



**Universidade Federal do Maranhão
Centro de Ciências de Chapadina – CCCh/UFMA
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais**

**Bioeficácia de extratos e frações obtidos de *Magonia pubescens* St.
Hil. (Sapindaceae) no controle de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera:
Curculionidae)**

Rosimeire do Nascimento da Costa

Chapadina – MA

2022

Universidade Federal do Maranhão
Centro de Ciências de Chapadinho – CCCh/UFMA
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

**Bioeficácia de extratos e frações obtidos de *Magonia pubescens* St.
Hil. (Sapindaceae) no controle de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera:
Curculionidae)**

Pós-Graduando: Rosimeire do Nascimento da Costa

Orientador: Prof. Dr. Sinval Garcia Pereira

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Centro de Ciências de Chapadinho da Universidade Federal do Maranhão.

Chapadinho – MA

2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

do Nascimento da Costa, Rosimeire.

Bioeficácia de extratos e frações obtidos de *Magonia pubescens* St. Hil. Sapindaceae no controle de *Sitophilus zeamais* Coleoptera: Curculionidae / Rosimeire do Nascimento da Costa. - 2022.

65 f.

Orientador(a): Sinval Garcia Pereira.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2022.

1. Atividade biológica. 2. Constituintes químicos. 3. Tingui. I. Garcia Pereira, Sinval. II. Título.

Rosimeire do Nascimento da Costa

**Bioeficácia de extratos e frações obtidos de *Magonia pubescens* St.
Hil. (Sapindaceae) no controle de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera:
Curculionidae)**

Aprovada em / /

Banca examinadora:

Sinval Garcia Pereira (Orientador)
Doutor em Química – UFPA

Jeane Rodrigues de Abreu Macedo
1º Examinador
Doutora em Agronomia - UNESP

Clesivan Pereira dos Santos
2º Examinador
Doutor em Bioquímica - UFC

Chapadinha – MA

2022

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	3
REFERÊNCIAS	6
CAPÍTULO I: Revisão bibliográfica: fitoquímica e farmacologia de <i>Magonia pubescens</i> St. Hil. (Sapindaceae).....	9
INTRODUÇÃO.....	11
MATERIAL E MÉTODO	12
RESULTADOS	12
Fitoquímica de espécies de <i>M. pubescens</i>	12
Propriedades farmacológicas de <i>M. pubescens</i>	22
Atividade larvívica	22
Atividade antitumoral	23
Atividade moluscívica e cercarívica	24
Atividade antiparasitária, antifúngica, antimicrobiana e antipatogênica	24
Outras atividades	25
CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS	27
CAPÍTULO II: Bioeficácia de extratos e frações obtidos de <i>Magonia pubescens</i> St. Hil. (Sapindaceae) no controle de <i>Sitophilus zeamais</i> (Coleoptera: Curculionidae).....	32
INTRODUÇÃO.....	34
MATERIAL E MÉTODOS	35
Material e métodos do estudo fitoquímico	35
Coleta, identificação e preparo dos extratos de <i>Magonia pubescens</i> St. Hil.	35
Avaliação para a presença de saponinas e taninos	38
Extração e quantificação de taninos condensados	38
Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM)	42
Material e métodos do estudo biológico	43
Avaliação da atividade insetívica em superfície contaminada	43
Avaliação da atividade insetívica por ingestão de grãos tratados com extratos e frações	45
Análises descritiva e estatística dos dados	46
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
REFERÊNCIAS	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: (A) Fruto e (B) Sementes de <i>M. pubescens</i> St. Hil.....	36
Figura 2: Fluxograma de obtenção dos extratos e frações.....	37
Figura 3: (A) processo de partição da solução etanólica; (B) evaporador rotativo.....	37
Figura 4: Fluxograma de extração dos taninos de cascas e sementes de <i>M. pubescens</i>	40
Figura 5: Fluxograma de determinação do (TTC).....	41
Figura 6: Desenho experimental do bioensaio em superfície contaminada.....	43
Figura 7: Bioensaio em superfície contaminada.....	44
Figura 8: Desenho experimental do bioensaio de ingestão de grãos.....	45
Figura 9: Bioensaio de ingestão de grãos.....	45
Figura 10: (A) Teste de identificação de saponinas, (B) e de taninos.....	48
Figura 11: TTC de cascas e frutos de <i>M. pubescens</i>	49
Figura 12: Médias do percentual de mortalidade de <i>S. zeamais</i> em fração de tanino de sementes <i>M. pubescens</i>	53
Figura 13: (A) <i>Sitophilus zeamais</i> (Coleoptera: Curculionidae); (B) <i>Sitophilus zeamais</i> em placa de petri com fração de tanino obtido da semente de <i>M. pubescens</i>	53
Figura 14: Médias do percentual de mortalidade de <i>S. zeamais</i> em fração de tanino de cascas de <i>M. pubescens</i>	54
Figura 15: Médias do percentual de mortalidade de <i>S. zeamais</i> em fração aquosa de cascas <i>M. pubescens</i>	55
Figura 16: Médias do percentual de mortalidade de <i>S. zeamais</i> em fração orgânica de cascas de <i>M. pubescens</i>	56
Figura 17: Médias do percentual de mortalidade de <i>S. zeamais</i> em extrato etanólico de cascas de <i>M. pubescens</i>	56
Figura 18: Médias do percentual de mortalidade de <i>S. zeamais</i> em fração aquosa das sementes de <i>M. pubescens</i>	57
Figura 19: Médias do percentual de mortalidade de <i>S. zeamais</i> em fração orgânica das sementes de <i>M. pubescens</i>	58
Figura 20: Médias do percentual de mortalidade de <i>S. zeamais</i> em extrato etanólico de sementes de <i>M. pubescens</i>	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Metabólitos secundários identificados em <i>M. pubescens</i> St. Hil. (Sapindaceae).....	15
Tabela 2 – Critérios adotados para expressar os resultados dos testes fitoquímicos (saponinas).....	38
Tabela 3 – Conversão dos percentuais de mortalidade em níveis de toxicidade.....	47
Tabela 4 – Teste de identificação de saponinas nas séries extrativas de cascas e sementes (parte interna dos frutos) de <i>Magonia pubescens</i> St. Hil.....	47
Tabela 5 – Os primeiros 20 principais picos mostrados na composição química do extrato etanólico das sementes EBE/TB, obtida em CG-EM (40 picos obtidos)	50
Tabela 6 – Os primeiros 20 principais picos mostrados na composição química da fração orgânica da casca FO/TB, obtida em CG-EM (20 picos obtidos)	51
Tabela 7 – Os primeiros 20 principais picos mostrados na composição química da fração orgânica das sementes FO/TB, obtida em CG-EM (35 picos obtidos)	51

INTRODUÇÃO

Os insetos são a causa de grandes problemas ecológicos; podem transmitir micróbios e parasitos que afetam os seres humanos e danificam árvores, casas e culturas alimentares, como exemplo, o milho. O custo econômico total de danos e doenças relacionados a insetos é incomensurável (NIROUMAND et al., 2016).

Em relação aos insetos de grãos em armazenamento, destacam-se os *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) que atacam várias espécies de grãos em armazenamento, o que pode reduzir drasticamente a germinação das sementes, o teor de massa seca, o valor nutricional e comercial (CANEPPELE et al., 2003).

Os danos causados por pragas somam-se àqueles adquiridos durante o cultivo, colheita e transporte de grãos, resultando na redução da disponibilidade de alimentos (ASTUTI et al., 2019). O aumento da população mundial exige aumento na produtividade e minimização das perdas pós-colheita, como o armazenamento (LIMA JUNIOR et al., 2012).

O *S. zeamais*, popularmente conhecido como gorgulho-do-milho, atinge a qualidade do produto para comercialização, seja ele armazenado em sacaria ou a granel (SANTOS et al., 2006). Os grãos sofrem diversos danos biológicos, mecânicos e até mesmo dano químico, contudo, é o dano causado por insetos que mais prejudica a qualidade e o tempo de armazenamento de grãos e seus subprodutos, como farelos, tortas, farinhas e fubás. Estes danos atingem até 78% do produto armazenado, pois, aliado às pragas também ocorre a incidência de fungos devido ao aumento no teor de água dos grãos (LIMA JUNIOR et al., 2012).

Os grãos de milho são os principais alvos do gorgulho-do-milho, cuja infestação cruzada permite o ataque de grãos tanto no campo quanto em armazéns é um dos fatores de infestação por *S. zeamais* (LORINI et al., 2010). Este coleóptero também apresenta grande potencial reprodutivo implicando em maiores riscos econômicos para os produtores. Concentram-se, frequentemente, nas camadas superiores da massa de grãos e se dispersam de acordo com suas necessidades ecológicas (PROCÓPIO et al., 2003).

A exposição a concentrações de agentes tóxicos pode impactar a saúde humana por meio de efeitos agudos e crônicos, como distúrbios do sistema nervoso. A utilização de inseticidas sintéticos em diversas aplicações, bem como na produção agropecuária tem ocasionado modificações no ambiente, seja pela contaminação de seres vivos, dentre eles, espécies não inclusas no processo de produção, seja pela acumulação nos

ecossistemas, causando um desequilíbrio ecológico na interação entre espécies (PERES et al., 2003).

Atualmente, o controle do *S. zeamais* é geralmente realizado com inseticidas sintéticos. Nas últimas décadas os principais fumigantes utilizados no controle de praga e insetos em grãos armazenados foram a fosfina (PH₃) e o brometo de metila (CH₃Br), este último foi proibido por agredir a camada de ozônio (SANTOS et al., 2006). Ainda, segundo Lima Junior e colaboradores (2012), o controle excessivo pode causar dano químico, ou seja, a contaminação química do produto, inviabilizando-o ao consumidor final, além do risco de aplicação para o aplicador.

Os inseticidas botânicos podem ser obtidos através de combinações de metabólitos de espécies vegetais distintas, alguns destes já são produtos comerciais amplamente utilizados no combate a pragas em grãos de soja e milho (MOREIRA, 2006). Desta forma, diversos estudos acerca de análises do potencial inseticida de compostos químicos de várias plantas, incluindo plantas das famílias Lamiaceae, *Ocimum basilicum*, *Origanum majorana* e *Mentha pulegium*; Myrtaceae, *Myrtus communis*; Apocynaceae, *Nerium oleander*; Asteraceae, *Artemisia absinthium*; Amaryllidaceae, *Allium sativum*, Lauraceae, *Laurus nobilis*; Curcubitaceae, *Citrullus colocynthis* (NIROUMAND et al., 2016) e a família Piperaceae, com o gênero *Piper* (OLIVEIRA et al., 2007) têm sido desenvolvido, revelando-se como alternativas promissoras.

A utilização de plantas com potencial inseticida apresenta vantagens em relação aos sintéticos, pois são eficazes, renováveis, pouco ou mesmo atóxicos, contribuindo assim, para o desenvolvimento sustentável (GUEDES et al., 2006; LOPES; ALBUQUERQUE, 2018; PESCHIUTTA et al., 2019; LARA; GARCIA, 2020).

Dentre muitas espécies promissoras, destaca-se a *Magonia pubescens* St. Hil., pertencente à família Sapindaceae. Trata-se de uma árvore do cerrado sentido restrito, cerradão mesotrófico e mata, que pode atingir até 10 metros de altura cujo fruto é utilizado para fabricar sabão. A resina da casca revelou ação inseticida contra pulgas, enquanto fruto, semente e casca podem ser utilizados no artesanato e madeira para construção civil sendo conhecida como tingui-de-bola, tingui, tingui-do-cerrado e timbó (RIBEIRO; WALTER, 1998).

Por tratar-se de uma espécie cuja toxicidade é demonstrada através do conhecimento popular, e comprovada por estudos que visam a toxicidade de extratos da

planta sob larvas de insetos (SILVA et al., 2004; GUIMARÃES et al., 2001; SILVA et al., 1996), *M. pubescens* foi escolhida para avaliarmos seu possível potencial inseticida, de forma que possamos comprovar sua eficácia sob o *S. zeamais*.

Os frutos de *M. pubescens* St. Hil. possuem epicarpo lenhoso, apresentam aquênios biconvexos ou trigonais que se abrem para liberar, em média, 14 sementes aladas de coloração castanha. Em sua grande maioria são utilizados na confecção de peças de artesanato. Com base em estudos de Oliveira e colaboradores (2001), as camadas da parte externa das sementes diferem entre si em sua composição química, contendo principalmente carboidratos, polissacarídeos e lignina e / ou taninos, além de produzir um gel de organização tridimensional de características físico-químicas particulares, durante o processo de intumescimento.

Estudos realizados com o extrato de *M. pubescens* St. Hil. revelaram diversas potencialidades que variam desde ação contra células cancerígenas, a ação contra organismos suscetíveis a taninos e flavonoides. Pouco se conhece do potencial inseticida desta planta, com exceção de alguns estudos que destacaram o potencial acaricida contra larvas do carrapato *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille) (FERNANDES et al., 2008) e larvicida sobre o *Aedes aegypti* (SILVA et al., 2004) demonstrando assim, sua toxicidade e potencial para obtenção de bioinseticidas para o controle de outras espécies de insetos (ISMAN; GRIENEISEN, 2014).

Tendo em vista as perdas em grãos armazenados e a escassez em alternativas de compostos químicos menos agressivos, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas acerca da utilização de extratos vegetais e sua natureza química. Desta forma, o presente trabalho avaliou a ação inseticida de *M. pubescens* St. Hil. sobre *S. zeamais*, correlacionando as doses aplicadas à taxa de mortalidade a partir de dois bioensaios, contato e ingestão. Assim esta dissertação está dividida em dois capítulos:

- Capítulo 1: Revisão bibliográfica: fitoquímica e potencial biológico de *Magonia pubescens* St. Hil (Sapindaceae).
- Capítulo 2: Bioeficácia de extratos e frações obtidos de *Magonia pubescens* St. Hil. (Sapindaceae) no controle de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae).

REFERÊNCIAS

- ASTUTI, LP., YAHYA, SM., HADI, MS. **Susceptibility of six corn varieties (*Zea mays* L.) to *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae).** International Journal of Plant Biology, v. 10, n. 1, 2019
- CANEPPELE, M., CANEPPELE, C., LÁZZARI, FA., LÁZZARI, AM. **Correlation between the infestation level of *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) and the quality factors of stored corn, *Zea mays* L. (Poaceae).** Revista Brasileira de Entomologia, v. 47, n. 4, 625-630, 2003.
- FERNANDES, FF., D'ALESSANDRO, WB., & FREITAS, EP. **Toxicidade do extrato de *Magonia pubescens* (Sapindales: Sapindaceae) St. Hil. para controlar o carrapato marrom do cão, *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille) (Acari: Ixodidae).** Neotropical Entomology, 37, 205-208, 2008.
- GUEDES, RNC., OLIVEIRA, EE., GUEDES, NMP., RIBEIRO, B., SERRÃO, J. **Cost and mitigation of insecticide resistance in the maize weevil, *Sitophilus zeamais*.** Physiological Entomology, v. 31, 30–38, 2006.
- ISMAN, MB., GRIENEISEN, ML. **Botanical insecticide research: many publications, limited useful data.** Trends in plant science, v. 19, n. 3, 140–5, 2014.
- LARA, TI. da C., GARCIA, SD. **O impacto do uso dos agrotóxicos na saúde pública: revisão de literatura.** Saúde e Desenvolvimento Humano, v. 8, n. 1, 85-96, 2020.
- LIMA JUNIOR, AF., OLIVEIRA, IP., ROSA, SRA., SILVA, AJ., MORAIS, MM. **Controle de pragas de grãos armazenados: uso e aplicação de fosfetos.** Revista Faculdade Montes Belos, v. 5, n. 4, 180-194, 2012.
- LOPES, CVA., ALBUQUERQUE, GSC. **Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática.** Saúde em debate, v. 42, n. 117, 518-534, 2018.
- LORINI, I., KRZYZANOWSKI, FC., FRANCA-NETO, JDB., HENNING, AA. **Principais pragas e métodos de controle em sementes durante o armazenamento.** Circular técnica, n. 73, Londrina: Embrapa Soja. 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/888419/1/30266.pdf>. Acesso em: 12, abr., 2021.
- MOREIRA, MD., PIKANÇO, MC., SILVA, ED., MORENO, SC., & MARTINS, JC. **Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. Controle alternativo de pragas e doenças.** Viçosa: EPAMIG/CTZM, v. 1, 89-120, 2006.
- NIROUMAND, MC., FARZAEI, MH., KARIMPOUR-RAZKENARI, EE., AMIN, G., KHANAVI, M., AKBARZADEH, T., SHAMS-ARDEKANI, MR. **An evidence-based review on medicinal plants used as insecticide and insect repellent in traditional Iranian medicine.** Iran Red Crescent Med J. v. 18, n. 2, 223 – 231, 2016.

OLIVEIRA, CMR., IACOMINI, M., ALQUINI, Y., GORIN, PAJ. **Microscopic and NMR analysis of the external coat from seeds of *Magonia pubescens***. *New Phytologist*, v. 152, 501-509, 2001.

OLIVEIRA, MSS., ROEL, AR., ARRUDA, EJ. , MARQUES, AS. **Eficiência de produtos vegetais no controle da lagarta-do-cartucho-do-milho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, n. 2, 326-331, 2007.

PESCHIUTTA, ML., BRITO, VD. , ACHIMÓN, F. , ZUMINO, MP. , USSEGLIO, VL. , ZYGADLO, JA. **New insecticide delivery method for the control of *Sitophilus zeamais* in stored maize**. *Journal of Stored Products Research*, v. 83, 185-190, 2019.

PROCÓPIO, S. de O., VENDRAMIM, JD., RIBEIRO JUNIOR, JI., dos SANTOS, JB. **Bioatividade de diversos pós de origem vegetal em relação A *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae)**. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 27, n. 6, 1231-1236, 2003.

SANTOS, JP. **Controle de pragas durante o armazenamento de milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento, Circular Técnica-84, 2006. Disponível em:
http://www.diadecampo.com.br/arquivos/materias/%7BED78457F-F649-4A82-8C23-B5E5B134C737%7D_Circ_84.pdf. Acesso em: 05, jun., 2021.

SILVA, HHGD., SILVA, IGD., SANTOS, RMGD., RODRIGUES FILHO, E., ELIAS, CN. **Larvicidal activity of tannins isolated of *Magonia pubescens* St. Hil. (Sapindaceae) against *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae)**. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v.37(5), 396-399, 2004.

CAPÍTULO I:

Revisão bibliográfica: fitoquímica e potencial biológico de *Magonia pubescens* St. Hil. (Sapindaceae)

CAPÍTULO I: Revisão bibliográfica: fitoquímica e potencial biológico de *Magonia pubescens* St. Hil. (Sapindaceae)

Rosimeire do Nascimento da Costa¹

Sinval Garcia Pereira²

RESUMO

O uso de extratos de plantas de ocorrência natural nos ecossistemas brasileiros possui importante valor econômico, seja na agricultura e/ou indústria farmacêutica. Nos estudos de espécies vegetais que despertam interesse farmacológico e/ou toxicológico destacam-se os membros da família Sapindaceae, devido sua relevante importância comercial, econômica e medicinal, em particular do gênero monoespecífico *Magonia* cujo principal representante é a espécie *Magonia pubescens*. Este estudo teve como objetivo descrever a composição química dos extratos/frações a fim de fornecer informações sobre a botânica, usos tradicionais, análise farmacológica de *M. pubescens*. Para tanto, foram escolhidas 29 publicações com base nos títulos escritos em língua portuguesa e inglesa em um recorte temporal de 2000 a 2021, coletadas via internet por meio de base de dados científicos, visando estabelecer relação entre os compostos químicos e potenciais atividades biológicas de *M. pubescens*. Investigações fitoquímicas de *M. pubescens* observaram a presença de taninos, saponinas, flavonoides e alcaloides. O gel obtido a partir da hemicelulose da semente do fruto de *M. pubescens* apresentou potencial para produção de uma solução rica em monômeros de açúcar partindo da hemicelulose. Observou também, em extrato etanólico da casca do fruto de *M. pubescens*, a presença do 2-O-metil-L-inositol, assim como do ácido chiquímico, escopoletina e sitosterol glicosídeo. Quanto às atividades biológicas, destacaram-se antiparasitária, antifúngica, antimicrobiana, moluscicida, cercaricida, larvicida e antitumoral. *M. pubescens* é uma espécie vegetal que ao longo dos anos tem seu potencial biológico revelado. O estudo da literatura, possibilitou a reunião de pesquisas que corroboram a utilização da espécie como futura alternativa no controle e combate a organismos patogênicos.

Palavras-chaves: Tingui, Constituintes químicos, Atividade biológica.

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – PPGCAM/UFMA. rosimeire.nc@discente.ufma.br

² Doutor em Química – UFPA. Orientador – PPGCAM/UFMA. sinval.garcia@ufma.br.

CHAPTER I: Bibliographic review: phytochemistry and biological potential of
Magonia pubescens St. Hill. (Sapindaceae)

Rosimeire do Nascimento da Costa

Sinval Garcia Pereira

ABSTRACT

The use of extracts from naturally occurring plants in Brazilian ecosystems has important economic value, whether in agriculture and/or the pharmaceutical industry. In studies of plant species that arouse pharmacological and/or toxicological interest, members of the Sapindaceae family stand out due to their relevant commercial, economic and medicinal importance, in particular the monospecific genus *Magonia* whose main representative is the species *Magonia pubescens*. This study aimed to describe the chemical composition of extracts/fractions in order to provide information about botany, traditional uses, pharmacological analysis of *M. pubescens*. To this end, 29 publications were chosen based on titles written in Portuguese and English in a time frame from 2000 to 2021, collected via the internet through a scientific database, aiming to establish a relationship between chemical compounds and potential biological activities of *M. pubescens*. Phytochemical investigations of *M. pubescens* observed the presence of tannins, saponins, flavonoids and alkaloids. The gel obtained from the hemicellulose of the seed of the fruit of *M. pubescens* showed potential for the production of a solution rich in sugar monomers starting from the hemicellulose. He also observed the presence of 2-O-methyl-L-inositol, as well as shikimic acid, scopoletin and esitosterol glycoside in an ethanolic extract of the fruit peel of *M. pubescens*. As for biological activities, antiparasitic, antifungal, antimicrobial, molluscicidal, cercaricidal, larvicidal and antitumoral activities stood out. *M. pubescens* is a plant species that over the years has revealed its biological potential. The study of the literature enabled the gathering of researches that corroborate the use of the species as a future alternative in the control and fight against pathogenic organisms.

Keywords: Tingui, Chemical constituents, Biological activity.

INTRODUÇÃO

O uso de extratos de plantas de ocorrência natural nos ecossistemas brasileiros possui importante valor econômico, uma vez que fazem parte da composição de produtos que desempenham atividade biológica, seja na agricultura e/ou indústria farmacêutica. Tais compostos refletem na redução dos custos de controle de pragas e amenizam os efeitos nocivos ao meio ambiente em sua utilização como inseticidas, além de seu amplo uso na medicina popular e na conservação da biodiversidade, onde têm apresentado potencial para a produção de soluções que entram na composição de produtos de maior valor agregado (SILVA et al., 2015; OLIVEIRA, 2019).

Nos estudos de espécies vegetais que despertam interesse farmacológico e/ou toxicológico destacam-se os membros da família Sapindaceae, devido sua relevante importância comercial, econômica e medicinal (PEREIRA, 2014) em particular do gênero monoespecífico *Magonia* (JOLY et al., 1980) cujo principal representante é a espécie *Magonia pubescens*, popularmente conhecida como tingui, tingui do cerrado ou timbó do cerrado (SOMNER, 2009; MACEDO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2013; ROCHA et al., 2014).

Em função da fitoquímica pouco conhecida e do grande potencial farmacológico registrado em escassos estudos ao longo dos últimos dez anos, a presente revisão de *Magonia pubescens* surge como importante instrumento que agrega a relação dos principais compostos químicos, assim como, a associação do potencial biológico ao seu constituinte correspondente (SILVA et al., 2015).

Em relação à utilização de *M. pubescens* na cultura popular, a casca da raiz é utilizada para intoxicar peixes em lagoas causando a morte ou imobilização para posterior captura (AMORIM et al., 2019), no tratamento de bronquites (DA SILVA, MIRANDA; DA CONCEIÇÃO, 2010), como calmante e para limpeza de úlceras de animais; os frutos e as sementes são empregados na fabricação de sabão caseiro, que pode ser utilizado em tratamento de pele, já em bovinos, as sementes e folhas possuem efeito abortivo (ALVES, 2019).

Por possuir boa resistência, textura média e características como dureza, moderada densidade e fácil manipulação, a madeira do tingui é usualmente empregada como ripas e caibros na construção civil, assim como sua utilização para fornecimento de lenha e carvão. Quanto aos aspectos ornamentais é empregada na arborização de praças e jardins; na indústria caseira, as sementes são utilizadas na composição de arranjos florais secos (LORENZI, 2009; MACEDO et al., 2009; ROCHA et al., 2014).

Este estudo teve como objetivo descrever a composição química dos extratos/frações a fim de fornecer informações sobre a botânica, usos tradicionais, análise farmacológica e potencial biológico de *M. pubescens*. Bem como, os metabólitos secundários, e sua utilização com o intuito de explorar seu potencial para o desenvolvimento de futuras oportunidades de pesquisa pela comunidade científica.

MATERIAL E MÉTODO

A revisão bibliográfica foi realizada nas plataformas de dados, *Scientific Eletronic Library Online* (Scielo), Google Acadêmico, Biblioteca Digital do Periódico da UFPR e repositórios institucionais de universidades. A presente revisão trata-se de um estudo descritivo-exploratório, no qual buscou-se aprofundar na composição dos extratos/frações de tingui a fim de conhecer melhor o potencial farmacológico dos constituintes químicos da espécie.

Foram encontradas 29 publicações com base nos títulos escritos em língua portuguesa e inglesa que apresentaram as seguintes palavras-chave: *Magonia pubescens*, fitoquímica e farmacologia, em um recorte temporal de 2000 a 2021 para inclusão de artigos e dissertações no corpo analítico.

Ademais, as produções selecionadas foram fichadas visando identificar as seguintes categorias de análise no processo de construção deste artigo: identificação de compostos químicos e atividade biológica.

RESULTADOS

Fitoquímica de espécies de *Magonia pubescens*

Pesquisas desenvolvidas com a referida espécie vegetal, buscaram identificar os grupos de metabólitos secundários e alguns constituintes que podem apresentar como resultado, possíveis marcadores químicos que tenham correlação com o efeito terapêutico. Investigações fitoquímica de *M. pubescens*, possuem perspectivas promissoras na busca de metabólitos biologicamente ativos, incluindo alcaloides, flavonoides, antocianinas, triterpenos, catequinas, taninos e saponinas, produzindo avanços nas mais diversas áreas, dentre elas a fitoterapia (CLAUDINO, 2005; DANTAS et al., 2020; MONCADA, 2018; MORAES, 2021; OLIVEIRA et al., 2013; SOUZA, 2006).

Oliveira e colaboradores (2013), em estudo fitoquímico realizado com as raízes jovens de uma planta adulta de *M. pubescens* observaram a presença de taninos em pequena concentração e de saponinas, além da presença de flavonoides e alcaloides. Já em estudo com a casca do caule, constatou-se também a presença de taninos, saponinas, flavonoides e alcaloides, porém com a ausência de algumas classes de constituintes químicos devido a fatores como horários de coleta, temperatura, tipo de solo e época do ano.

Moraes (2021) realizou estudo fitoquímico e da atividade biológica de óleos essenciais, extratos e constituintes obtidos de inflorescências, raízes e galhos de *M. pubescens*. Nos óleos essenciais das inflorescências foram identificados catorze componentes químicos, que apresentaram atividade inibitória de células de câncer de mama, dos quais, nove 9 foram descritos pela primeira vez na espécie. O extrato etanólico das raízes permitiram o isolamento de sete metabólitos secundários, meleína, estigmasterol, escopoletina, eriodictiol, cleomiscosina A, lopirona A e proantocianidina A₂, para o conhecimento do perfil quimiotaxonômico da espécie. Dos galhos obtiveram extratos hexânico e diclorometano, do qual puderam isolar o lapachol, maniladiol, estigmasterol e escopoletina, que possuem atividade citotóxica contra linhagens de células tumorais de leucemia e câncer de mama.

Oliveira (2018) obteve açúcares a partir da hemicelulose da semente do fruto de tingui, visando a produção de xilitol, por meio da separação do gel da casca do envoltório. O gel obtido apresentou potencial para produção de uma solução rica em monômeros de açúcar partindo da hemicelulose, que pode ser utilizada na fabricação do xilitol, apresentando grande vantagem por representar uma inovação tecnológica, configurando o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis.

Nobre Júnior (2006) isolou 2-O-metil-L-inositol (quebrachitol) das cascas dos frutos de *Magonia glabrata* cujo efeito foi observado sobre cultura primária de células mesencefálicas de ratos. Já Olinda (2008), testou o composto químico sobre lesões gástricas em camundongos, promovendo a gastroproteção. Lemos e colaboradores (2006) também observou em extrato etanólico da casca do fruto de *M. pubescens*, a presença 2-O-metil-L-inositol, assim como o ácido chiquímico, escopoletina e sitosterol glicosídeo.

Os constituintes químicos de *M. pubescens* tem sido cada vez mais pesquisados, em sua maioria com o objetivo de eliminar e/ou reduzir organismos causadores de danos à saúde, aos sistemas agrícolas e entre outras áreas de importância econômica e

ambiental. Na tabela 1, dados obtidos através de levantamento bibliográfico abordando a fitoquímica de *M. pubescens* mostram as classes mais populares de metabólitos secundários presentes na espécie estudada, assim como as partes da planta em que estes compostos são encontrados.

Tabela 1 – Metabólitos secundários identificados em *Magonia pubescens* St. Hil. (Sapindaceae)

Parte da planta	Tipo de extrato/fração	Constituintes	Atividade biológica/farmacológica	Referência
casca do caule	solução aquosa	taninos	nm*	Oliveira, Royo e Mercadante-Simões, 2013
		saponinas	antiulcerativa, antineoplásica	
		flavonoides	antitumoral, antitussígenos, antivirais	
inflorescências	óleo essencial	alcaloides	nm*	Moraes, 2021
		óxido de cis-linalol	anticancerígeno	
		óxido de trans-linalol	anticancerígeno	
		hotrienol	anticancerígeno	
		safranal	anticancerígeno	
		álcool β -fenchil	anticancerígeno	
		α -Cadeino	anticancerígeno	
		nerolidol	anticancerígeno	
		ácido mirístico	anticancerígeno	
		fitona	anticancerígeno	
palmitato de metila	anticancerígeno			
ácido palmítico	anticancerígeno			

		ácido linoleico	anticancerígeno	
		ácido oleico	anticancerígeno	
galhos	extrato hexânico e diclorometano	fraxetina	antioxidante	Moraes, 2021
		escopoletina	antioxidante, antiinflamatória, vasodilatadora	
		ácido 3-O-metilelágico 4'-O- α -L-ramnopiranosídeo	antiviral, antibacteriana e antioxidante	
		7'-multijuguinona	inibidora de acetilcolesterase	
		quercetina	neuroprotetora, antioxidante	
		swertialactona D	nm*	
		tisanolactona	nm*	
		swertialactona C	nm*	
		1-metil-2-dodecil-4	nm*	
		(1H)quinolona		
		ácido 4-metioxicinâmico	nm*	
		ácido 2-metioxicinâmico	nm*	
		8,15R-epoxipimaran-16-ol	nm*	
		(+)-N-benzoilcicloxobuxina F	nm*	
		(+)-diidro-epi-deoxiarteannuim B	nm*	

galhos	extrato hexânico e diclorometano	afzelina	inibidora de α -amilase e α -glicosidade, citotóxica	Moraes, 2021
		lapachol	microbicida, anti-inflamatória, antiproliferativa	
		cinchonina	antimalárica	
		ácido glicirretínico	antitumoral, anticoagulante, anti-inflamatória, antidiabético, antiviral, bactericida, antiparasito	
		resveratrol	antiglicante, antioxidante, anti-inflamatória, neuroprotetora, anticancerígena, antileucêmica	
		1-metil-2-dodecil-4(1H)quinolona	bactericida, anticarcinogênica	
		ácido 4-metoxicinâmico	anti-inflamatória, inibidora de α -glicosidase	
		ovafolinina D	nm*	
		(-)- Δ cuparenol	nm*	
		α - isocomeno	nm*	
		(+)-plagiochilina	nm*	
galhos	extrato hexânico e	(-)-cleomiscosina B	nm*	Moraes, 2021

diclorometano			
		policartina A	nm*
		ácido 3-O- β -D-glucopiranosil- olean-12-em-3 β ,28,29-triol-27- oico	nm*
		formononetina	nm*
		saponina kixuta K5	nm*
		ácido hovênico	nm*
		2,3a,4,5,6,6a-hexaidro(1H)- - 3a,4,5,6-tetrol-2-metil	nm*
		ciclopenta[b]pirrol	
		ácido 2,6-diidroxibetulinico	nm*
		ácido esculêntico	nm*
		ácido lansiólico	nm*
		petatrícol A	nm*
		ácido glicirretínico	nm*
		1,3-dioxo-24-hidroxi-friedelano	nm*
		litseacolídeo L	nm*
		kiritiquinona	nm*
galhos	extrato hexânico e	ácido liquidambárico	nm*

Moraes, 2021

		diclorometano		
			(-)-cleosmicosina B	nm*
			fisetina	nm*
			tricina	nm*
			β -lapachona	nm*
			α -lapachona	nm*
raíces	extrato etanólico		meleína	antiparasitária
			estigmasterol	antitumoral, citotóxica, antiosteoartrítica, antihipercolesterolêmica, antimutagênica, antioxidante, anti- inflamatória.
			escopoletina	antibacteriana, antifúngica, anticonvulsiva, anti-inflamatória e antirreumática.
			eriodictiol	antioxidante, anti-inflamatória, anticancerígena, neuroprotetora, cardioprotetora, antidiabética, antiobesidade e hepatoprotetora.
			cleomiscosina A	hepatoprotetora e anti-inflamatória
				Moraes, 2021

		lopirona A	antiplamodial e antibacteriana	
		proantocianidina A ₂	nm*	
sementes	gel	xilose (Açucars monoméricos)	anti e não cariogênico	Oliveira, 2018
casca do fruto	extrato etanólico	2-O-metilinositol	efeito citoprotetor	Nobre Júnior, 2006
casca do fruto	extrato etanólico	2-O-metilinositol	gastoprotetora	Olinda, 2008
casca do fruto	extrato etanólico	ácido chiquímico	nm*	Lemos et al., 2006
	extrato etanólico	escopoletina	nm*	
	extrato etanólico	Sitosterol Glicosídeo	nm*	
casca do fruto	extrato etanólico	2-O-metil-L-inositol	antioxidante e ictiotóxico	Lemos et al., 2006
casca do fruto	extrato etanólico	Flavonoides	anticarcinogênico, anti- inflamatório, antialérgico, antiulcerogênico e antiviral	Oliveira et al., 2019
		Alcaloides	sedativo	
		Taninos	antioxidante	
		Cumarinas	anti-inflamatório, antimicrobiano, antipirático, broncodilatador, inseticida e vasodilatador.	
Sementes	extrato etanólico	Flavonoides	anticarcinogênico, anti- inflamatório, antialérgico, antiulcerogênico e antiviral.	Oliveira et al., 2019

Taninos	antioxidante
Cumarinas	anti-inflamatório, antimicrobiano, antipirático, broncodilatador, inseticida e vasodilatador.

nm* (não mencionada)

Fonte: Autor, 2022.

Propriedades farmacológicas de *Magonia pubescens*

A presente investigação bibliográfica demonstra que *M. pubescens* apresenta muitas publicações, resultados de pesquisas que indicam potencial larvicida, antitumoral, moluscicida, cercaricida, antiparasitária, antifúngica, antimicrobiana, entre outras atividades, ressaltando a importância de novas investigações acerca da espécie em questão (CORRÊA, 2006).

Atividade larvicida

Os estudos descritos utilizaram diferentes extratos (etanólico, hexânico, diclorometano e aquoso) obtidos de cascas do caule, frutos, inflorescências, folhas e raízes de *M. pubescens*, como material aplicado a outros organismos em busca de atividade biológica.

Dentre eles, destaca-se o trabalho de Silva e colaboradores (2004), que utilizou como material o extrato bruto etanólico de *M. pubescens*, comprovando a eficiência da planta através de atividade larvicida de taninos isolados em larvas do terceiro estágio de *Aedes aegypti*, apresentou maior potencial larvicida nas concentrações 3,1 (CL₅₀) e 36,6ppm (CL₉₀), deste modo, os autores visaram a realização de estudos toxicológicos adicionais com o tanino catéquico com o objetivo de avaliar a estabilidade e praticidade, assim como sua ação em espécies não alvo.

Em estudos fitoquímicos como o de Oliveira e colaboradores (2013), foi observado, em raízes jovens de uma planta adulta, a presença de taninos em pequena concentração e de saponinas, de potencial larvicida e cosmético, respectivamente, por meio de análises fitoquímicas que apresentaram subsídios para a identificação de compostos bioativos.

Valotto e colaboradores (2011) com o intuito de identificar os mecanismos de ação de substâncias encontradas em *M. pubescens*, identificou alterações ultra-estruturais como vacuolização citoplasmática, desorganização e degeneração celular, que provocaram a morte das larvas de *A. aegypti* através da destruição celular no intestino médio do organismo, quando submetidas à diterpenos e a uma fração aquosa rica em taninos catéquicos extraídos do caule da planta.

Arruda e colaboradores (2008), por meio de investigação sobre os efeitos da toxicidade do extrato bruto etanólico da casca do caule de *M. pubescens* em células do mesêntero de larvas do terceiro estágio do mosquito *A. aegypti*, no qual observaram vários graus de destruição sendo equivalente ao aumento do período de exposição, evidenciando novas alterações ultraestruturais, destacando a completa destruição de mitocôndrias, vacuolização, assim como alterações das microvilosidades e nucleares, mostrando a elevada toxicidade do extrato apontando perspectivas de seu uso no controle de *A. Aegypti*, alterações estruturais semelhantes àquelas identificadas por Valotto et al. (2011).

Guimarães e colaboradores (2001) com o objetivo de comprovar atividade larvicida, utilizou o extrato bruto etanólico da casca do caule de *M. pubescens* sobre *Aedes albopictus*, demonstrando a eficiência em todos os quatro estágios larvais dos insetos utilizados no experimento, indicando seu uso para o combate do mosquito. Em trabalho realizado por Zanon e colaboradores (2006), com o extrato obtido da casca do caule de *M. pubescens*, na busca de novas alternativas para o controle do *Culex quinquefasciatus*, constatou a atividade larvicida para todos os estágios do inseto, utilizando a concentração de 170mg/100mL de água.

Silva e colaboradores (2015) constataram que o *M. pubescens* é uma espécie vegetal promissora para programas de controle de larvas, através da utilização do extrato aquoso da planta para testar sua bioatividade em larvas da mosca-das-frutas (*Ceratitis capitata*), na qual observou-se a toxicidade e eficiência de controle de *M. pubescens* sob *C. capitata*, assim como a do juazeiro e pinhão-manso, causando elevada mortalidade.

Diferente dos demais estudos que visam a atividade larvicida sobre a ordem díptera, Fernandes e colaboradores (2008), avaliaram o potencial acaricida do extrato-bruto etanólico da casca do caule de *M. pubescens* sobre larvas de carrapato bovino *Rhipicephalus microplus*, no qual obtiveram mortalidade significativa de 99% das larvas de *R. microplus* na concentração de 4,0 mg/mL⁻¹.

Atividade antitumoral

Moraes (2021) identificou através dos extratos hexânico e diclorometano dos galhos da planta, constituintes químicos que possuem atividade citotóxica contra linhagens de leucemia e câncer de mama. A partir de tais extratos foi possível o

isolamento dos metabólitos secundários lapachol, maniladiol, estigmasterol e escopoletina.

Atividade moluscicida e cercaricida

Em avaliação moluscicida e cercaricida, Corrêa (2006) utilizou três espécies vegetais, dentre estas, *M. pubescens*, sobre *Biomphalaria glabrata* (Say 1818) e *Schistosoma mansoni* (Sambon, 1907), utilizando extrato bruto da casca do caule. O experimento apresentou 100% de bioatividade sobre caramujos adultos jovens, recém-eclodidos e cercárias de *S. mansoni* em 12,5, 25, 50 e 100ppm, exceto na eclosão das massas ovíferas.

Atividade antipatogênica

Moraes (2021) averiguou em extrato obtido das raízes de *M. pubescens*, atividade antifúngica contra fungos do gênero *Alternaria alternata* ao obter subfrações das frações acetato etílica e butanólica; e atividade inseticida de supressão alimentar para moscas da espécie *Chrysodexis chalcites* ao utilizar o extrato etanólico das raízes e suas frações.

Verificou-se atividade antiparasitária ao obter o composto meleína, através da combinação das frações hexânica e diclorometânica, constatando moderada atividade contra amebas da espécie *Naegleria fowleri*, além da capacidade de inibição do crescimento de amebas: *Acanthamoeba castellanii* e protozoários: *Trypanosoma cruzi*, *Leishmania donovani* e *Leishmania amazonenses* (MORAES, 2021).

Com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja, expostas aos tratamentos em pó, gel e extrato hidroalcolico obtidos do tegumento de sementes de *M. pubescens*, Silva et al. (2020) constatou que o tratamento da semente com ambos melhorou a qualidade fisiológica das sementes de soja de lotes de baixo vigor. O tratamento com gel diminuiu a incidência dos gêneros dos fungos *Fusarium* e *Penicillium*, enquanto o tratamento com pó reduziu a incidência do gênero *Cercospora*, validando seu potencial fungicida.

Pimenta et al. (2000) testou o extrato bruto etanólico de *M. pubescens* para cepas de *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*, *S. aureus* penicilinase positivo, *S. aureus*

penicilinase negativo, *S. aureus* oxacilina resistente, *Staphylococcus epidermidis*, *S. aureus*, *Streptococcus mutans* e *Streptococcus sobrinus* no qual *M. pubescens*, observando atividade antimicrobiana para bactérias Gram-positivas, inclusive estafilococos multirresistentes, sugerindo seu emprego como antisséptico ou desinfetante.

Alves (2019) através da utilização do extrato etanólico da casca, folha e fruto de *M. pubescens*, verificou a eficiência do extrato em maior concentração no controle de *M. javanica*, nematoide formador de galhas. O extrato da folha de *M. pubescens* apresentou menor fitotoxicidade, enquanto o extrato do fruto apresentou-se mais eficiente, uma vez que, o emprego da alta capacidade fitotóxica e ação nematicida pôde ser indicado para o controle de plantas daninhas, que em sua maioria hospedam o nematoide.

Outras atividades

O constituinte químico 2-O-metilinositol isolado de cascas dos frutos de *M. pubescens* foi alvo de estudos de Nobre Júnior (2006), Olinda (2008) e Lemos et al (2006), nos quais destacaram como efeitos positivos a ação antioxidante estimuladoras de funções neuroprotetoras e gastoprotetoras nos organismos tratados.

Em estudo realizado por Nobre Júnior (2006) o efeito de 2-O-metilinositol sobre cultura primária de células mesencefálicas de ratos expostas à neurotoxina 6-hidroxi-dopamina reduziu os níveis de nitrito e a peroxidação lipídica, além de potente atividade antiapoptótica, assumindo assim, futura importância clínica em doenças neurodegenerativas.

Olinda (2008) por sua vez, analisou a atividade gastoprotetora do 2-O-metilinositol (quebrachitol) em lesões gástricas em camundongos, por mecanismos que incluem o envolvimento de prostaglandinas endógenas, cujo resultado foi a redução significativa das lesões induzidas por etanol e indometacina.

Lemos e colaboradores (2006) observou, além do 2-O-metilinositol, a presença de ácido chiquímico, escopoletina e glicosídeo sitosterol. Foram observadas também atividades antioxidante, ictioxicidante e letalidade de artêmia (crustáceo da ordem *Anostraca*) para o mesmo constituinte.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As plantas medicinais possuem ampla propriedades terapêuticas, fato que implica no investimento de pesquisas de diversas espécies vegetais, dando origem a possíveis compostos que usualmente integram produtos da indústria farmacêutica e alimentícia.

Com base na observação de plantas para fins terapêuticos, demonstrados através da cultura tradicional das populações, acompanhado de estudos visando o conhecimento científico, o interesse e o domínio sobre os componentes químicos das plantas têm colaborado para a descoberta de novas substâncias através de ações coordenadas de várias áreas do conhecimento, possibilitando a ampliação da informação sobre os efeitos terapêuticos, tóxicos e colaterais, tornando sua utilização segura e eficaz (DE CARVALHO et al., 2015).

A espécie do gênero *Magonia* apresentada nesta revisão, exibe diversas propriedades químicas de grande relevância para a comunidade científica, mostrando o quanto é importante o desenvolvimento de novos estudos de modo a estabelecer os compostos e suas possíveis atividades, bem como sua exploração em diversas áreas, atuando como alternativa no controle ou tratamento de organismos de importância ecológica e médica.

Extratos de *M. pubescens* possuem um potencial fitoquímico ainda pouco investigado. Os variados extratos e compostos isolados apresentam uma gama de atividades biológicas, inclusive atividades citotóxicas que podem contribuir para o isolamento futuro de novas substâncias com potencial farmacológico e para caracterização quimiotaxonômica do gênero *Magonia* e da família Sapindaceae.

REFERÊNCIAS

- ALVES, EES. **Extratos etanólicos de timbó do cerrado (*Magonia pubescens* St. Hil) no controle de *Meloidogyne javanica***. 2019. 56 fls.: il. Trabalho de conclusão de curso (graduação). Agronomia. Instituto Federal Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, 2019.
- AMORIM, JC., DE CARVALHO CASTRO, KN., SOARES, RR., DE BARROS, RFM., & DE ANDRADE, IM. **Atividade pesqueira no Rio Poty, município de Castelo do Piauí, Piauí, Brasil: conhecimento e uso da flora**. *Ethnoscintia: Revista Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia*, 2019.
- ARRUDA, W., CARVASIN, GM., & SILVA, IGD. **Estudo ultra-estrutural do efeito da toxicidade do extrato da *Magonia pubescens* (St. Hil) no mesêntero de larvas de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: culicidae)**. *Revista de Patologia Tropical*. Vol 37 (3): 255 – 267, jul – set, 2008.
- CLAUDINO, GP. **Estudo fitoquímico e avaliação da atividade citotóxica**. 2005. Dissertação (Mestrado). Ciências Naturais. 235 fls.:il. Trabalho de conclusão de curso (graduação). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, Campos dos Goytacazes-RJ. setembro – 2005.
- CORRÊA, MCR. **Avaliação moluscicida das plantas *Pterodon emarginatus* Vogel 1837, *Magonia pubescens* St. Hil, e *Croton urucurana* Baill 1864, sobre *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818) e cercaricida sobre *Schistosoma mansoni* (Sambon, 1907)**. 2006. 85 f. Dissertação (Mestrado em Medicina) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.
- DA SILVA, NLA., MIRANDA, FAA., & DA CONCEIÇÃO, GM. **Triagem fitoquímica de plantas de Cerrado, da área de proteção ambiental municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão**. *Scientia plena*, 6(2), 2010.
- DANTAS, LVB., DA SILVA LOPES, FF., ALVES, DR., FROTA, LS., CARDOSO, ALH., & DE MORAIS, S. M. **Avaliação Fitoquímica, quantificação de Fenóis e Flavonóides totais, Atividade antioxidante e antiacetilcolinesterase do extrato etanólico Da *Talísia esculenta* (Pitomba)**. *Brazilian Journal of Development*, 6(8), 60597-60602, 2020.
- DE CARVALHO, LS., PEREIRA, KF., DE ARAÚJO, EG. **Características botânicas, efeitos terapêuticos e princípios ativos presentes no pequi (*Caryocar brasiliense*)**. *Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR*, v. 19, n. 2, 2015.
- FERNANDES, FF., D'ALESSANDRO, WB., & FREITAS, EP. **Toxicidade do extrato de *Magonia pubescens* (Sapindales: Sapindaceae) St. Hil. para controlar o carrapato marrom do cão, *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille) (Acari: Ixodidae)**. *Neotropical Entomology*, 37, 205-208, 2008.
- GUIMARÃES, VP, SILVA, HHG, & ROCHA, C. **Atividade larvicida do extrato bruto etanólico da casca do caule de *Magonia pubescens* st. Hil. sobre *Aedes***

afbopictus (Skuse, 1894) (Diptera, Culicidae). Revista de Patologia Tropical/Journal of Tropical Pathology, 30(2), 243-250, 2001.

JOLY, CA., FELIPPE, GM., & MELHEM, TS. **Estudos taxonômicos em *Magonia St. Hil.* (Sapindaceae).** Brittonia 32, 380-386, 1980.

LEMOS, TL., MACHADO, LL., SOUZA, JS., FONSECA, AM., MAIA, JL., & PESSOA, OD. **Testes de antioxidante, ictiotoxicidade e letalidade de artémia em *Magonia glabrata*.** Fitoterapia, 77 (6), 443-445, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** 5. ed. v.1. Nova Odessa-SP: Plantarum, 347p, 2009.

MACEDO, MC. de et al. **Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* ST. Hil (Sapindaceae).** Revista Brasileira de Sementes, v. 31, p. 202-211, 2009.

MONCADA, Y. J. M. **Estudio fitoquímico, actividades biológicas y antioxidantes de las hojas, tallo y del aceite esencial de la especie *Allophylus semidentatus* (Miq.) Radlk. (Sapindaceae).** 2018. 104 fls. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas. Defesa: Curitiba, 17/05/2018.

MORAES, ARA. 2021. **Estudo fitoquímico e da atividade biológica de óleos essenciais, extratos e constituintes de *Magonia pubescens* A. St.-Hil. (Sapindaceae).** 192 fls.:il. Química. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais – Departamento de Química. Belo Horizonte, 2021.

NOBRE JUNIOR, H., CUNHA, G. MA., MORAES, MO., LUCIANA, MFD., OLIVEIRA, RA., MAIA, FD., ... & RAO, VS. **Quebrachitol (2-O-methyl-L-inositol) attenuates 6-hydroxydopamine-induced cytotoxicity in rat fetal mesencephalic cell cultures.** Food and chemical toxicology, 44(9), 1544-1551, 2006.

OLINDA, TMD. **Atividade gastroprotetora do 2-O-Metil-L-inositol isolado de *Magonia Glabrata* St. Hill: mecanismos diferentes.** 2008. Dissertação (Mestrado). Farmacologia. 131 fl.: il. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

OLIVEIRA, AS., JÚNIOR, AFR., MALKUT, BL., JÚNIOR, FGS., & RAMOS, MPO. **Prospecção química da casca do fruto e da semente da *Magonia pubescens* A. St.-Hil.** Estudos transdisciplinares nas engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizador João Dallamuta. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Transdisciplinares nas Engenharias; v. 2).

OLIVEIRA, AVD. **Estudo da obtenção de açúcares a partir da hemicelulose oriunda do Tingui (*Magonia pubescens*), visando a produção de xilitol.** 2018. Química. 41 fl.:il. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade de Brasília, Instituto de Química, 2018.

OLIVEIRA, DM., ROYO, VA., MERCADANTE-SIMÕES, MO. **Análise fitoquímica qualitativa das raízes de *Magonia pubescens* (Sapindaceae) ocorrente em Montes**

Claros–MG. In: **64º CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA**. UNIMONTES – MG. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <https://dtihost.sfo2.digitaloceanspaces.com/sbotanicab/64CNBot/resumo-ins18105-id5163.pdf>. Acesso em: 15, ago., 2021.

PEREIRA, LDA. **A família Sapindaceae na Floresta Atlântica do Nordeste Oriental** (Master's thesis, Universidade Federal de Pernambuco). 2014. 126 fls.: il. Dissertação (Mestrado), Biologia Vegetal. Universidade Federal de Pernambuco. Ciências Biológicas. Recife, 2014.

PIMENTA, FC, SILVA, HHGD., ITO, IY., GUIMARÃES, VP., & SILVA, IGD. **Avaliação da atividade antimicrobiana do extrato bruto etanólico de *Magonia pubescens* St. Hil. (Sapindaceae)**. Revista de Patologia Tropical, Vol 29 (1): 35 – 43. Jan – jun, 2000.

ROCHA, JA., DE ALMEIDA, VHH., SANTOS, KT., DE FRANÇA, AL., DE ANDRADE ROYO, V., MENEZES, EV., & DA FONSECA, FSA (2014) **Tingui (*Magonia pubescens*): Caracterização física dos frutos**. UNIMONTES. In: **8º FÓRUM FEPEG: 24 a 27 de setembro**, Minas Gerais, 2014. Disponível em: http://www.fepeg2014.unimontes.br/sites/default/files/resumos/arquivo_pdf_anais/resumo_tingui_-_fepeg.pdf. Acesso em: 3, set., 2021.

SILVA, AMP., CORREA, AR., ARANTES, CRDA., GUIMARÃES, RAP., COELHO, M. DFB., CAMILI, EC., & KOBAYASTI, L. **Soybean (*Glycine max* L.) seed quality treated with timbó (*Magonia pubescens* A. St.-Hil) seed coat**. Arquivos do Instituto Biológico, 87, 2020.

SILVA, HDD., SOUZA, MDDDC., GIUSTOLIN, TA., ALVARENGA, CD., FONSECA, ED., & DAMASCENO, AS. **Bioatividade dos extratos aquosos de plantas às larvas da mosca-das-frutas, *Ceratitis capitata* (Wied.)**. Arquivos do Instituto Biológico, 82, 1-4, 2015.

SILVA, HHGD., SILVA, IGD., SANTOS, RMGD., RODRIGUES FILHO, E., & ELIAS, CN. **Atividade larvicida de taninos isolados de *Magonia pubescens* St. Hil. (Sapindaceae) sobre *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae)**. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 37, 396-399, 2004.

SOMNER, GV. (coord.) Sapindaceae. In: MARTINS, A. M.; MELHEM, T. S. (eds.) **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. Instituto de Botânica, São Paulo, vol. 6, pp: 195 – 256, 2009.

SOUZA, MTD. **Estudo fitoquímico e avaliação da atividade biológica de *Matayba elaeagnoides* Radlk.** 2006. 88 fls.:il. Ciências da Saúde: Farmácia. Dissertação (Mestrado). Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2006.

VALOTTO, CFB., SILVA, HHGD., CAVASIN, G., GERIS, R., RODRIGUES FILHO, E., & SILVA, IGD. **Alterações ultraestruturais em larvas de *Aedes aegypti* submetidas ao diterpeno labdane isolado de *Copaifera reticulata* (Leguminosae) e uma fração enriquecida com taninos de *Magonia pubescens* (Sapindaceae)**. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 44 (2), 194-200, 2011.

ZANON, VDOM., DA SILVA, HHG., DOS SANTOS, RMG., E DA SILVA, IG. **Atividade larvicida do extrato etanólico bruto da casca do caule de *Magonia pubescens* St. Hil. sobre *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera, Culicidae).** Acta Biológica Paranaense, 35, 2006.

CAPÍTULO II

Bioeficácia de extratos e frações obtidos de *Magonia pubescens* St. Hil.
(Sapindaceae) no controle de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera:
Curculionidae)

CAPÍTULO II: Bioeficácia de extratos e frações obtidos de *Magonia pubescens* St. Hil. (Sapindaceae) no controle de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae)

Rosimeire do Nascimento da Costa

Sinval Garcia Pereira

RESUMO

Os inseticidas sintéticos são os principais agentes de controle por conterem ingredientes ativos tóxicos para uma grande variedade de espécies. Os principais grupos são os carbamatos, piretroides e piretrinas e, organofosforados que variam quanto a atividade inseticida e toxicidade. No controle de *Sitophilus zeamais*, inseticidas como Fenthion, possuem alta taxa de mortalidade, quando aplicados sobre grãos estocados. O conhecimento de substâncias naturais como alternativa ecológica no controle de pragas faz-se necessário uma vez que os bioinseticidas são eficazes, pouco tóxicos ou mesmo atóxicos para humanos e biodegradáveis. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial inseticida de cascas e sementes de frutos de *Magonia pubescens* St. Hil. sobre *S. zeamais*, e identificar possíveis constituintes químicos que desempenham tal atividade. Os frutos de *M. pubescens* foram coletados, submetido à dessecação em estufa, e em seguida trituradas e colocadas, separadamente, em maceração por um período de 10 dias. Após a obtenção da solução etanólica de cascas e sementes dos frutos, esta foi submetida a concentração em evaporador rotativo, originando o extrato etanólico, o qual foi submetido à partição, fornecendo as frações aquosa e orgânica. Os extratos e frações, foram aplicados *S. zeamais* sob duas formas de biensaio, ingestão e contato. Após análise cromatográfica foram identificados 95 picos, dos quais destacou-se os picos que apresentaram maior área. O extrato das sementes, rico em taninos, apresentou alto nível de toxicidade, atingindo 70% de mortalidade a 1% de concentração por ingestão. Os dados evidenciam o potencial bioinseticida de extratos e frações de cascas e sementes dos frutos de *M. pubescens* sobre *S. zeamais*. O estudo evidencia a necessidade da realização de novos estudos acerca do potencial inseticida de outras partes da planta e compostos secundários, estabelecimentos de formulações e modo de aplicação.

Palavras-chave: Gorgulho-do-milho, Tingui, Toxicidade.

CHAPTER II: Bioefficacy of extracts and fractions obtained from *Magonia pubescens* St. Hill. (Sapindaceae) in the control of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae)

Rosimeire do Nascimento da Costa

Sinval Garcia Pereira

ABSTRACT

Synthetic insecticides are the main control agents because they contain active ingredients that are toxic to a wide variety of species. The main groups are carbamates, pyrethroids and pyrethrins, and organophosphates that vary in insecticidal activity and toxicity. In the control of *Sitophilus zeamais*, insecticides such as Fenthion have a high mortality rate when applied to stored grains. The knowledge of natural substances as an ecological alternative in pest control is necessary since bioinsecticides are effective, little toxic or even non-toxic for humans and biodegradable. The objective of this work was to evaluate the insecticidal potential of bark and seeds of fruits of *Magonia pubescens* St. Hil. on *S. zeamais* and identify possible chemical constituents that perform such activity. The fruits of *M. pubescens* were collected, submitted to desiccation in an oven, and then crushed and placed, separately, in maceration for a period of 10 days. After obtaining the ethanolic solution from the peels and seeds of the fruits, this was subjected to concentration in a rotary evaporator, originating the ethanolic extract, which was submitted to partition, providing the aqueous and organic fractions. The extracts and fractions were applied to *S. zeamais* under two forms of biassay, ingestion and contact. After chromatographic analysis, 95 peaks were identified, of which the peaks with the largest area were highlighted. The seed extract, rich in tannins, showed a high level of toxicity, reaching 70% mortality at 1% concentration per ingestion. The data show the bioinsecticide potential of extracts and fractions of peel and seeds of *M. pubescens* fruits on *S. zeamais*. The study highlights the need for further studies on the insecticidal potential of other parts of the plant and secondary compounds, establishment of formulations and mode of application.

Keywords: Corn weevil, Tingui, Toxicity.

INTRODUÇÃO

Inseticidas são insumos amplamente utilizados como estratégia protetiva para manter a sanidade da lavoura contra diversos patógenos. Sua escolha depende de fatores como o tipo de praga, o princípio ativo e a eficiência do composto químico empregado (SILVA et al., 2015).

Os inseticidas sintéticos são os principais agentes de controle por conterem ingredientes ativos tóxicos para uma grande variedade de espécies, e por atender a mecanismos e modos de ação específicos. Os principais grupos são os carbamatos, piretroides e piretrinas e, organofosforados que variam quanto a atividade inseticida e toxicidade. Estes agentes de controle em geral são facilmente absorvidos pelos insetos, através de diferentes modos de ação, atuando em seu sistema nervoso (MENDES et al., 2019).

No controle de *Sitophilus zeamais*, inseticidas como Fenthion, Chlorpirifos, Malathion, Fenitrothion e Methidathion com moderado nível de toxicidade, possuem alta taxa de mortalidade, superior a 80%, via contato direto, por meio da pulverização sobre os adultos e por contato residual, através da infestação sobre grãos tratados (BOTTON et al., 2005).

O *S. zeamais* ataca diferentes culturas, dentre elas destacam-se o arroz, aveia, cevada, soja, trigo, milho e grãos armazenados, causando danos quanto ao peso e qualidade, fato prejudicial à agricultura brasileira. Embora haja medidas de controle, os insetos causam, aproximadamente, uma redução de 7,7% na produtividade das principais culturas do Brasil, refletindo na perda de cerca de US\$ 14,7 bilhões para a economia (OLIVEIRA et al., 2014).

Devido a mecanismos de defesa de *S. zeamais*, como a camada de cera da epicutícula que evita a absorção do composto químico via contato, vários estudos acerca da criação de grãos resistentes a pragas (ABEBE et al., 2009), e principalmente a busca por compostos químicos com atividade inseticida e repelente obtidos de extratos de plantas de importância médica e ecológica (ARANILEWA et al., 2006; ALBIERO et al., 2020) têm sido desenvolvidos.

O gênero *Magonia*, monotípico, vem sendo amplamente utilizado em estudos cujo objetivo é a investigação de seu potencial inseticida (SILVA et al., 1996; ARRUDA et al., 2003; ZANON et al., 2006; SILVA et al., 2015), dentre outras aplicações. Apresentando predominância de saponinas e taninos, a espécie *Magonia pubescens* possui grande variedade de compostos químicos, alguns descritos pela

primeira vez (MORAES, 2021), cuja, atividades biológicas necessitam de maior estudo para poderem ser empregados nos mais diversos meios de produção.

O conhecimento de substâncias naturais como alternativa ecológica no controle de pragas faz-se necessário uma vez que os bioinseticidas são eficazes, pouco tóxicos ou mesmo atóxicos para humanos e biodegradáveis (BELMONTE et al., 2013; DE CASTRO COITINHO et al., 2006; DOS SANTOS et al., 2021), sendo assim uma importante ferramenta que agrega ao desenvolvimento sustentável

O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação inseticida da casca e parte interna dos frutos de *M. pubescens* St. Hil. sobre *S. zeamais* (gorgulho-do-milho), correlacionando as doses aplicadas à taxa de mortalidade e identificar os possíveis constituintes químicos que desempenham atividade inseticida.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Química de Produtos Naturais e Ecologia Química (LOPNEQ) do Centro de Ciências de Chapadinha/Universidade Federal do Maranhão (CCCH/UFMA) em que foram empregadas técnicas de avaliação de resposta de *S. zeamais* quando expostos aos extratos e frações obtidos das cascas dos frutos e sementes de *M. pubescens*. Os frutos ainda verdes foram coletados no período de janeiro a junho de 2021, das 8h às 10h, na estação chuvosa em área de cerrado do Povoado Folha Larga (S3°57'12", W43°13'0,99") no município de Chapadinha - MA.

Material e métodos do estudo fitoquímico

Coleta, identificação e preparo dos extratos de *Magonia pubescens* St. Hil.

A espécie foi identificada através do Herbário Virtual – REFLORA (2022) sob o número RB01425898. A identificação ocorreu por meio da consulta de imagens de exsicatas que permitiu a consulta de imagens de exsicatas de *M. pubescens* em alta resolução, comparando-as com o material coletado, o que permitiu o trabalho de forma semelhante ao que é realizado nos acervos físicos.



Figura 1 (A). Foto: autor



Figura 1 (B). Foto: autor

Figura 1: (A) Fruto de *Magonia Pubescens*; (B) Sementes de *Magonia pubescens*.

Os frutos (Figura 1A) foram coletados no Povoado Folha Larga (-3.959258, -43.215096) no município de Chapadinha – MA, em quantidade, de modo a obter 2 kg de cascas (epicarpo) e, também 2 kg de sementes *in natura* (Figura 1B) separadas com o auxílio de um facão e, posteriormente, submetido à dessecação em estufa a 40°C (DI STASI, 1996).

As cascas e sementes dos frutos foram trituradas com o auxílio de um liquidificador industrial, colocadas, separadamente, em maceração com etanol 92,8% por um período de 10 dias e filtrada em papel filtro, da qual se obteve solução etanólica, numa proporção de 1:6 (m/V) (DI STASI, 1996). Na sequência, a solução foi submetida a concentração em evaporador rotativo a 50°C e 40 rpm, originando o extrato etanólico. Este foi submetido à partição (Figura 2) utilizando água (200 mL) e acetato de etila (600 mL), este último em quatro repetições de 150 mL, obtendo-se as frações aquosa e orgânica (Figura 3A). A fração orgânica foi concentrada para eliminação do solvente em evaporador rotativo (Figura 3B) a 50°C e velocidade de 40rpm.

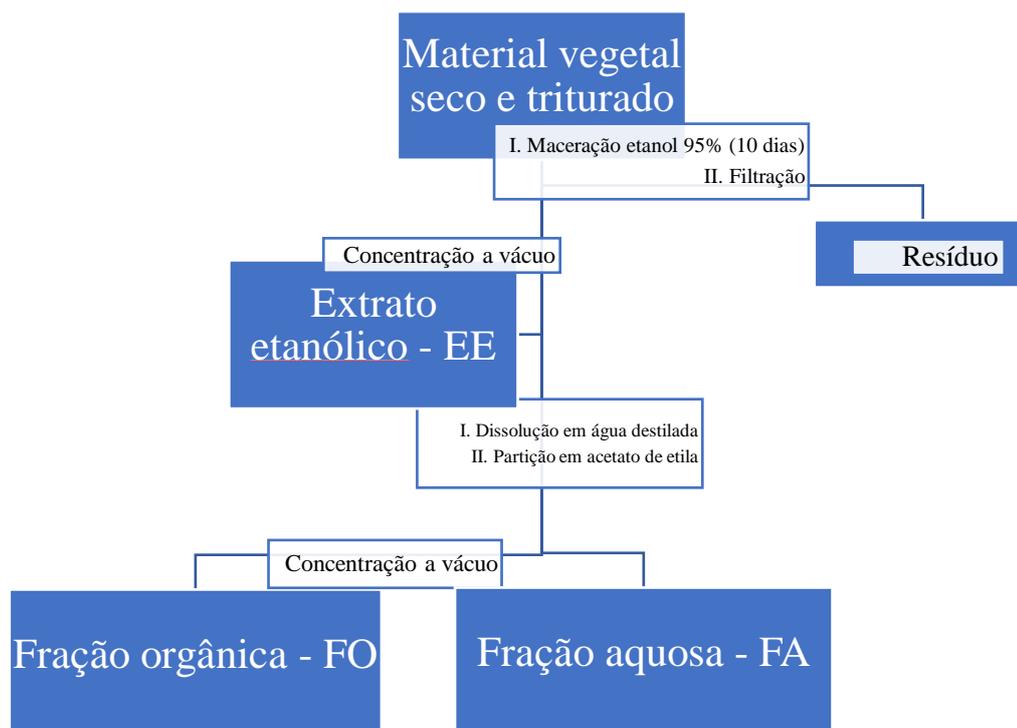


Figura 2: Fluxograma de obtenção dos extratos e frações.

Os ensaios biológicos foram realizados com EE, FO e FA, para análise de CG-EM utilizamos a fração FO.



Figura 4 (A). Foto: autor.



Figura 4 (B). Foto: autor.

Figura 3: (A) processo de partição da solução etanólica; (B) evaporador rotativo realizando concentração a vácuo.

Avaliação para a presença de saponinas e taninos

Para identificar a ocorrência dos constituintes fitoquímicos na planta é indicada a adoção de critérios que descrevem a concentração de quantidades consideráveis, cujo objetivo é expressar os resultados dos testes da composição química de extratos provenientes de partes das plantas. A análise destes constituintes ocorreu através da observação de formação de precipitado, espumas, mudança de coloração e desenvolvimento de fluorescência na série extrativa (fração aquosa, extrato etanólico e fração orgânica) (DE CASTRO BORBA, 2003).

Para detecção de saponinas as amostras com o extrato da planta em suas respectivas séries extrativas adicionadas com água foram agitadas periodicamente e observou-se a formação de espuma e a manutenção desta após 5 minutos, sendo assim atribuído critério correspondente ao grau de intensidade de saponinas.

Tabela 2 – Critérios adotados para expressar os resultados dos testes fitoquímicos (saponinas).

Critérios	Grau de intensidade
Φ	Não realizado
0	Não detectado
-	Traço
1	Fraco
2	Moderado
3	Forte

Para detecção de taninos preparou-se a solução alcoólica de cloreto férrico (FeCl_3) a 10%, na qual utilizou-se como critério a coloração azul e verde, para identificar a presença de taninos hidrolisados e taninos condensados, respectivamente (DA SILVA et al., 2010).

Extração e quantificação de taninos condensados

Para a extração de taninos (Figura 4), utilizou-se os frutos do tingui, cujas cascas e sementes foram separadas para a realização do procedimento, as mesmas, foram condicionadas em sacos plásticos para manter a umidade. Nesta ocasião, as cascas dos

frutos tiveram suas espessuras medidas e logo após foram fragmentadas com o auxílio de um facão e, retiradas duas amostras, secas em estufa a 103 ± 2 °C, durante 48 horas, de modo a retirar a umidade natural da casca, por sua vez, as sementes, por apresentarem material desprovido de camada protetora, passaram pelo mesmo processo em estufa a 50°C, durante 48 horas.

Após a secagem, foram trituradas em liquidificador, para obtenção de um material de menor granulometria e mais homogêneo. Após a trituração, o material foi classificado selecionando-se a fração que passou pela peneira de 32 mesh e ficou retida na de 60 mesh. Em seguida, o material foi homogeneizado e deste retiradas duas amostras, para a determinação da umidade das cascas secas ao ar e permitir os cálculos, em base seca, do teor de taninos presentes em cada matriz.

Para as extrações de taninos, 25 g de casca e posteriormente de sementes, absolutamente secas foram colocadas em um balão de 500 mL e adicionaram-se, a seguir, 1.000 mL de água destilada (relação 1:20; m/v). O balão foi conectado a um condensador de refluxo, para evitar uma eventual perda por evaporação e o material foi mantido na temperatura de ebulição da água por 2 horas, em uma manta aquecedora. Após a fervura, o material foi passado em uma peneira de 150 mesh, armazenado em garrafas de plástico e conservado em geladeira, de modo a evitar o surgimento de fungos nos extratos.

As cascas e sementes dos frutos, separadamente, foram submetidas novamente ao processo de extração, com o intuito de retirar ao máximo os taninos presentes. Assim, a relação final casca: água foi de 1:40 e, em 10 repetições. O extrato foi transferido para um balão volumétrico de 500 mL, tendo o volume completado pela adição de água destilada.

Após este procedimento, a solução foi filtrada em numa flanela e, posteriormente, a solução foi filtrada novamente em cadinho de vidro de porosidade 2. Do filtrado obtido, retiraram-se três alíquotas de 50 mL. Uma delas foi colocada em um copo Becker de 100 mL e levada à estufa a 103 ± 2 °C durante 24 horas, para a determinação do teor de sólidos totais (TST) presente no extrato.

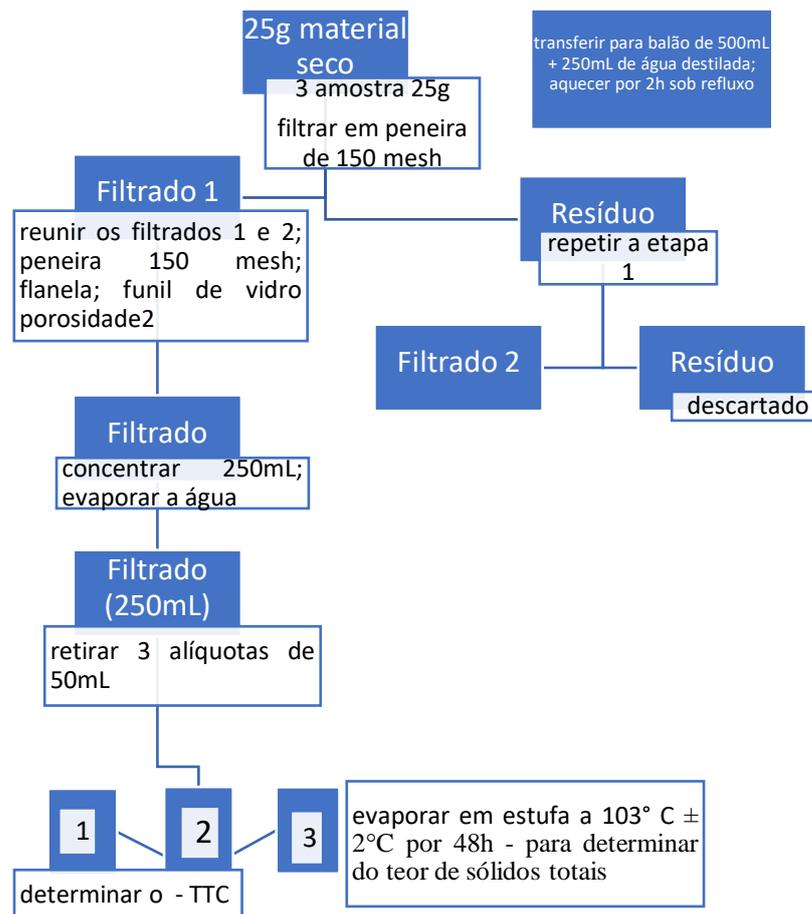


Figura 4: Fluxograma de extração dos taninos de cascas e sementes de *Magonia pubescens*.

Para as determinações do TST foi empregada a Equação abaixo:

$$\text{TST}(\%) = (M_i - M_f/M_i) \times 100$$

em que: TST = Teor de sólidos totais (%); M_i = Massa inicial (25g); e M_f = Massa final (g).

As demais alíquotas foram utilizadas para a determinação do teor de taninos condensados (TTC) de cada extrato (Figura 5). Para tanto, foi empregado o método de Stiasny (GUANGCHENG et al., 1991), com algumas modificações. Assim, para a determinação do TTC, em uma amostra de 50 mL do extrato total foram adicionados 4 mL de formaldeído (37%) e 1 mL de HCl concentrado.

O material foi aquecido sob refluxo, durante 30 minutos. Nesta condição, os taninos formaram complexos insolúveis, separados por filtragem simples ao se empregar filtro de papel colocado em funil de Büchner de 10 cm de diâmetro e 4 cm de profundidade. Após a filtragem, o papel de filtro contendo o material foi transferido

para um copo Becker de 250 mL e seco a $103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, por 24 horas. Conhecendo-se a massa do papel de filtro, o Índice de Stiasny foi calculado, conforme Equação abaixo:

$$I\% = (Mf/Mi) \times 100$$

Onde: I = Índice de Stiasny (%); Mi = Massa de sólidos em 100 mL de extrato (g); e Mf = Massa do precipitado, taninos, formaldeído (g).

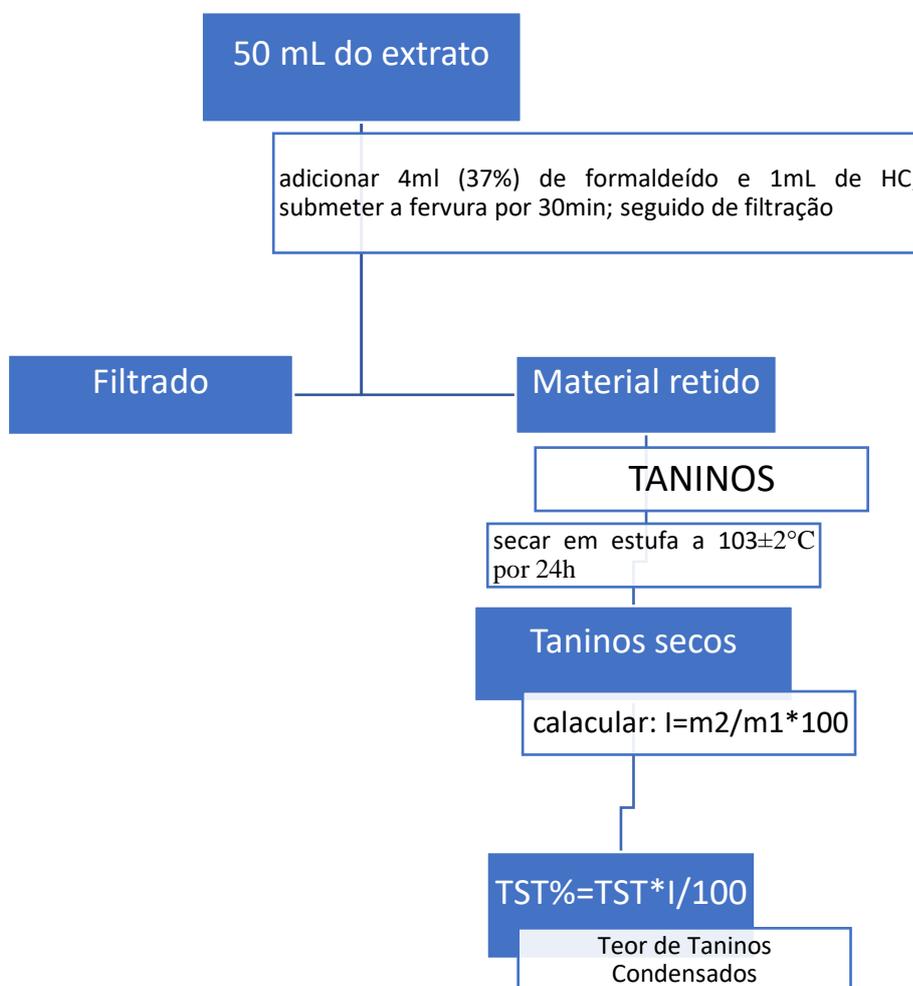


Figura 5: Fluxograma de determinação do teor de taninos condensados (TTC).

Após a obtenção do Índice de Stiasny foi calculado o teor de taninos condensados (TTC), conforme a Equação abaixo:

$$TTC\% = (TST \times I) / 100$$

Em que: TTC = Teor de taninos condensados (%); TST = Teor de sólidos totais (Equação 1); I = Índice de Stiasny.

Todas as análises foram realizadas em duplicatas, para cada matriz. Os resultados de TTC foram analisados estatisticamente e as médias comparadas pelo teste

de Duncan, a 5% de probabilidade. Os valores em porcentagem foram transformados em arcsen [raiz (TTC/100)]. Esta transformação dos dados, sugerida por Steel e Torrie (1980) foi necessária para homogeneizar as variâncias.

Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM)

Os constituintes da fração orgânica obtida da partição do extrato etanólico da casca e da semente do qual se obteve as frações orgânicas dissolvidas em acetato de etila, foram identificados por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM) na Central Analítica do Instituto de Química (USP). A Central Analítica da USP é uma empresa que oferecem o conjunto cromatográfico a gás-espectrometria de massas (CG-EM), acoplado por uma “interface” e velocidade de varredura ampla o suficiente para permitir a obtenção de diversos espectros de massas por pico eluído no cromatógrafo. Desse modo, é possível resolver picos cromatográficos parcialmente superpostos, fornecendo as fragmentações dos componentes individuais separados.

O modelo do equipamento utilizado foi GC – 2010, cuja condições de corrida/programa para a amostra do extrato bruto etanólico e fração orgânica das sementes de *M. pubescens* foram:

Temp. do forno da coluna :50,0 °C

Temperatura de injeção :280,00 °C

Modo de injeção: sem divisão

Tempo de amostragem: 1,00 min

Modo de Controle de Fluxo: Velocidade Linear

Pressão: 150,0 kPa

Fluxo Total: 6,3 mL/min⁻¹

Fluxo da coluna: 2,64 mL/min⁻¹

Velocidade Linear: 58,9 cm/seg

Fluxo de purga: 1,0 mL/min⁻¹

Taxa de divisão: 1,0

Para a amostra da fração orgânica da casca de Tingui, utilizando o equipamento GC – 2010, as condições de corrida foram:

Temp. do forno da coluna :50,0 °C

Temperatura de injeção :280,00 °C

Modo de Injeção: Split

Modo de Controle de Fluxo: Velocidade Linear

Pressão: 107,4 kPa

Fluxo Total: 13,9 mL/min⁻¹

Fluxo da coluna: 1,82 mL/min⁻¹

Velocidade Linear: 48,9 cm/seg

Fluxo de purga: 3,0 mL/min⁻¹

Taxa de divisão: 5,0

Material e métodos do estudo biológico

Os espécimes *S. zeamais* (gorgulho-do-milho) provenientes de criação mantida em laboratório foram mantidos na ausência de luz, em potes plásticos (25 cm de altura; 12 cm de diâmetro) preenchidos com os grãos de milho no laboratório LOPNEQ.

Avaliação da atividade inseticida em superfície contaminada

O ensaio de **Contato em Superfície contaminada** seguiu a metodologia proposta por Huang et al. (1997) e Huang e Ho (1998) com modificações de Tavares e Vendramim (2005). Neste bioensaio, foram utilizadas placas de Petri de vidro (90 mm de diâmetro × 10 mm de altura) contendo papel de filtro com 90 mm de diâmetro (Figura 6 e 7).

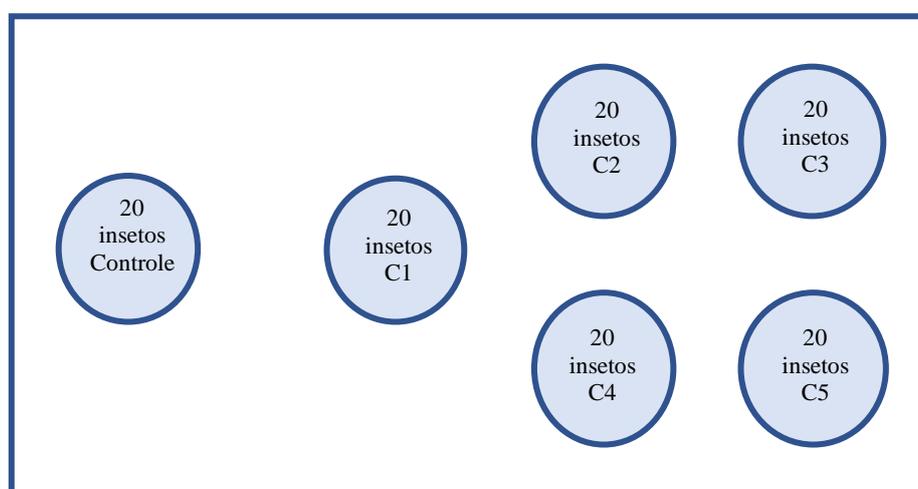


Figura 6: Desenho experimental do bioensaio em superfície contaminada.



Figura 7: Bioensaio em superfície contaminada.

Com auxílio de uma pipeta, foi aplicado sobre os discos de papel-filtro, 3,0 mL de cada extrato e cada fração obtidos da planta em estudo, em cada placa conforme as concentrações estabelecidas para cada tratamento controle (0,0), 0,5%, 1%, 5%, 10% e 20% ppm, em quadruplicata. No grupo controle, foram utilizados apenas o solvente empregado na ressuspensão dos extratos e das frações para impregnar o papel filtro.

As placas ficaram expostas à temperatura ambiente por aproximadamente 10 minutos, para a secagem dos solventes utilizados nos tratamentos aplicados no papel-filtro. Após este período, realizou-se a transferência de 20 insetos de *Sitophilus zeamais* adultos não-sexados com 10 a 20 dias para cada placa de Petri utilizada no bioensaio.

Posteriormente, as placas foram identificadas e tampadas, para evitar a fuga dos insetos e mantidas em estufa de fotoperíodo a uma temperatura de 25°C. os indivíduos que apresentaram ausência total de movimentos foram considerados mortos, estes foram contabilizados. Após 48 horas da montagem do bioensaio, tempo máximo determinado para atestar a mortalidade uma vez que os extratos podem apresentar rápida ou lenta atividade nos insetos,

Avaliação da atividade inseticida por ingestão de grãos tratados com extratos e frações

Os **experimentos de ingestão** tiveram como base os trabalhos realizados por Llanos et al. (2008) com modificações de Barbosa (2015). Nesse experimento, foram utilizados frascos plásticos de 250 mL de capacidade nos quais foram pesados e transferidos para o seu interior 20 g de milho comercial tratado. Em seguida, 3,0 mL dos extratos e das frações de *M. pubescens* St. Hil. foram pipetados consoante com as concentrações propostas para cada tratamento sobre a massa dos grãos de milho. Posteriormente, os frascos foram agitados por um minuto para poderem ser homogeneizados e expostos por uma hora para a secagem dos extratos à temperatura ambiente (Figura 8 e 9).



Figura 8: Desenho experimental do bioensaio de ingestão de grãos.



Figura 9: Bioensaio de ingestão de grãos

No bioensaio de ingestão de grãos dos extratos e das frações foram realizados também em cinco concentrações, 0,5%, 1%, 5%, 10% e 20% ppm. Para cada concentração foram realizadas quadruplicatas quatro repetições. No experimento com o grupo controle utilizou-se apenas o solvente empregado na ressuspensão do extrato.

Após esse período, foram transferidos para os frascos 20 adultos não-sexados de *S. zeamais* com 10 a 20 dias de idade, os frascos foram vedados com tampa plástica perfurada e com tecido *voile*, conforme observado na Figura 8. Essa vedação permitiu a livre passagem de ar e impediu a fuga de *S. zeamais*. Após 10 dias da montagem do bioensaio, os indivíduos que apresentaram ausência total de movimentos foram considerados mortos, estes foram contabilizados.

Análises descritivas e estatísticas dos dados

Nos dois bioensaios o delineamento foi inteiramente ao acaso (DIC), com seis tratamentos e quatro repetições, com vinte insetos em cada repetição, sendo os valores de mortalidade dos insetos submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de comparação entre as médias dos tratamentos ($P \leq 0,05$). Os resultados obtidos foram analisados pelo programa estatístico InfoStat (InfoStat, 2010) e as médias obtidas foram avaliadas pelo teste de comparação de médias Duncan. Sendo os percentuais de mortalidade ou taxa calculados segundo fórmulas a seguir:

Mortalidade controle: $\%Mc = (n^{\circ} \text{ insetos mortos}) / n^{\circ} \text{ insetos expostos} \times 100$

Mortalidade tratamento: $\%Mt = (n^{\circ} \text{ insetos mortos}) / n^{\circ} \text{ insetos expostos} \times 100$

Se a porcentagem de mortalidade controle (%Mc) for entre 5% e 20%, o valor da mortalidade tratamento (%Mt), deve ser corrigido pela fórmula de Abbott (1925). Se a mortalidade controle for menor que 5%, não será necessário corrigir a mortalidade tratamentos. Se a porcentagem de mortalidade controle for maior que 20%, os dados do bioensaio devem ser eliminados.

O efeito dos tratamentos sobre a mortalidade dos insetos foi classificado conforme sugerido por Barbosa (2015), que por convenção adotaram grupos nominais conforme a taxa de mortalidade:

Tabela 3 – Conversão dos percentuais de mortalidade em níveis de toxicidade.

Mortalidade (%)	Nível de toxicidade
01 – 25	Baixa
26 – 50	Média
51 – 75	Alta
75 – 100	Muito alta

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos testes de identificação de saponinas, as amostras provenientes das cascas apresentaram resultados moderadamente positivos, com traço forte na fração aquosa e traço moderado no extrato etanólico. Quanto as amostras dos extratos/frações das sementes, apenas na fração orgânica foram visualizadas saponinas, porém com traço moderado (Figura 10A). No que tange a identificação da presença de taninos, todos os extratos/frações apresentaram resultados positivos (Figura 10B), seguido da classificação destes, pertencentes em sua totalidade ao grupo dos taninos condensados (Tabela 4).

Tabela 4 – Teste de identificação de saponinas nas séries extrativas de cascas e sementes (parte interna dos frutos) de *Magonia pubescens* St. Hil.

Parte da planta	Extrato/Frações					
	Etanólico		Aquosa		Orgânica	
	saponina	tanino	saponina	tanino	saponina	Tanino
Casca	2	verde	3	verde	ϕ	Verde
Semente	0	verde	-	verde	2	Verde

Saponina: ϕ = Não realizado; 0 = Não detectado; - = Traço; 1 = Fraco; 2 = Moderado; 3 = Forte.

Tanino: azul = hidrolisado; verde = condensado.



Figura 10 (A). Foto: autor



Figura 10 (B). Foto: autor

Figura 10: (A) Teste de identificação de saponinas, fração aquosa da casca (traço forte), fração orgânica da semente (traço moderado) e fração aquosa da semente (traço), da esquerda para a direita; (B) Teste de Identificação de taninos, fração aquosa da semente (verde) indica presença de tanino condensado.

Oliveira e colaboradores (2019) também observou a presença de taninos na casca do fruto e nas sementes de *M. pubescens*, porém, apresentou divergência quanto a presença de saponina, que pode ser justificada pela categoria do teste aplicado, fatores ambientais ou solução testada, composta por uma amostra da espécie vegetal e água destilada. Da Silva e colaboradores (2010) em teste para saponinas, utilizou os mesmos critérios adotados neste estudo, apresentando classificação forte positivo para solução etanólica da folha e moderado positivo para solução da casca do caule de *M. pubescens*.

As saponinas são metabólitos secundários de interesse para a indústria farmacêutica, agindo como adjuvante em formulações, ou também, como componente na síntese de esteroides (ALVES et al., 2019), além de possuir atividade antifúngica, antioxidante e moluscicida (MORAES, 2021).

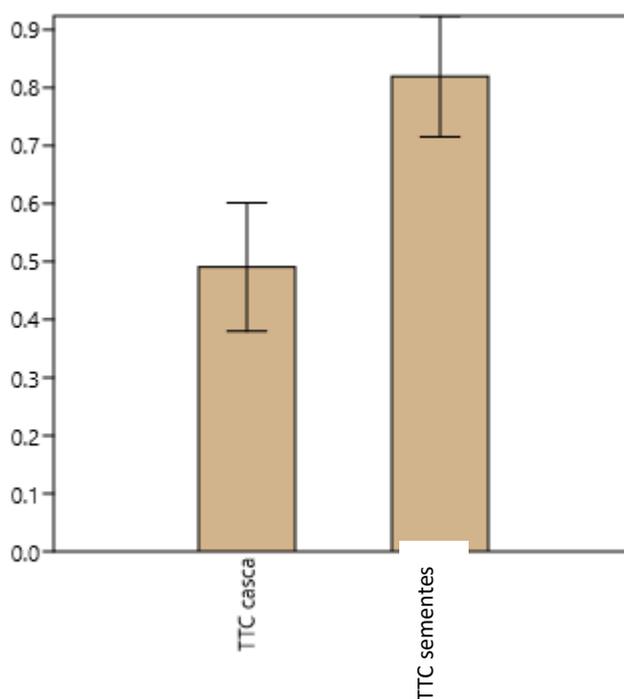
Outro componente químico de *M. pubescens* que desempenha diversas atividades biológicas estando associadas aos metabólitos secundários vegetais, são os taninos. Pesquisas que objetivaram diferentes abordagens com teores de taninos associados ao aproveitamento de plantas e atividade biológica têm se tornado mais frequentes (MONTEIRO et al., 2005).

Quanto a prospecção química da casca do fruto e da semente de *M. pubescens*, Oliveira e colaboradores (2019), identificaram o tanino como um dos metabólitos mais

evidentes, utilizando como um dos testes o FeCl_3 (cloreto férrico), teste empregado neste estudo, que visou a identificação e classificação de taninos, adotado também por Da Silva e colaboradores (2010) e Oliveira e colaboradores (2013), este último em amostras de extratos da casca do caule de *M. pubescens*.

Para Da Silva et al. (2010), os testes para taninos apresentaram positivo para a folha e forte positivo para a casca da espécie do gênero *Magonia*, que corroboram resultados obtidos por estudos já realizados com a espécie.

Através do método de Stiasny empregado para obtenção e quantificação dos taninos foi possível expressar a porcentagem de taninos condensados nas amostras de cascas e sementes da espécie vegetal em estudo, demonstrado no gráfico abaixo (Figura 11). O teor de taninos condensados obtidos das sementes 67,42%, difere significativamente daqueles obtidos da casca.



Fonte: Autor, 2022.

Figura 11: Teor de Taninos Condensados (TTC) de cascas e sementes de *Magonia pubescens*.

Nas análises realizadas por Cromatografia Gasosa – Espectrometria de Massa (GC- MS) para o extrato bruto etanólico da semente e para as frações orgânicas da casca e sementes de *M. pubescens* os compostos não foram identificados, entretanto, os dados das injeções mostram os picos que apresentam maiores concentrações. Na tabela 5, os

picos 2 e 4 surgem com as maiores concentrações dentro da análise, assim como o pico 17 na tabela 6 os picos 6, 18 e 19 na tabela 7.

Tabela 5 – Os primeiros 20 principais picos mostrados na composição química do extrato etanólico das sementes EBE/TB, obtida em CG-EM (40 picos obtidos).

Pico	% na amostra	Íon 100%	Íon Molecular
1	2,39	47	607
2	21,94	47	659
3	5,13	55	473
4	28,46	43	242
5	3,14	39	515
6	1,27	43	267,2
7	1,53	41	193
8	0,26	43	133
9	1,48	43	207
10	0,73	42	209
11	1,32	42	291,3
12	0,75	39	281
13	1,06	55	122,3
14	0,58	43	144
15	2,25	94	213
16	1,93	55	267
17	2,12	68	287
18	0,55	43	208
19	0,43	43	281
20	0,72	43	357

Fonte: Autor, 2022.

Tabela 6 – Os primeiros 20 principais picos mostrados na composição química da fração orgânica da casca FO/TB, obtida em CG-EM (20 picos obtidos).

Pico	% na amostra	Íon 100%	Íon Molecular
1	1,13	43	56,05
2	11,48	43	87
3	0,55	41	55
4	9,80	43	129
5	3,25	43	101
6	11,25	41	109
7	12,44	41	135,2
8	0,32	54,9	54,9
9	3,31	55	96,1
10	1,71	60,05	60,05
11	2,41	79,1	95,1
12	1,18	43	71,16
13	0,70	43	67,05
14	0,71	41	81,1
15	1,28	43	430
16	0,77	43	91,1
17	29,98	55	412
18	5,80	43	171
19	0,81	41	218
20	1,09	43	93

Fonte: Autor, 2022.

Tabela 7 – Os primeiros 20 principais picos mostrados na composição química da fração orgânica das sementes FO/TB, obtida em CG-EM (35 picos obtidos).

Pico	% na amostra	Íon 100%	Íon Molecular
1	6,55	43	126,1
2	1,52	94	95
3	0,48	55	281
4	0,70	68	112
5	1,13	43	145
6	10,94	110	111
7	1,17	41	127
8	1,98	94	153
9	0,95	71	144
10	3,91	126	138
11	0,78	126	327
12	0,63	121	182
13	0,38	136	182
14	0,54	149	256,2
15	0,19	192	359,2
16	8,14	43	257
17	0,81	88	503,95
18	10,17	97,1	280,25
19	12,23	55	355

20	1,14	67,1	308
----	------	------	-----

Fonte: Autor, 2022.

Neste trabalho, foram utilizadas 4 categorias de extrato/frações para a casca do fruto e 4 para as sementes (aquoso, etanólico, orgânico e tanino), em dois modelos de bioensaios (ingestão e contato), totalizando 8 bioensaios. No decorrer da pesquisa foi utilizado um total de 7.120 adultos de *S. zeamais* obtidos a partir da criação estoque do Laboratório de Química de Produtos Naturais e Ecologia Química (LOPNEQ) do CCCH/UFMA.

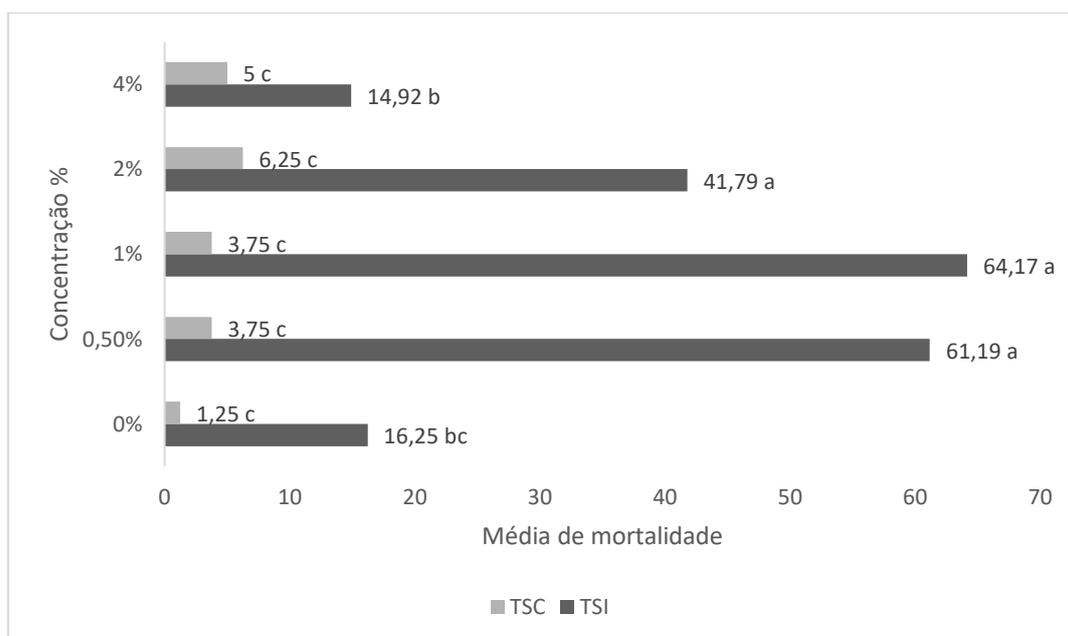
Na Figura 12 é possível notar resultado significativo na comparação entre as médias dos tratamentos de taninos de semente por ingestão e contato. As concentrações 0,5%, 1% e 2% sob ingestão, são iguais estatisticamente, porém, diferem das demais sob os dois modelos de bioensaio, apresentam de médio a alto nível de toxicidade consoante com o percentual de mortalidade alcançado que comprovam sua atividade inseticida. As concentrações diferem dos tratamentos realizados com a casca em função do baixo rendimento na obtenção de taninos da semente.

Valotto e colaboradores (2010), através do isolamento de substância larvicida composta por uma fração enriquecida de taninos condensados obtida de *M. pubescens*, constatou seu efeito inseticida, provocando a morte de larvas de *Aedes aegypti* ao passo que estas ficaram submersas na solução preparada, cujo contato direto provocou alterações celulares no intestino médio das larvas.

Tais resultados sugerem a utilidade de taninos em programas de controle de pragas, sob o desenvolvimento de estudos adicionais que promovam a avaliação de sua toxicidade sobre a fauna de Curculionidae.

No presente estudo, os insetos *S. zeamais* (Figura 13A) que foram submetidos aos tratamentos por contato não apresentaram mortalidade significativa, desta forma, sugere-se que a bioatividade de taninos (Figura 13B) de *M. pubescens* pode estar associada também ao estágio de desenvolvimento e constituição morfológica do organismo que oferece resistência aos extratos e frações experimentados.

Figura 12 – Médias do percentual de mortalidade de *Sitophilus zeamais* em frações de tanino de sementes dos frutos de *Magonia pubescens*.



TSI (Tanino da Semente – Ingestão); TSC (Tanino da Semente – Contato).

* Médias com letras iguais (A, B e C) não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de significância.

Fonte: InfoStat (2022).



Figura 1 (A). Foto: @rpphotography7117



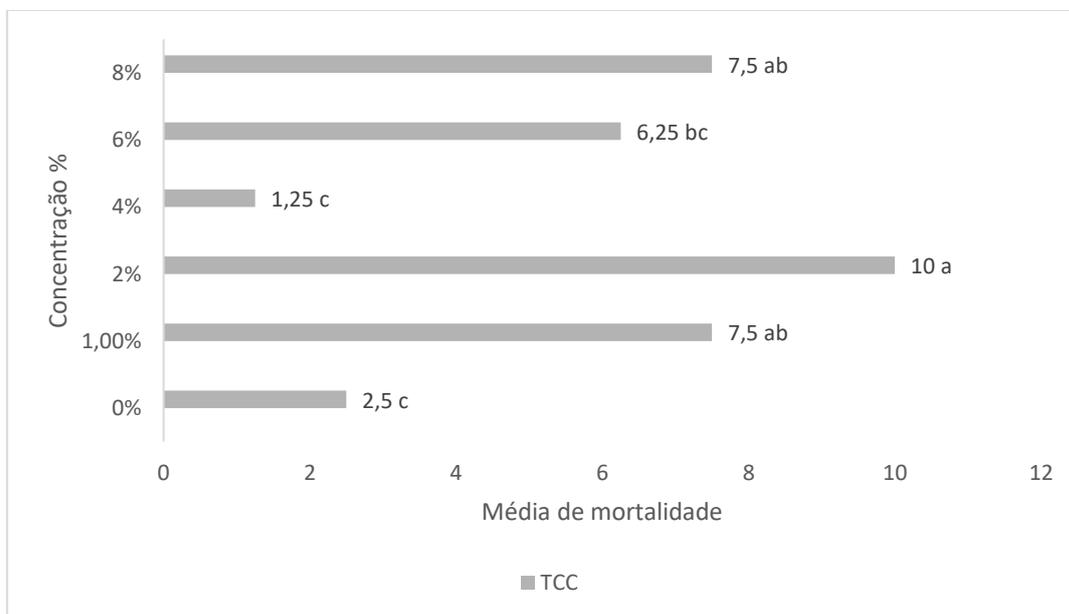
Figura 1 (B). Foto: autor

Figura 13: (A) *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae); (B) *Sitophilus zeamais* em placa de petri com fração de tanino obtido da semente de *Magonia pubescens*.

A partir da análise de variância das frações de tanino obtido da casca de *M. pubescens*, onde p – valor (0,0001) que evidencia a existência de diferenças entre as

médias, revela que o tratamento sob contato não apresentou altas médias de mortalidade, sendo em sua totalidade classificadas como baixa toxicidade (Figura 14).

Figura 14 – Médias do percentual de mortalidade de *Sitophilus zeamais* em frações de tanino de cascas dos frutos de *Magonia pubescens*.



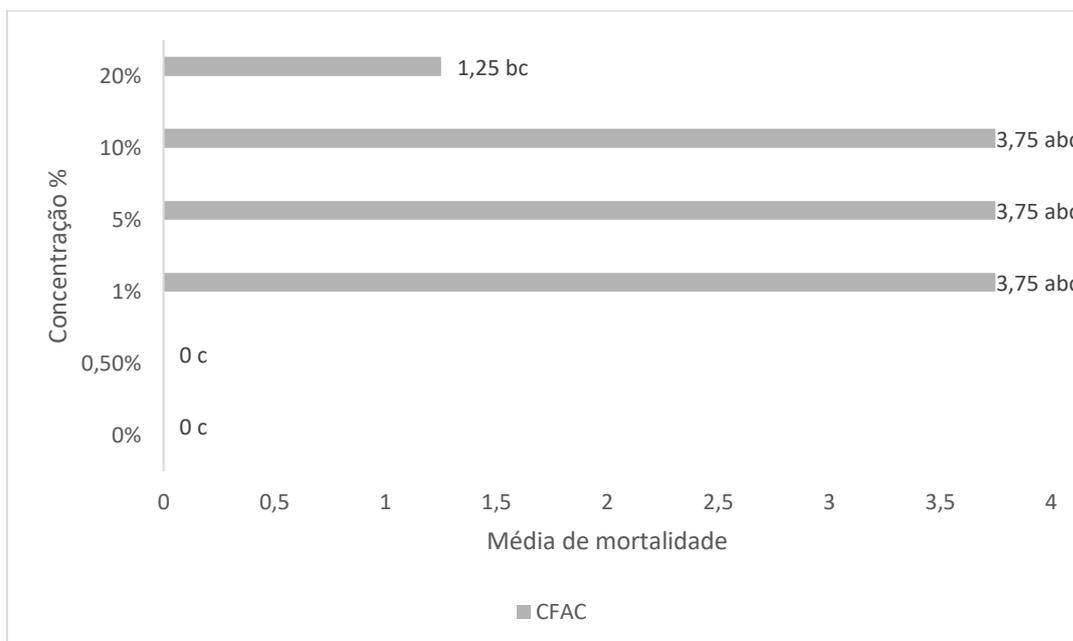
TCC (Tanino da Casca – Contato).

*Médias com letras iguais (a, b e c) não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de significância.

Fonte: InfoStat (2022).

Pode-se verificar na Figura 15 que a fração aquosa da casca dos frutos de *M. pubescens* aplicados em bioensaios por contato, apresentaram baixos percentuais de mortalidade de *S. zeamais* (0 a 3,75%) e posterior baixo nível de toxicidade.

Tabela 15 – Médias do percentual de mortalidade de *Sitophilus zeamais* em frações aquosas da casca de frutos de *Magonia pubescens*.



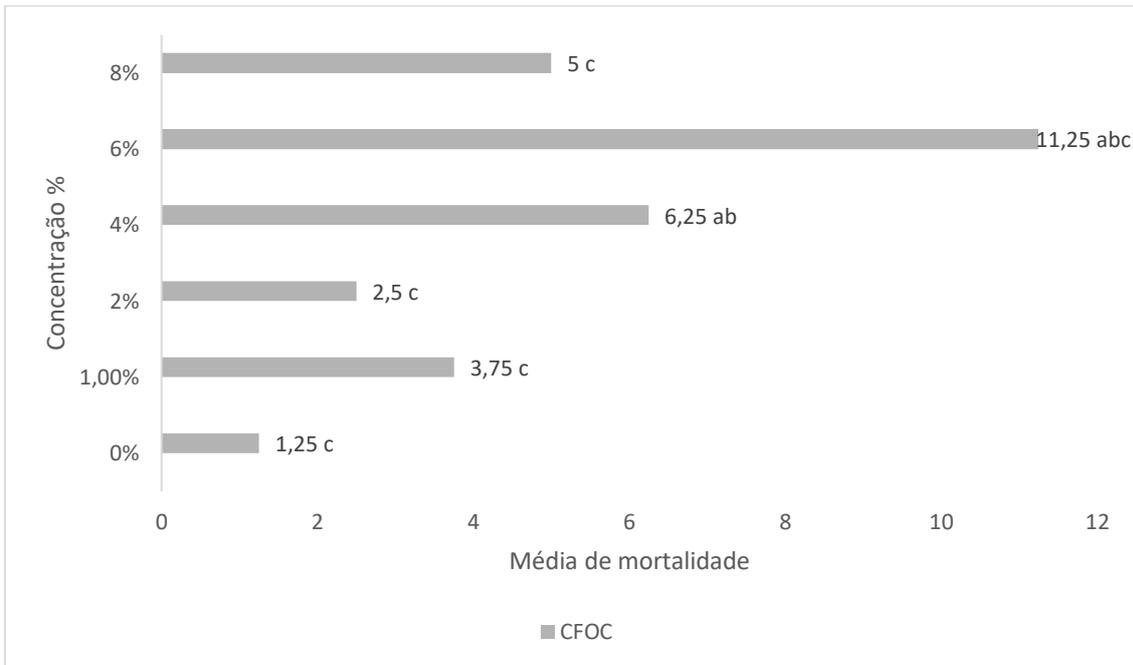
CFAC (Casca – Fração Aquosa – Contato).

* Médias com letras iguais (a, b e c) não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de significância.

Fonte: InfoStat (2022).

Dados da fração orgânica da casca do fruto (Figura 16) apresentaram concentrações distintas em função do baixo rendimento da fração orgânica. Para os bioensaios realizados com frações orgânicas da casca do tinguí, após análise de variância, obteve-se evidências de que pelo menos um par de médias dos percentuais de mortalidade nas concentrações experimentadas diferem entre si, cuja maior taxa de mortalidade (11,25%) apresentou-se sob a concentração de 6%.

Figura 16 – Médias do percentual de mortalidade de *Sitophilus zeamais* em frações orgânicas da casca de frutos de *Magonia pubescens*.



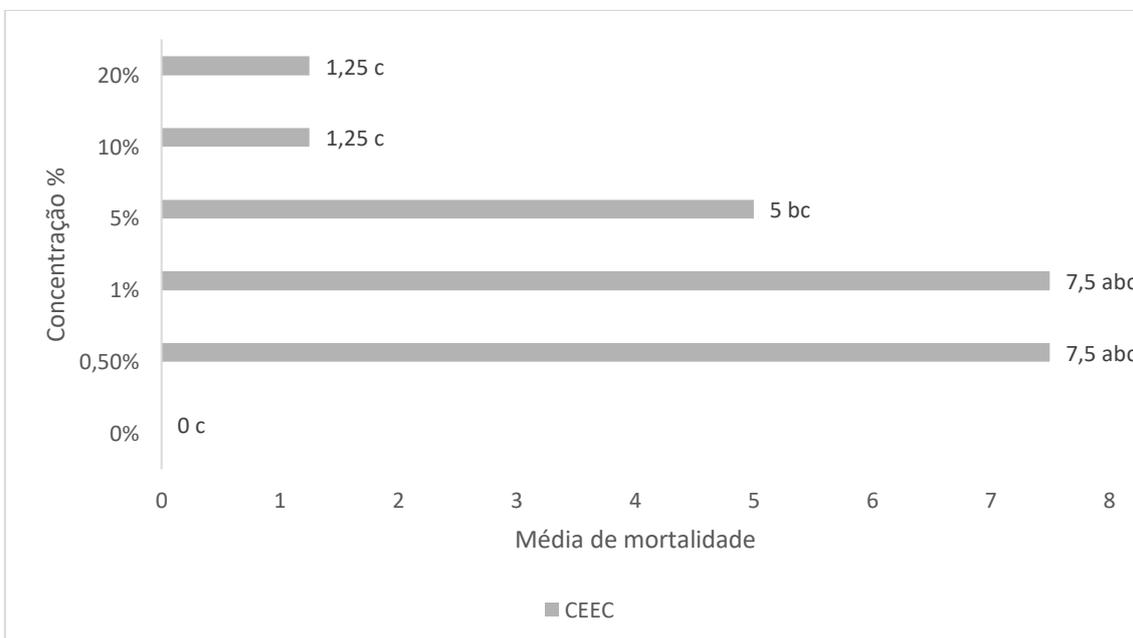
CFOC (Casca – Fração Orgânica – Contato).

* Médias com letras iguais (a, b e c) não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de significância.

Fonte: InfoStat (2022).

O extrato etanólico (Figura 17) apresentou baixa toxicidade para todas as concentrações, atingindo maior média para 0,5% e 1% ambas com 7,5%.

Figura 17 – Médias do percentual de mortalidade de *Sitophilus zeamais* em extrato etanólico da casca de frutos de *Magonia pubescens*.



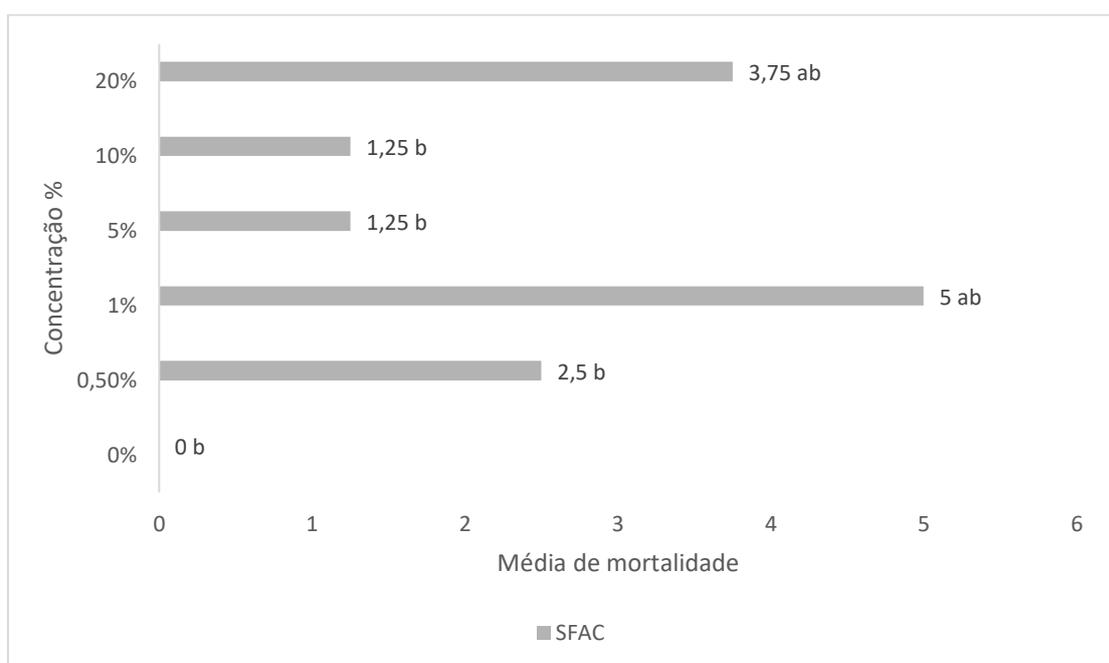
CEEC (Casca – Extrato Etanólico – Contato).

* Médias com letras iguais (a, b e c), não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de significância.

Fonte: InfoStat (2022).

A análise dos dados sobre o percentual de mortalidade conforme a concentração e tratamento da fração aquosa das sementes de *M. pubescens* é apresentada na figura 18. A maior média de mortalidade observada foi encontrada sob a concentração de 1%, no bioensaio por contato, revelando baixa toxicidade.

Figura 18 – Médias do percentual de mortalidade de *Sitophilus zeamais* em fração aquosa das sementes dos frutos de *Magonia pubescens*.



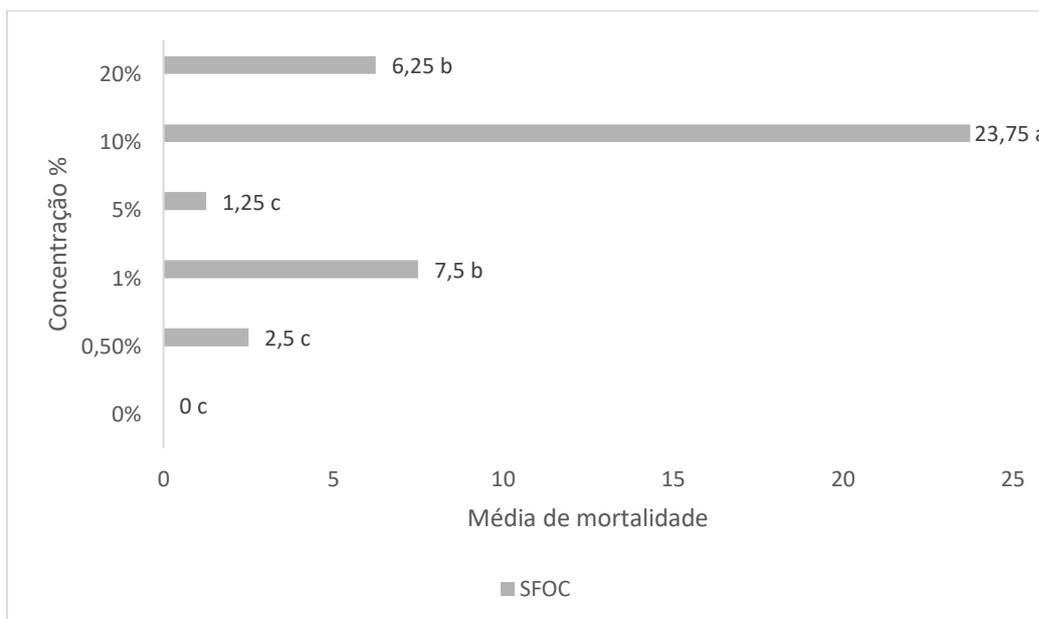
SFAC (Semente – Fração Aquosa – Contato).

* Médias com letras iguais (a e b), não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de significância.

Fonte: InfoStat (2022).

Nas frações orgânicas das sementes de *M. pubescens*, após análise estatística, constatou-se que no tratamento por contato, a concentração 10% obteve a maior média de mortalidade, entretanto, segundo o critério de conversão apresenta baixa toxicidade (Figura 19).

Tabela 19 - Médias do percentual de mortalidade de *Sitophilus zeamais* em frações orgânicas das sementes dos frutos de *Magonia pubescens*.



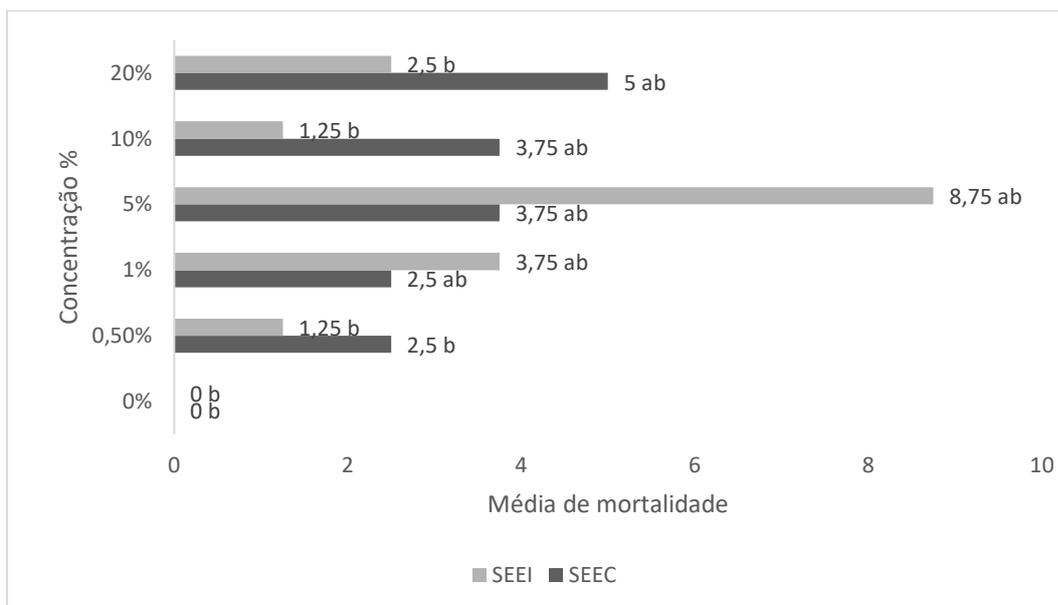
SFOC (Semente – Fração Orgânica – Contato).

* Médias com letras iguais (a, b e c) não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de significância.

Fonte: InfoStat (2022).

Para o extrato etanólico de sementes de *M. pubescens* sobre gorgulho-do-milho sob dois modelos de bioensaios, adotou-se a hipótese nula, que consiste na afirmação de que as médias do percentual de mortalidade são iguais, (uma vez que $p \leq 0,9999$) não apresentam significância. O bioensaio a 5% por ingestão apresentou maior média, porém, ela não difere estatisticamente das demais concentrações sob as duas formas de aplicação, apresentando baixa toxicidade sob todas as concentrações testadas (Figura 20).

Figura 20 – Médias do percentual de mortalidade de *Sitophilus zeamais* em extrato etanólico de sementes dos frutos de *Magonia pubescens*.



SEEI (Semente – Extrato Etanólico – Ingestão); SEEC (Semente – Extrato Etanólico – Contato).

* Médias com letras iguais (a e b) não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de significância.

Fonte: InfoStat (2022).

Os bioensaios por contato realizados com a casca e sementes de *M. pubescens*, subdivididos em fração aquosa, orgânica e extrato etanólico após análise de variância ao nível de 95% de significância, apresentaram baixos percentuais de mortalidade, desta forma, o nível de toxicidade apresentado foi classificado como baixo, seguindo critério de conversão.

Coelho (2006) observou em extrato etanólico de *M. pubescens* atividade inseticida significativa em larvas de *A. aegypti*. No presente estudo, este extrato não levou a um aumento significativo no percentual de mortalidade de *S. zeamais* sob nenhum modelo de bioensaio, o que pode ser justificado pelo fato do extrato não ser tóxico para *S. zeamais*, e/ou pela forma de administração dos compostos, o que pode ser confirmado pela diferença nas médias percentuais de mortalidade encontrada na forma de aplicação, dado que os resultados mais promissores foram observados nos bioensaios sob ingestão.

Partindo do princípio de que o extrato etanólico não possui atividade inseticida sobre adultos de *S. zeamais*, estudos como o de Alves (2019), utilizando extratos etanólicos de diferentes partes de *M. pubescens*, identificaram significativa bioatividade,

revelando maior eficiência no extrato obtido do fruto, na concentração de 0,5mg/mL, atingindo 67% de mortalidade em relação ao controle.

Utilizando outras partes da planta, porém sob a mesma categoria de extrato, Silva et al. (2004) e Corrêa (2006) obtiveram resultados relevantes no controle de larvas de *A. aegypti* e na inibição do desenvolvimento de caramujos, respectivamente.

Estudos como o de Arruda e colaboradores (2008) em larvas de *A. aegypti*, revelaram que o extrato etanólico de *M. pubescens* possui como mecanismo de ação a destruição de estruturas do mesentério dos insetos, local de absorção dos compostos tóxicos às larvas. Quanto a resistência de *S. zeamais*, Fragoso et al. (2011) e Ribeiro (2010) ao coletar populações de insetos em unidades armazenadoras, detectaram nestes grupos, resistência a inseticidas, em especial a piretróides.

Ribeiro (2010) também detectou resistência a organofosforados, que inibem a ação de grupos enzimáticos detoxificadores envolvidos na resistência a inseticidas. Tal resposta pode estar associada à forma de apresentação e aplicação dos extratos, como a fumigação (DE SOUZA et al., 2016; DE ALMEIDA et al., 2021) e aos mecanismos de defesa de *S. zeamais*, como a epicutícula impermeável que impede a ação de compostos tóxicos sobre o coleóptero.

Em levantamento bibliográfico não foram encontrados dados referentes a ação de quaisquer categorias de extrato/fração de *M. pubescens* em adultos de *S. zeamais*. Porém, em citações de plantas da família Sapindaceae foi possível constatar o efeito tóxico destas plantas por método de aplicação específico, como a fumigação (DE SOUZA et al., 2016; DE ALMEIDA et al., 2021).

Quanto ao gênero *Magonia*, este tem sido bastante estudado quanto ao efeito toxicológico em insetos, porém, os estudos se concentram em sua maioria na aplicação de extratos sobre estágio larval de dípteros (SILVA et al., 1996; ARRUDA et al., 2003; SILVA et al., 2015; SILVA et al., 2004; VALOTTO et al., 2010), desta forma, destacamos que a presente pesquisa revela potencial bioinseticida de taninos das sementes de *M. pubescens* sobre insetos adultos de gorgulho-do-milho, uma vez que estudos subsequentes visando maior compreensão fazem-se necessários.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fração do tanino das sementes de *Magonia pubescens*, apresentou variação de média a alta toxicidade, sobre insetos adultos de *S. zeamais*, atingindo seu maior percentual de mortalidade sob 1% de concentração por ingestão, demonstrando a presença de composto ativo com potencial atividade inseticida.

No entanto, é necessária a realização de mais estudos acerca dos metabólitos secundários e a forma de aplicação para melhor estabelecer a eficiência dos extratos e frações de *M. pubescens* sobre *S. zeamais*.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, WS. **A method for computing the effectiveness of an insecticide.** Journal of Economic Entomology, College Park, v. 18, 265-267, 1925.
- ABEBE, F., TEFERA, T., MUGO, S., BEYENE, Y., & VIDAL, S. **Resistência de variedades de milho ao gorgulho do milho *Sitophilus zeamais* (Motsch.) (Coleoptera: Curculionidae).** African Journal of Biotechnology, 8 (21), 2009.
- ALBIERO, B., FREIBERGER, G., & VANIN, AB. **Atividade inseticida e repelente de extrato e pó de sementes de *Anethum graveolens* e *Azadirachta indica* frente ao *Sitophilus zeamais*.** Scientia Plena, 16(4), 2020.
- ALVES, EES. **Extratos etanólicos de timbó do cerrado (*Magonia pubescens* St. Hil) no controle de *Meloidogyne javanica*.** 2019. 56 fls.: il. Trabalho de conclusão de curso (graduação). Agronomia. Instituto Federal Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, 2019.
- ARANNILEWA, ST.; EKRAKENE, T.; AKINNEYE, JO. **Avaliação laboratorial de quatro plantas medicinais como protetores contra o gorgulho do milho, *Sitophilus zeamais* (Mots).** Jornal Africano de Biotecnologia, vol 5. N. 21, 2006.
- ARRUDA, W., OLIVEIRA, GMC., & SILVA, IGD. **Toxicidade do extrato etanólico de *Magonia pubescens* sobre larvas de *Aedes aegypti*.** Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 36, 17-25, 2003.
- ARRUDA, W., CARVASIN, GM., & SILVA, IGD. **Estudo ultra-estrutural do efeito da toxicidade do extrato da *Magonia pubescens* (St. Hil.) no mesêntero de larvas de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae).** Revista de Patologia Tropical, Vol. 37 (3): 255-267. jul.-set. 2008.
- BARBOSA, EAS. **Efeitos de extratos de *Casearia javitensis* Kunth (Salicaceae) sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae).** 2015. 54 fls. Dissertação, Ciências Biológicas (Entomologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2015.
- BELMONTE, BR., NAPOLEÃO, TH., PONTUAL, E., ALBUQUERQUE, L., SÁ, RA., PAIVA, LM., ... & PAIVA, PMG. **Atividade inseticida de lectina de *Myracrodruon urundeuva* contra *Sitophilus zeamais*.** In: **Resumos Expandidos do I CONICBIO / II CONABIO / VI SIMCBIO (v.2)** Universidade Católica de Pernambuco - Recife - PE - Brasil - 11 a 14 de novembro de 2013. Disponível em: <http://www.unicap.br/simcbio/wp-content/uploads/2014/09/ATIVIDADE-INSETICIDA-DE-LECTINA-DE-Myracrodruon-urundeuva-CONTRA-Sitophilus-zeamais.pdf>. Acesso em: 12, jun., 2021.
- BOTTON, M., LORINI, I., LOECK, AE., & AFONSO, APS. **O gorgulho do milho *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) como praga em frutíferas de clima temperado.** **Embrapa Uva e Vinho-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2005. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/541429/1/cir058.pdf>. Acesso em: 01, jan., 2022.

COÊLHO, AAM. **Análise inseticida de extratos de plantas do bioma cerrado sobre triatomíneos e larvas de *Aedes aegypti***. 2006. 104 fl: il. Ciências da Saúde. Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Ciências da Saúde, Brasília – DF, 2006.

CORREIA, MCR. **Avaliação moluscicida das plantas *Pterodon emarginatus* Vogel 1837, *Magonia pubescens* St. Hil, e *Croton urucurana* Baill 1864, sobre *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818) e cercaricida sobre *Schistosoma mansoni* (Sambon, 1907)**. 2006. 85 fls. Dissertação (Mestrado em Medicina) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

DA SILVA, NLA., MIRANDA, FAA., & DA CONCEIÇÃO, GM. **Triagem fitoquímica de plantas de Cerrado, da área de proteção ambiental municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão**. Scientia plena, 6(2), 2010.

DE ALMEIDA, F. V., FONTES, L. D. S., REIS, A. P. A., BARBOSA, D. R. E. S., & BRITO, R. D. C. **Avaliação da toxicidade por fumigação do óleo essencial de cravo sobre *sitophilus zeamais* (boh.) (Coleoptera: Curculionidae) em grãos de milho armazenados**. Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente, 2(4), 06-06, 2021.

DE CASTRO BORBA, ER., VILANOVA, CM., SILVA, TDJA., RÊGO, JDRSG., & DE OLIVEIRA, AB. **Perfil fitoquímico e cromatográfico de sementes de *Luffa operculata* (L.) Cogn. Coletadas em diferentes regiões do Estado do Maranhão**. Revista do Hospital Universitário UFMA, 54, 2003.

DE CASTRO COITINHO, RLB., DE OLIVEIRA, JV., JUNIOR, M. GCG., & DA CÂMARA, CAG. **Efeito residual de inseticidas naturais no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. em milho armazenado**. Revista Caatinga, 19(2), 2006.

DE SOUZA, V. N., DE OLIVEIRA, C. R. F., MATOS, C. H. C., & DE ALMEIDA, D. K. F. **Toxicidade por fumigação de óleos essenciais sobre *Rhyzopertha dominica* (F.) em grãos de milho armazenados**. Revista Caatinga, 29(2), 435-440, 2016.

DI STASI, LC. **Plantas medicinais: arte e ciência. Um guia de estudo interdisciplinar**. p. 230, Editora UNESP, SP, p. 230, 1996.

DOS SANTOS, MÂ. **Extratos de plantas com potencial inseticida do Bioma Brasileiro: um referencial teórico**. Ciências Agrárias: o avanço da ciência no Brasil - Volume 1, 2021.

FRAGOSO, DDB., CARDOSO, EA., BADJI, CA., BARRIGOSI, J., & LACERDA, M (2011) Resistência a inseticidas piretróides em populações de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: curculionidae) coletadas em unidades armazenadoras de arroz no Estado do Tocantins. In Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO**, 7., 2011, Balneário Camboriú. Racionalizando recursos e ampliando oportunidades: anais. Itajaí: Epagri,

2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/899174>. Acesso em: 13, fev., 2022.

GUANGCHENG, Z., YUNLU, L., YAZAKI, Y. **Extractives yields, Stiasny values and polyflavanoid contents in barks from six Acacia species in Australia.** Australian Forestry, v. 54, n. 3, 154-156, 1991.

HUANG, Y., HO, SH. **Toxicity and antifeedant activities of cinnamaldehyde against the grain storage insects, *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch.** Journal of Stored Products Research, v. 34, n. 1, 11–17, 1998.

HUANG, Y., TAN, J., KINI, R. M., HO, SH. **Toxic and antifeedant action of nutmeg oil against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch.** Journal of Stored Products Research, v. 33, n. 4, 289–298, 1997.

INFOSTAT – Software Estatístico, 2022.

LLANOS, CAH., ARANGO, DL., GIRALDO, MC. **Actividad insecticida de extractos de semilla de *Annona muricata* (Anonaceae) sobre *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae).** Revista Colombiana de Entomología, v. 34, n. 1, 76-82, 2008.

MONTEIRO, JM., ALBUQUERQUE, UPD., ARAÚJO, EDL., & AMORIM, ELCD **Taninos: uma abordagem da química à ecologia.** Química Nova, 28, 892-896, 2005.

MORAES, ARA. **Estudo fitoquímico e da atividade biológica de óleos essenciais, extratos e constituintes de *Magonia pubescens* A. St.-Hil. (Sapindaceae).** 2021. 192 fls.:il. Química. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais – Departamento de Química. Belo Horizonte, 2021.

MENDES, CRA., MENDES, CEP., DOS SANTOS, FSE., LUZ, KSR., & SANTANA, LP. **AGROTÓXICOS: principais classificações utilizadas na agricultura brasileira-uma revisão de literatura.** Revista Maestria, (17), 95-107, 2019.

OLIVEIRA, AS., JÚNIOR, AFR., MALKUT, BL., JÚNIOR, FGS., & RAMOS, MPO. **Prospecção química da casca do fruto e da semente da *Magonia pubescens* A. St.-Hil.** Estudos transdisciplinares nas engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizador João Dallamuta. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Transdisciplinares nas Engenharias; v. 2). Disponível em: https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:MhtdFH1X_ncJ:https://cdn.atenaeditora.com.br/artigos_anexos/16_ae3a9e5fd4bb29c81f6e0661eb1bd9daf74fe541.pdf&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br. Acesso em: 14, set., 2021.

OLIVEIRA, DM., ROYO, VA., MERCADANTE-SIMÕES, MO (2013) Análise fitoquímica qualitativa das raízes de *Magonia pubescens* (Sapindaceae) ocorrente em Montes Claros–MG.In: **64° CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA.** UNIMONTES – MG. Belo Horizonte, 2013.

OLIVEIRA, CM et al. **Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture.** Crop Protection, v. 56, p. 50-54, 2014.

REFLORA (2022).

<https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ConsultaPublicoHVUC.do>

RIBEIRO, LDP. **Biosprospecção de extratos vegetais e sua interação com protetores de grãos no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae)**. 2010. 154 fls. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Área de concentração: Entomologia. Piracicaba, 2010.

SILVA, HHGD., SILVA, IGD., SANTOS, RMGD., RODRIGUES FILHO, E., & ELIAS, CN. **Atividade larvicida de taninos isolados de *Magonia pubescens* St. Hil. (Sapindaceae) sobre *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae)**. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 37, 396-399, 2004.

SILVA, HDD., SOUZA, MDDDC., GIUSTOLIN, TA., ALVARENGA, CD., FONSECA, ED., & DAMASCENO, AS. **Bioatividade dos extratos aquosos de plantas às larvas da mosca-das-frutas, *Ceratitis capitata* (Wied.)**. Arquivos do Instituto Biológico, 82, 1-4, 2015.

SILVA, IGD., SANTOS, AHD., FERRI, PH., ALVES, RDBDN., MELO, R. L., PEIXOTO, L., SILVA, HHG., ELIAS, CN., ISAC, E., LIRA, KS., & CAMARGO, MDF. **Ação larvicida de extrato bruto etanólico de *Magonia pubescens* St. Hil. (tingui-do-Cerrado), sobre o *Aedes aegypti* (Lin.) em laboratório. Ação larvicida de extrato bruto etanólico de *Magonia pubescens* st.hil. (tingui-do-cerrado), sobre o *Aedes aegypti* (Lin.) em laboratório**. Revista de Patologia Tropical, Goiânia, v. 25, n. 1, p. 51-59, jan./jun. 1996. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/iptsp/article/view/18478/10956>>. Acesso em: 07, set., 2021.

STEEL, R. G. D., TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistic: a biometrical approach**. 2. ed. New York: McGraw Hill, 1980. p. 633, 1980.

TAVARES, MAGC., VENDRAMIM, JD. **Bioatividade da Erva-de-Santa-Maria, *Chenopodium ambrosioides* L., sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae)**. Neotropical Entomology, v. 34, n. 2, 319–323, 2005.

VALOTTO, CFB., CARVASIN, G., SILVA, HHG., GERIS, R., SILVA, IGD. **Alterações morfo-histológicas em larvas de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae) causadas pelo tanino catéquico isolado da planta do cerrado *Magonia pubescens* (Sapindaceae)**. Revista de Patologia Tropical, Goiânia, GO, v. 39, n. 4, 2010.

ZANON, VDOM., DA SILVA, HHG., DOS SANTOS, RMG., E DA SILVA, IG. **Atividade larvicida do extrato etanólico bruto da casca do caule de *Magonia pubescens* St. Hil. sobre *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera, Culicidae)**. Acta Biológica Paranaense, 35, 2006.