de maneira breve, procedimento metabólitos secundários identificados nas folhas de *A. populnea*. Tal processo foi executado com uma quantidade de 11g do extrato obtido a partir do solvente acetato de etila. O processo de isolamento se deu através de cromatografia de absorção em coluna de vidro, utilizando-se sílica gel como fase estacionária e, como fase móvel, uma mistura dos solventes hexano e acetato de etila. Das frações obtidas, em placas de cromatografia em camada delgada, revelados com vanilina, foram feitos novos refracionamentos e, por meio de ressonância magnética nuclear (RMN ¹H) foi possível identificar mais esses dois novos compostos: β-sistostenol glicosilado (esteroide) e uma mistura de ácido betulínico, α-amirina e β-amirina (triterpeno). A pequena quantidade de compostos isolados obtidos até então dessa planta, não foi suficiente para ensaios biológicos de mesma natureza, para essa praga. Presentes no extrato bruto, ou nos

extratos refracionados, essas substâncias podem ter influenciado de maneira isolada ou em sinergismo, a resposta aos tratamentos realizados.

Certos flavonoides agem como agentes antialimentares, por exemplo, ermanina e rutina (ECHEVERRI et al., 1991; SILVA et al., 2016) e inibidores de crescimento de insetos (SIMMONDS, 2003), provavelmente porque interferem nos mecanismos neurais cujas ações tóxicas são influenciadas pelo químico estrutura de cada composto específico. Os glicosídeos cardioativos (terpenóides) são drogas bem conhecidas que influenciam os músculos cardíacos de vertebrados (TAIZ et al., 2017), mas eles ainda não foram especificamente investigados em insetos. As folhas de *A. populnea* apresentaram a presença de taninos que normalmente atuam como barreira protetora para a planta contra insetos herbívoros (MASSEY et al., 2006; KVEDARAS e KEEPING, 2007).

4.2. Efeito antixenose dos extratos foliares de *A. populnea* em *S. frugiperda*

Foi verificado diferença significativa de atratividade das diferentes frações e concentrações dos extratos de *A. populnea* para as lagartas de terceiro instar de *S. frugiperda* (ANODEV, $p < 0,001$) (Tabela 1). Nas figuras 3, 4, 5 e 6 é detalhado, a curto, médio e longo prazos, essa preferência das lagartas pelos diferentes extratos de folhas testados em suas diferentes concentrações e, comparadas com o controle, em que usamos somente a folha do milho tratada com água deionizada + acetona. Desde o oferecimento inicial dos fragmentos de folhas tratadas, o tratamento controle, em termos absolutos, foi praticamente o de destaque como mais atrativo. Importante destacar que extrato de planta aplicado na dieta nem sempre funcionará como repelente. Por exemplo, Bezerra et al. (2019), para a mesma espécie de lagarta usada em nosso experimento, destacaram o papel fagoestimulantes de extratos de folhas da espécie florestal *Machaerium opacum*. Esses autores verificaram que a planta em estudo promovia efeito antibiose quando era utilizada como alimento pelas lagartas. Portanto, se extratos não eram significativamente percebidos no ato da alimentação ou eram atrativos, poderiam, então, ser uma característica relevante a ser considerada num eventual uso de extratos brutos ou fracionados dessa planta como agente controlador dessa praga.

Em nosso estudo, usou-se o tratamento controle como referência para definição de repelência ou não de lagartas (intervalo de confiança do tratamento controle não se sobrepor às medianas dos demais tratamentos). Com chance de escolha, as lagartas, quando liberadas no centro da arena, em sua busca imediata por alimento (1 minuto), já destacam preferência pelo tratamento controle e, ainda, sem um destaque claro de tratamentos com extrato para efeito de repelência (Figura 3A). Esse padrão comportamental de escolha de planta tratada com extratos para se alimentar foi também verificado para os demais tempos de avaliação (Figuras 4, 5 e 6)

(com exceção do tempo 3 minutos, figura 3B). Portanto, nosso estudo não mostra claramente, um extrato em concentração específica que tenha maior repelência para o inseto e, da mesma forma, não foi verificado que a maior concentração dos extratos utilizados (5%) tenha implicando em maior repelência.

Chegar até a folha tratada e continuar a alimentar-se dela tem implicação direta num eventual uso de extrato que provoque efeito antialimentar na lagarta. Em nosso estudo, verificamos que o consumo de folhas tratadas por lagartas em estágio ninfal inicial (segundo instar), na maioria dos extratos nas suas diferentes concentrações (bruto, hexânico e metanólico) diferiu de forma significativa do controle (Tabela 3). A única exceção foi o extrato acetado de etila. Desconsiderando a maior concentração (5%), que pode ter provocado algum efeito antialimentar, indica que as demais concentrações desse extrato não diferiram do controle. Bernays e Chapman (1994) tratam dessas substâncias antixenóticas como repelentes, supressantes ou deterrentes.

Tabela 1. Resumo da ANODEV para os testes de atratividade/repelência dos extratos de folhas de *Austroplenckia populnea* para as lagartas de *Spodoptera frugiperda*. (20 tratamentos com extratos + controle).

Tempo (minutos)	G.L.	Deviance	Valor p
1	20	101,28	< 0,001
3	20	102,96	< 0,001
5	20	102,96	< 0,001
10	20	88,54	< 0,001
15	20	124,87	< 0,001
30	20	95,02	< 0,001
60	20	87,70	< 0,001
120	20	88,90	< 0,001
390	20	82,85	< 0,001
720	20	71,33	< 0,001
1440	20	68,82	< 0,001

G.L.: Graus de liberdade.

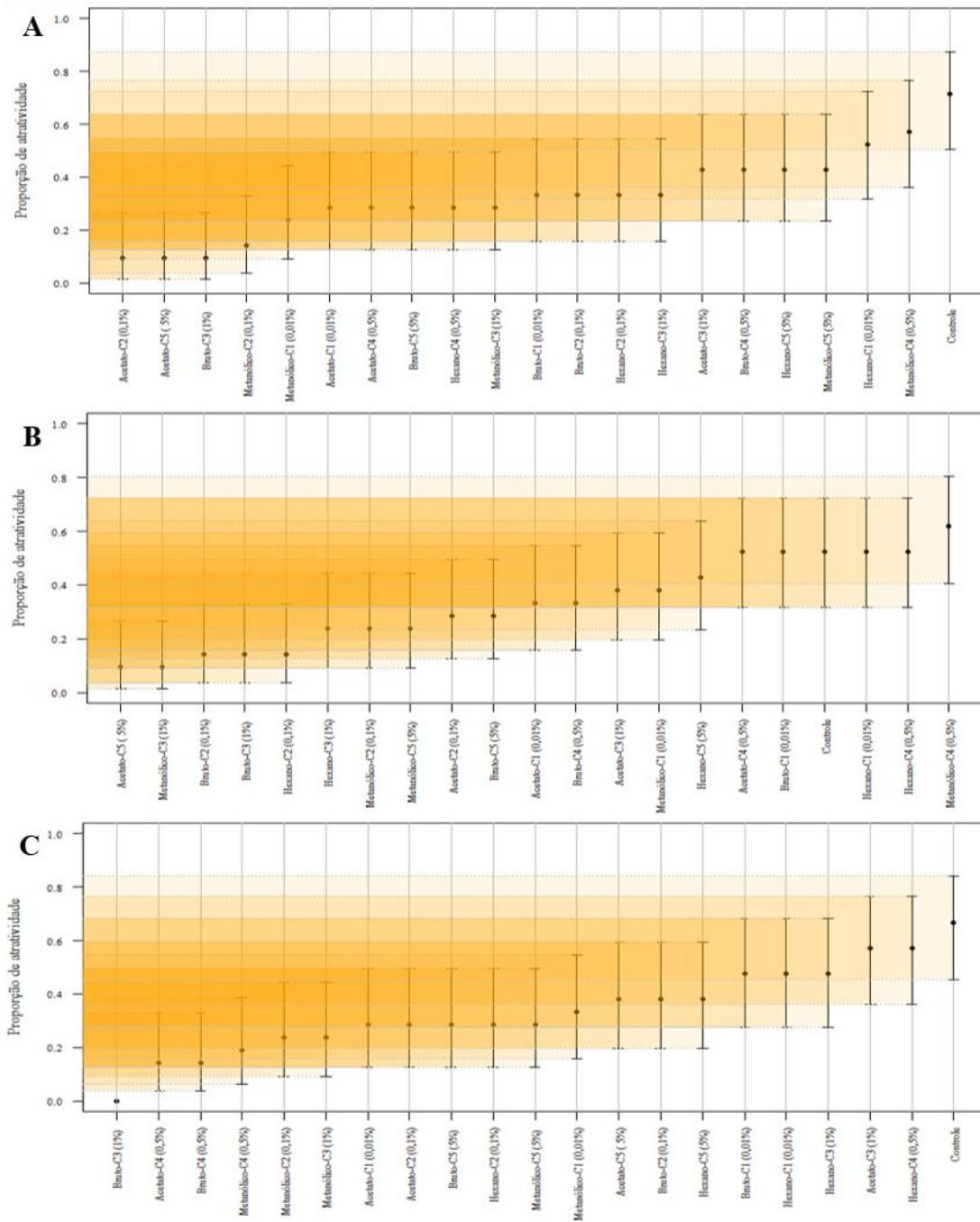


Figura 3. Atividade de folhas de milho tratadas com os diferentes extratos de *A. populnea* em diferentes concentrações para lagartas de segundo instar de *S. frugiperda*. Análise Deviance, apresentando mediana com intervalos de confiança de 95%. Além do controle (água deionizada + acetona), os extratos testados foram: Bruto, Acetato de Etila, Hexânico e Metanólico, nas concentrações de 0,01; 0,1; 0,5; 1,0; 1,0 e 5%. As figuras A, B e C representam as avaliações realizadas nos tempos 1, 3 e 5 minutos, respectivamente, para o extrato bruto e frações.

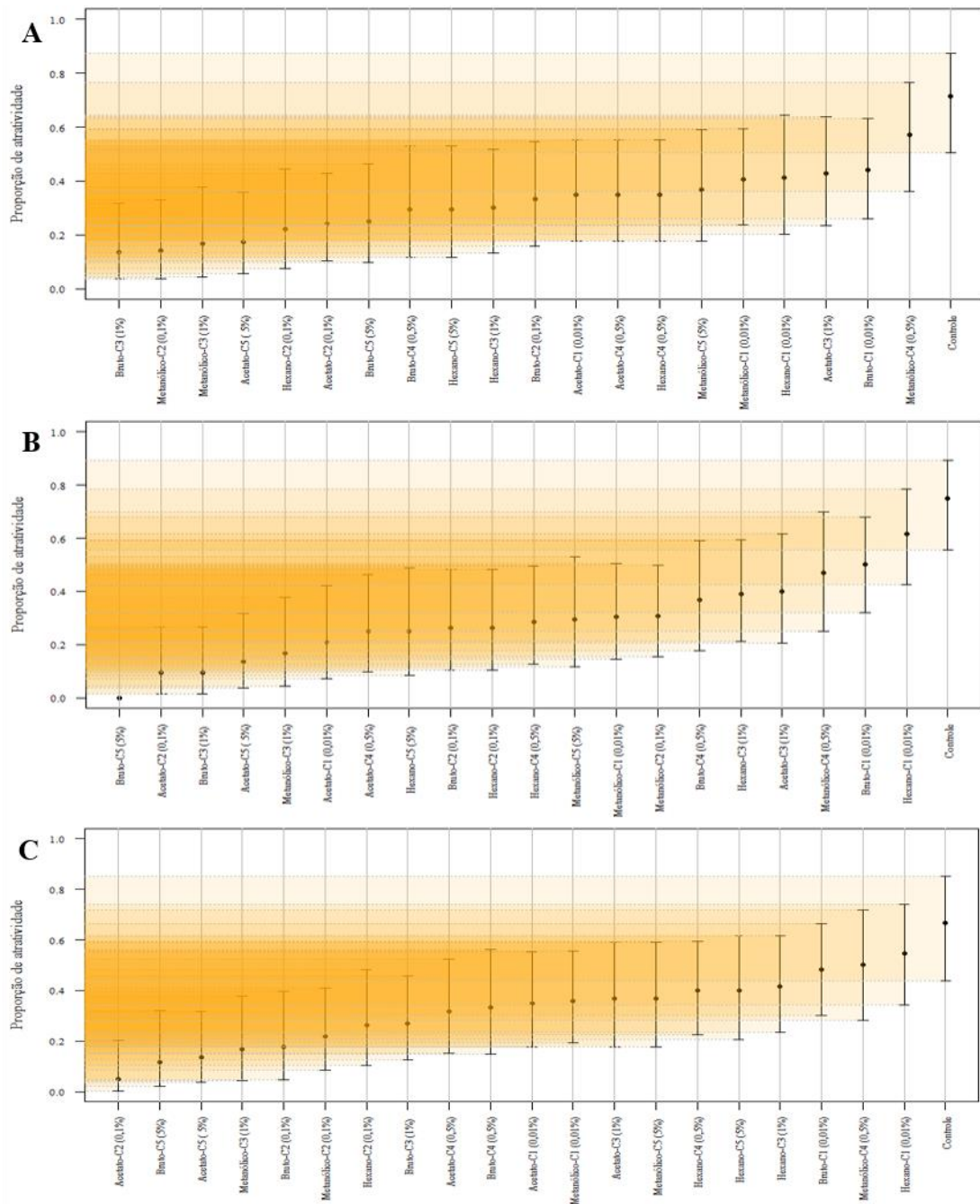


Figura 4. Atividade de folhas de milho tratadas com os diferentes extratos de *A. populnea* em diferentes concentrações para lagartas de segundo instar de *S. frugiperda*. Análise Deviance, apresentando mediana com intervalos de confiança de 95%. Além do controle (água deionizada + acetona), os extratos testados foram: Bruto, Acetato de Etila, Hexânico e Metanólico, nas concentrações de 0,01; 0,1; 0,5; 1,0; 1,0 e 5%. As figuras A, B e C representam as avaliações realizadas nos tempos 10, 15 e 30 minutos, respectivamente, para o extrato bruto e frações.

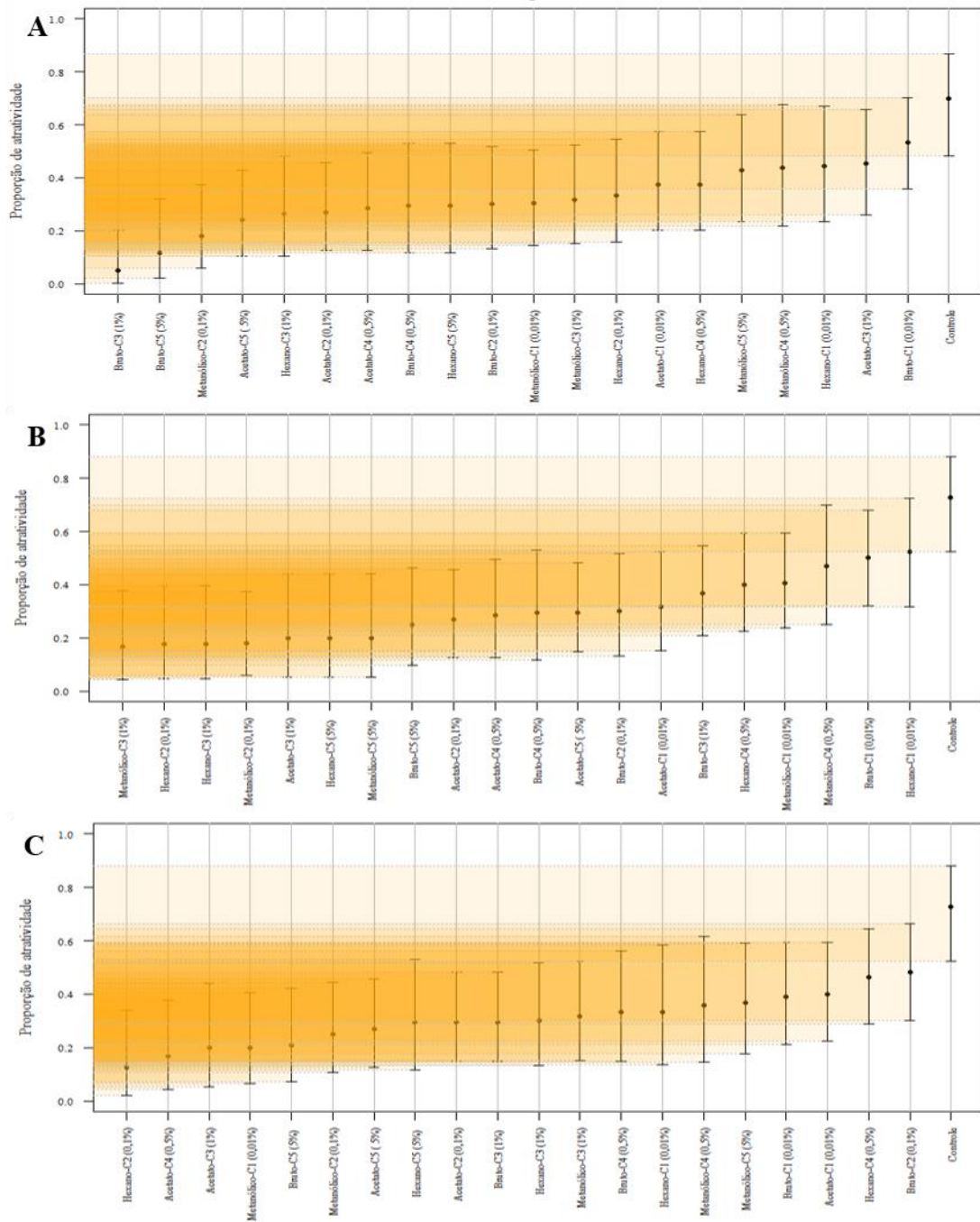


Figura 5. Atividade de folhas de milho tratadas com os diferentes extratos de *A. populnea* em diferentes concentrações para lagartas de segundo instar de *S. frugiperda*. Análise Deviance, apresentando medianas com intervalos de confiança de 95%. Além do controle (água deionizada + acetona), os extratos testados foram: Bruto, Acetato de Etila, Hexanólico e Metanólico, nas concentrações de 0,01; 0,1; 0,5; 1,0; 1,0 e 5%. As figuras A, B e C representam as avaliações realizadas nos tempos 60, 120 e 390 minutos, respectivamente, para o extrato bruto e frações.

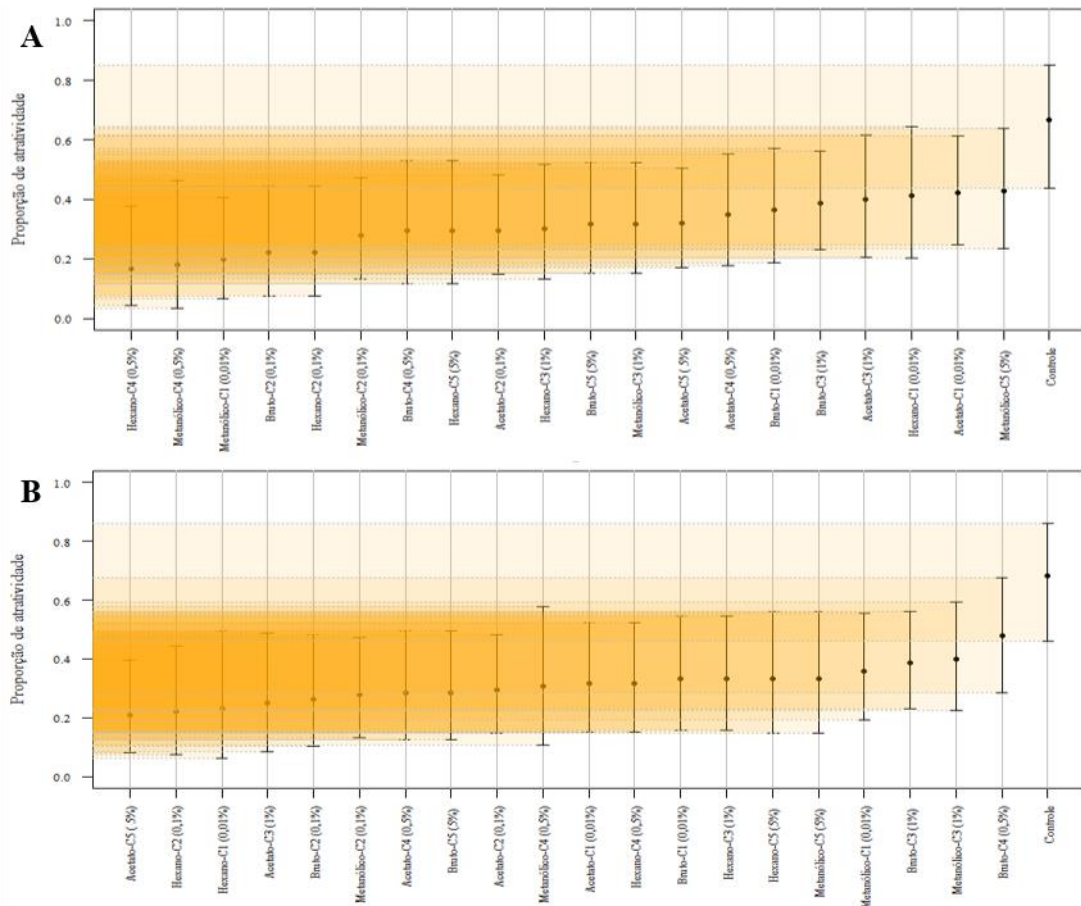


Figura 6. Atividade de folhas de milho tratadas com os diferentes extratos de *A. populnea* em diferentes concentrações para lagartas de segundo instar de *S. frugiperda*. Análise Deviance, apresentando medianas com intervalos de confiança de 95%. Além do controle (água deionizada + acetona), os extratos testados foram: Bruto, Acetano de Etila, Hexanólico e Metanólico, nas concentrações de 0,01; 0,1; 0,5; 1,0; 1,0 e 5%. As figuras A, B e C representam as avaliações realizadas nos tempos 720 e 1440 minutos, respectivamente, para o extrato bruto e frações.

4.3. Efeito antibiose dos extratos foliares de *A. populnea* em *S. frugiperda*

Houve diferença significativa entre os tratamentos, para as variáveis mortalidade larval e pupal (Tabela 2 e 3). Possivelmente, a baixa efetividade inseticida dos metabólitos secundários dos extratos de folhas de *A. populnea*, destacaram baixa efetividade dos extratos no tratamento contra a *S. frugiperda*. Os dados experimentais relacionados à mortalidade de larvas e pupas não indicaram relação dependente de dose, para todas as frações de extratos testados. Isso foi verificado por meio do modelo de regressão binomial: $Y = \exp(a+bx) / 1 + \exp(a + bx)$; $p < 0,05$. Essa relação de independência de dose de extratos de plantas e mortalidade é comum, conforme destacado por Sousa Neto et al. (2018) e Bezerra et al. (2019), para lagarta *Helicoverpa armigera* e a mesma lagarta utilizada em nosso estudo, respectivamente. Como nosso estudo investigou somente o efeito do extrato bruto e de frações com alguns solventes, a nossa hipótese é a de que o conjunto de metabólitos secundários, até mesmo em menor

quantidade, pode promover efeito deletério para a população do inseto. Com exceção do extrato hexânico, todos os demais, nas concentrações menores (0,01 e 0,1%) apresentaram mortalidade larval diferente do controle. Esse padrão de mortalidade em função de concentração dos extratos praticamente se repete para pupas, inclusive, na menor concentração (0,1%) de extrato hexânico.

Tabela 2. Resumo da ANODEV para os dados referentes à efeito antibiose promovidas na população de *Spodoptera frugiperda* quando lagartas a partir de segundo ínstar foram alimentada com folhas de milho tratadas com os diferentes extratos de folhas de *Austroplenckia populnea*. (20 tratamentos com extratos + controle).

Variável	G.L.	Deviance	Valor de p
Mortalidade larval	20	67,581	< 0,001
Mortalidade pupal	20	62,787	< 0,001
Duração do período larval (dias)	20	88,764	< 0,001
Duração do período pupal (dias)	20	55,754	< 0,001
Razão sexual	20	0,2273	> 0,05
Longevidade de adultos (dias)	20	10,882	< 0,001

G.L.: Graus de liberdade.

Em termos proporcionais, o extrato hexânico de *A. populnea* foi aquele que promoveu maiores mortalidade de lagartas e pupas de *S. frugiperda*. Apesar de tratar de espécie florestal, *Machaerium opacum*, Bezerra et al. (2019) verificaram que extratos hexânicos de folhas dessa planta promoviam maior efeito antibiose para lagartas de *S. frugiperda*, o que os autores sugeriram como melhor extrato para arraste de metabólitos secundários com potencial efeito inseticida. Entretanto, essa morte verificada não está associado à menor média de ganho de peso lagarta e de pupa, uma vez que esses tratamentos não diferiram significativamente do controle (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo alimentar, peso individual médio de lagarta 10 dias após oferecimento de folhas tratadas, peso de pupas 24 após sua formação, mortalidade de lagartas e de pupas para os diferentes tratamentos (folhas de milho tratadas com diferentes extratos em diferentes concentrações de *Austroplenckia populnea* oferecidas às lagartas de terceiro instar de *Spodoptera frugiperda*). As folhas de milho tratadas com os extratos ficaram à disposição para consumo pelas lagartas por um período de 24 horas.

Tratamento Extrato (concentração)	Consumo de folhas (g) por lagarta	Peso lagarta (g) aos 10 dias	Peso pupa (g) 24 h após sua formação	Mortalidade de lagartas (%)	Mortalidade de pupas (%)
Bruto (0,01%)	0,107 ± 0,005 b	0,1202 ± 0,0760 c	0,0925 ± 0,0895 a	45 ± 25,5 a	55 ± 25,5 a
Bruto (0,1%)	0,103 ± 0,010 b	0,0969 ± 0,0851 c	0,0780 ± 0,0808 b	50 ± 25,6 a	55 ± 25,5 a
Bruto (0,5%)	0,106 ± 0,008 b	0,1330 ± 0,0530 c	0,1185 ± 0,0733 a	30 ± 23,5 b	30 ± 22,2 b
Bruto (1%)	0,095 ± 0,000 b	0,1157 ± 0,0546 c	0,1020 ± 0,0785 a	35 ± 24,5 b	40 ± 25,1 b
Bruto (5%)	0,115 ± 0,013 b	0,1513 ± 0,0703 b	0,1060 ± 0,0739 a	35 ± 24,5 b	35 ± 24,5 b
Hexano (0,01%)	0,098 ± 0,020 b	0,1610 ± 0,0638 b	0,0330 ± 0,0681 b	80 ± 20,5 a	85 ± 18,3 a
Hexano (0,1%)	0,097 ± 0,025 b	0,1791 ± 0,0633 b	0,1040 ± 0,0896 a	40 ± 25,1 b	50 ± 25,6 a
Hexano (0,5%)	0,120 ± 0,010 b	0,1675 ± 0,0386 b	0,0785 ± 0,0827 b	55 ± 25,5 a	60 ± 25,1 a
Hexano (1%)	0,115 ± 0,020 b	0,1955 ± 0,0605 a	0,1340 ± 0,0719 a	20 ± 20,5 b	25 ± 22,2 b
Hexano (5%)	0,121 ± 0,025 b	0,2010 ± 0,0837 a	0,1085 ± 0,0744 a	45 ± 25,5 a	55 ± 25,5 a
Acetato de etila (0,01%)	0,164 ± 0,003 a	0,0916 ± 0,1098 c	0,0515 ± 0,0803 b	65 ± 24,5 a	70 ± 23,5 a
Acetato de etila (0,1%)	0,138 ± 0,005 a	0,2089 ± 0,0852 a	0,0735 ± 0,0767 b	55 ± 25,5 a	60 ± 25,1 a
Acetato de etila (0,5%)	0,144 ± 0,000 a	0,2138 ± 0,0769 a	0,1215 ± 0,0552 a	15 ± 18,3 b	20 ± 20,5 b
Acetato de etila (1%)	0,148 ± 0,002 a	0,1585 ± 0,0406 b	0,1055 ± 0,0656 a	25 ± 22,2 b	30 ± 23,5 b
Acetato de etila (5%)	0,112 ± 0,005 b	0,2026 ± 0,0810 a	0,1195 ± 0,0656 a	20 ± 20,5 b	25 ± 22,2 b
Metanol (0,01%)	0,115 ± 0,015 b	0,1070 ± 0,0570 c	0,0500 ± 0,0798 b	70 ± 23,5 a	75 ± 22,5 a
Metanol (0,1%)	0,119 ± 0,025 b	0,1468 ± 0,0570 b	0,0730 ± 0,0845 b	55 ± 25,5 a	60 ± 25,1 a
Metanol (0,5%)	0,082 ± 0,020 b	0,1885 ± 0,0467 a	0,1010 ± 0,0860 a	40 ± 25,1 b	45 ± 25,5 b
Metanol (1%)	0,098 ± 0,023 b	0,1590 ± 0,0355 b	0,0670 ± 0,0849 b	60 ± 25,1 a	65 ± 24,5 a
Metanol (5%)	0,110 ± 0,023 b	0,1572 ± 0,0480 b	0,0975 ± 0,0764 a	35 ± 24,5 b	40 ± 25,1 b
Controle	0,163 ± 0,005 a	0,2120 ± 0,0453 a	0,1135 ± 0,0781 a	10 ± 23,5 b	10 ± 23,5 b

Médias e respectivos desvios-padrão seguidas de mesma letra na coluna não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância.

De maneira geral, lagartas que se alimentaram de folhas de milho tratadas com o extrato metanólico de *A. populnea* promoveram redução de peso de lagartas e de pupas (Tabela 4), entretanto, não promoveram significativa mortalidade, tanto de lagartas como de pupas. Extratos de acetato de etila e o extrato bruto, em termos gerais, promoveram maior mortalidade lagartas e pupal, diferentes significativamente, nas menores concentrações (0,01 e 0,1%). Nenhum dos tratamentos promoveu alterações significativas na razão sexual (♀/♂), da população de *S. frugiperda* (Anodev, $p < 0,05$; Skott-Knott, $p < 0,05$) (Tabelas 2 e 3). Na tabela 2, para comparação, apresentamos a proporção de machos, para todos os tratamentos e o controle. Em relação à duração de fase larval, pupal e longevidade de adulto, verificou-se diferença significativa entre os tratamentos. Menores concentrações de extratos implicando em

redução de período larval, pupal e da fase adulta foram destacadas com os extratos obtidos por solvente acetato de metila e metanol, nas menores concentrações (0,01 e 0,1 %) (Tabela 5).

Tabela 4. Resumo ANOVA para os dados referentes efeito antibiose promovidas na população de *Spodoptera frugiperda* quando lagartas a partir de segundo ínstar foram alimentada com folhas de milho tratadas com os diferentes extratos de folhas de *Austroplenckia populnea*. (20 tratamentos com extratos + controle).

Variável	GL	QM resíduo	Valor de p
Peso (g) de lagarta 10 dias após alimentadas com os extratos	20	10837	< 0,001
Peso (g) de pupa 24 horas após sua formação	20	12427	< 0,001

Tabela 5. Variáveis mensuradas para quantificação de efeito antialimentar de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com folhas de milho tratadas com diferentes frações e concentrações (%) de extratos foliares de *Plenckia populnea*. Ipameri, Goiás, Brasil, 2021.

Tratamento Extrato (concentração)	Duração do período larval (dias)	Duração do período pupal (dias)	Longevidade de adulto (dias)	Proporção de machos
Bruto (0,01%)	09,25 ± 1,17 b	5,15 ± 0,67 a	7,00 ± 2,76 a	25 a
Bruto (0,1%)	08,95 ± 1,52 b	4,40 ± 1,14 b	3,55 ± 4,51 b	10 a
Bruto (0,5%)	13,25 ± 1,18 a	6,75 ± 0,65 a	9,10 ± 3,81 a	45 a
Bruto (1%)	11,35 ± 0,78 a	6,15 ± 0,66 a	7,50 ± 3,91 a	45 a
Bruto (5%)	12,40 ± 0,99 a	5,90 ± 1,55 a	8,45 ± 3,25 a	30 a
Hexano (0,01%)	03,65 ± 0,96 b	1,65 ± 0,96 b	4,30 ± 4,36 b	10 a
Hexano (0,1%)	10,40 ± 0,78 a	5,45 ± 0,67 a	7,10 ± 4,24 a	25 a
Hexano (0,5%)	08,90 ± 1,14 b	4,40 ± 0,92 b	5,40 ± 4,05 b	25 a
Hexano (1%)	14,10 ± 1,09 a	7,00 ± 1,00 a	8,75 ± 4,22 a	30 a
Hexano (5%)	09,85 ± 0,83 a	4,75 ± 0,67 b	6,30 ± 4,16 a	15 a
Acetato de etila (0,01%)	05,10 ± 1,40 b	4,10 ± 1,89 b	03,60 ± 3,41 b	20 a
Acetato de etila (0,1%)	07,40 ± 1,48 b	4,50 ± 1,25 b	05,40 ± 3,12 b	30 a
Acetato de etila (0,5%)	13,25 ± 1,18 a	8,85 ± 2,67 a	10,75 ± 7,75 a	40 a
Acetato de etila (1%)	12,55 ± 1,03 a	6,95 ± 0,80 a	08,15 ± 3,46 a	35 a
Acetato de etila (5%)	12,85 ± 2,02 a	7,30 ± 0,81 a	08,90 ± 4,06 a	45 a
Metanol (0,01%)	05,30 ± 0,82 b	2,75 ± 0,75 b	3,65 ± 3,54 b	20 a
Metanol (0,1%)	08,00 ± 0,83 b	3,60 ± 1,20 b	3,75 ± 5,07 b	20 a
Metanol (0,5%)	10,50 ± 1,17 a	5,30 ± 0,83 a	8,05 ± 2,81 a	35 a
Metanol (1%)	07,05 ± 1,30 b	3,75 ± 1,60 b	4,50 ± 3,92 b	20 a
Metanol(5%)	11,45 ± 1,26 a	5,40 ± 0,74 a	6,00 ± 4,85 a	30 a
Controle	12,25 ± 1,16 a	6,40 ± 0,66 a	8,65 ± 3,27 a	35 a

Médias com respectivos desvios-padrão seguidas da mesma letra minúscula na coluna não se diferem estatisticamente pelo teste de Sckott-Knott a 5% de significância.

5. CONCLUSÕES

Por meio de prospecção fitoquímica foram detectados os seguintes metabólitos secundários nas folhas de *A. populnea*: flavonoides, esteroides, triterpenos, saponinas e taninos e, por mesmo procedimento, não foram encontrados nessa planta, alcaloides e cumarinas. Portanto, os identificados componentes das folhas dessa planta são os possíveis agentes, que de alguma forma, isolada ou em sinergismo, afetaram de forma negativa o comportamento de alimentação da lagarta e, também, promoveram efeitos antibiose na população de *S. frugiperda* em estudo.

Foi verificada diferença significativa de atratividade das diferentes frações e concentrações dos extratos de *A. populnea* para as lagartas de terceiro instar de *S. frugiperda*. Entretanto, nosso estudo com chance de escolha, a curto prazo, não mostra claramente, um extrato em concentração específica que tenha maior repelência para o inseto. Folhas tratadas com o extrato acetato de etila foram as mais consumidas, em todas as concentrações, entretanto, isso não implicou em maior efeito de mortalidade de lagartas e de pupal, sugerindo este extrato como aquele que não arrastou componentes relevantes para efeito deletério na população do inseto.

Os dados experimentais relacionados à mortalidade de larvas e pupas não indicaram relação dependente de dose, para todas as frações de extratos testados. Testes de média indicaram que o extrato hexânico, nas menores concentrações (0,01 e 0,1%) como os mais letais para lagartas e pupas de *S. frugiperda*. As variáveis biológicas investigadas, duração das fases da lagarta, da pupal e do adulto duração não apresentaram variações de destaque entre os tratamentos. Também, a razão sexual da população *S. frugiperda* não foi afetada de forma significativa por nenhum dos tratamentos. De maneira geral, nossos dados sugerem baixa efetividade inseticida dos metabólitos secundários dos extratos das folhas de *A. populnea*.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMEN, Y. M. et al. The genus *Machaerium* (Fabaceae): taxonomy, phytochemistry, traditional uses and biological activities. **Natural Product Research**, v. 29, n. 15, p.1388-1405, 2015.
- ANDRADE S. F. et al. Antileishmanial, antimalarial and antimicrobial activities of the extract and isolated compounds from *Austroplenckia populnea* (Celastraceae). **Zeitschrift Naturforsch**, v. 63, 497-502, 2008.
- ANDRADE, S. F. Anti-inflammatory and antinociceptive activities of extract, fractions and populnoic acid from bark wood of *Austroplenckia populnea*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 109, p. 464-471, 2007.
- BERNAYS, E. A.; CHAPMAN, R. F. **Host-Plant Selection by Phytophagous Insects**. New York, Chapman & Hall. 1994. Disponível em: <<https://link.springer.com/book/10.1007/b102508>>. Acesso em: 26 fev. 2021.
- BEZERRA, E. F. B. et al. Toxicity of *Machaerium opacum* (Fabaceae) leaf extracts against fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)). **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 10, p. 292-301, 2019.
- CAMPANINI, E. et al. Caracterização de novos isolados de *Bacillus thuringiensis* para o controle de importantes insetos-praga da agricultura. **Bragantia**, v. 71, n. 3, p. 362-369, 2012.
- CANESCHI, C. M. et al. Effect of constituents from samaras of *Austroplenckia populnea* (Celastraceae) on human cancer cells. **Journal of Intercultural Ethnopharmacology**, v. 4, n. 1, p. 6-11, 2015.
- CANESCHI, C. M. **Estudo fitoquímico e atividades biológicas de extratos e constituintes isolados de sâmaras de *Austroplenckia populnea* Reissek (Celastraceae)**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Farmácia. 2011. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2151/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_EstudoFitoqu%C3%ADmicoAtividades.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2021.
- CARVALHO-OKANO, R. M. **Estudos taxonômicos do gênero *Maytenus* Mol. Emend. Mol (Celastraceae) do Brasil Extra Amazônico**. Tese de Doutorado. Instituto de Biologia. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo. 1992.
- CHRISTENHUSZ, M. J. M.; BYNG, J. W. The number of known plants species in the world and its annual increase. **Phytotaxa**, v. 261, n. 3, p. 201-217, 2016.
- COSTA, A. F. **Farmacognosia**. 3. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001. 992p.
- ECHEVERRI, F. et al. Ermanin: an insect deterrent flavonoid from *Passiflora foetida* resin. **Phytochemistry**, v. 30, p. 153-155, 1991.
- ESPINDOLA, L. S. et al. Cytotoxic triterpenes from *Salacia crassifolia* and metabolite profiling of Celastraceae species. **Molecules**, v. 23, n. 6, p. 1494, 2018.

GRAINGE, M.; AHMED, S. **Handbook of plants with pest-control proprieties**. Chichester, John Wiley & Sons Ltda., 1998.

GROPPO, M.; ERBERT, C. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Celastraceae Sensu Lato. **Boletim de Botânica**, v. 33, p. 15-27, 2015.

JELIHOVSCHI, E. G. et al. ScottKnott: A package for erforming the Scott-Knott lustering algorithm in R. **Trends in Applied and Computational Mathematics**, v. 15, n. 1, p. 3-17, 2014.

KASTEN JUNIOR, A. A. et al. Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* em duas dietas artificiais e substrato natural. **Revista de Agricultura**, v. 53, p. 68-78, 1978.

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

KVEDARAS, O. L.; KEEPING, M. G. Silicon impedes stalk penetration by the borer *Eldana saccharina* in sugarcane. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 125, p. 103-110, 2007.

LEATEMIA, J. A.; ISMAN, M. B. Insecticidal activity of crude seed extracts of *Annona* spp. *Lansium domesticum* and *Sandoricum koetjape* against lepidopteram larvae. **Phytoparasitica**, v. 32, n. 1, p. 30-37, 2004.

LI, K. et al. Terpenoids from *Tripterygium wilfordii*. **Phytochemistry**, v. 45, p. 791-796, 1997.

LIMA, R. K. et al. Caracterização química e atividade inseticida do óleo essencial de *Ageratum conyzoides* L. sobre a lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Bioscience Journal**, v. 26, n. 1, p. 1-5, 2010.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, Plantarum, 1992, 352p.

MAR, G. D. Produção do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Bragantia**, v. 62, n. 2, p. 267-274, 2003.

MARANHÃO, Z. C. Plantas inseticidas. **Revista de Agricultura**, v. 29, n. 3/4, p. 113- 121, 1954.

MARTINEZ, A. M. et al. Effects of ethanolic extracts of *Argemone ochroleuca* (Papaveraceae) on the food consumption and development of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomologist**, v. 100, n. 2, p. 339-345, 2017.

MASSEY, F. P. et al. Silica in grasses as a defence against insect herbivores: contrasting effects on folivores and a phloem feeder. **Journal of Animal Ecology**, v. 75, p. 595-603, 2006.

MATOS, F. J. A. **Introdução à fitoquímica experimental**. 3ed. Fortaleza: UFC, 2009. 150p.

MATOS, J. M. D.; MATOS, M. E. **Farmacognosia**. Fortaleza: UFC, 1989.

- MIRANDA, R. R. S. et al. Evaluation of antibacterial activity of “Mangabarana” *Austroplenckia populnea* Reissek (Celastraceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, p. 370-375, 2009.
- MOKOKA, T. A. et al. Antimicrobial activity and cytotoxicity of triterpenes isolated from leaves of *Maytenus undata* (Celastraceae). **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 13, n. 111, p. 1-9, 2013.
- MOURA, V. M.; SCHLICHTING, C. L. R. Alcalóides, piretróides e rotenóides: inseticidas naturais como uma alternativa ecológica sustentável. **Revista Uningá**, n. 13, p. 37-44, 2007.
- NIZER, W. S. C. et al. Pristimerin isolated from *Salacia crassifolia* (Mart. Ex. Schult.) G. Don. (Celastraceae) roots as a potential antibacterial agent against *Staphylococcus aureus*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 266, 2021.
- NOGUEIRA, A. M. et al. Efeito do silício no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do arroz. **Connection Online**, v. 19, n. 1, p. 52-62, 2018.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2019.
- RODRIGUES, J. H. V. Efeito de doses de silício na resistência do feijoeiro a *Spodoptera frugiperda*. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 4, p.13-19. 2018.
- RODRIGUES, V. G. et al. *Salacia crassifolia* (Celastraceae): chemical constituents and antimicrobial activity. **Química Nova**, v. 38, p. 237-242, 2015.
- SANTOS, D, Y. A. C. **Botânica aplicada: metabólitos secundários na interação planta-ambiente**. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências: São Paulo. 2015, 271p.
- SANTOS, R. G. **Avaliação das atividades tóxica, citotóxica, antimicrobiana e inseticida das folhas de *Machaerium opacum vogel* (Fabaceae)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Moleculares), Universidade Estadual de Goiás, Campus Anápolis, GO, 2017, 114p.
- SANTOS, V. A. et al. Antiprotozoal activity of quinone methide triterpenes from *Maytenus ilicifolia* (Celastraceae). **Molecules**, v. 18, p. 1053-1062, 2013.
- SEITO, L. N. et al. Antiulcerogenic and analgesic effects of the *Austroplenckia populnea* extracts in mice. **Phytotherapy Research**, v. 16, p. 193-196, 2002.
- SILVA, A. F. et al. Diversidade de angiospermas e espécies medicinais de uma área de Cerrado. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 1016-1030, 2015.
- SILVA, A. R. 2018. **A function to plot confidence interval of treatment means from a Poisson or Binomial GLM**. Disponível em: http://arsilva.weebly.com/uploads/2/1/0/0/21008856/function_plotcglm.r. Acesso em: 26 fev. 2021.
- SILVA, F. C. **Estudo fitoquímico e da atividade biológica do extrato hexânico de galhos de *Maytenus gonoclada* (Celastraceae)**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Química, 136p. 2010.

SILVA, T. R. F. B. et al. Effect of the flavonoid rutin on the biology of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Acta Scientiarum**, v. 38, n. 2, p. 165-170, 2016.

SIMMONDS, M. S. J. Flavonoid–insect interactions: recent advances in our knowledge. **Phytochemistry**, v. 64, p. 21-30, 2003.

SIMMONS, M. P. et al. Phylogeny of the Celastraceae (Celastraceae) and the relationships of *Catha edulis* (qat) inferred from morphological characters and nuclear and plastid genes. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 48, p. 745-757, 2008.

SIMÕES, C. M. O. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Florianópolis: UFSC, 2010. 1104 p.

SOUSA NETO, M. et al. Toxicity of *Andira paniculata* (Fabaceae) Extracts to *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 6, p. 246-271, 2018.

SPIVEY, A. C. et al. Celastraceae sesquiterpenoids: biological activity and synthesis. **Chemical Society Reviews**, v. 31, p. 43-59, 2002.

TAGLIARI, M. S. et al. Efeito de extratos de plantas na mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Arquivos Instituto Biológico**, v. 77, n. 2, p. 259-264, 2010.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6^a ed., Porto Alegre, Artmed, 2017, 857p.

TRINDADE, R. B. R. et al. Distribuição espacial de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, noctuidae) em milho convencional e Bt. **EntomoBrasilis**, v. 10, n. 2, p. 89-93, 2017.

VIEGAS JÚNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, v. 26 n. 3, p. 390-400, 2003.

VIEIRA FILHO, S. A. **Estudo fitoquímico em folhas e sâmaras de *Austroplenckia populnea*, avaliação da atividade antiespermatogênica do extrato hexânico das folhas e estudo fotoquímico em triterpenos pentacíclicos**. Departamento de Química. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2002.

VIEIRA FILHO, S. A. et al. Constituintes químicos e atividade antiespermatogênica em folhas de *Austroplenckia populnea* (Celastraceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 12, p. 123-124, 2002.

WORDELL FILHO, J. A. et al. **Pragas e doenças do milho**: diagnose, danos e estratégias de manejo. Florianópolis: Epagri, Boletim Técnico, n. 170. 2016. 82p.

YARIWAKE, J. H. et al. Variabilidade sazonal de constituintes químicos (triterpenos, flavonóides e polifenóis) das folhas de *Maytenus aquifolium* Mart. (Celastraceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 2, p. 162-168, 2005.

YIGIT, N.; VELIOGLU, Y. S. Effects of processing and storage on pesticide residues in foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 60, p. 3622-3641, 2019.