

Artigo de Revisão

Plantas com potencial inseticida: enfoque em espécies amazônicas

Plants with insecticide potential: focus on Amazon species

Aline Gonçalves Spletozer^I
Cleiton Rosa dos Santos^{II}
Laura Araujo Sanches^{III}
Juliana Garlet^{IV}

^IUniversidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil

^{II}Pesquisador Autônomo, Terra Nova do Norte, MT, Brasil

^{III}Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil

^{IV}Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Alta Floresta, MT, Brasil

RESUMO

Um imenso potencial para a produção de compostos secundários e potencial inseticida vem sendo estudado dentro da ampla diversidade que a flora brasileira apresenta. Dessa forma, o presente estudo objetivou apresentar informações sobre o potencial das plantas no controle de insetos, através de uma revisão bibliográfica. Os primeiros inseticidas botânicos utilizados foram a nicotina, a piretrina, a rotenona, a sabadilla e a rianodina. A partir de então foram estudados vários compostos e espécies, como a azadiractina, extraída do nim, alcaloides das Anonaceae, rotenona em *Derris urucu*, Piperaceae com as amidas, entre outros registros com as espécies amazônicas. Observa-se então que as espécies amazônicas compõem uma rica fonte de pesquisa e muitos dos exemplares estudados mostraram-se promissores para o desenvolvimento de inseticidas. Entretanto, novas pesquisas, principalmente em campo, devem ser realizadas para prospecção de novas espécies, buscando compostos seletivos e consequentemente com menor contaminação ambiental, para utilização tanto direta, quanto para o desenvolvimento de novos inseticidas comerciais.

Palavras-chave: Flora; Compostos secundários; FitoInseticidas; Pesticida botânico

ABSTRACT

A vast potential for the production of secondary metabolites and insecticide potential has been studied within a wide diversity of Brazilian flora. Thus, this study aimed to present information on the potential of plants to control insects through a literature review. The first botanical insecticides used were nicotine, pyrethrin, rotenone, ryanodine, and sabadilla. Since then, various compounds and species have been studied, such as azadirachtin extracted from neem, alkaloids from Annonaceae, rotenone in *Derris urucu*, and amides from Piperaceae, among other records of Amazonian species. Therefore, Amazonian species make up a rich source of research, and many of the specimens studied were promising for the development of insecticides. However new research, especially in the field, should be carried out to prospect for new species, seeking selective compounds with consequently less environmental contamination for both direct use and the development of new commercial insecticides.

Keywords: Flora; secondary compounds; Phytoinsecticides; Botanical pesticide

1 INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta a flora mais rica do mundo, atualmente são reconhecidas 49.280 espécies para a flora brasileira, incluindo nativas cultivadas e naturalizadas (JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, 2020), evidenciando um imenso potencial para a produção de compostos secundários que podem apresentar as mais diversas atividades biológicas, entre estas o potencial inseticida (FAZOLIN; ESTRELA; ARGOLO, 2002). Além disso, quando metabólitos de alguma planta se mostram efetivos contra espécies de insetos, tem-se, na maioria das vezes, uma alternativa de baixo custo para o controle dessas pragas (SANTOS *et al.*, 2013).

O uso de extrativos de plantas que apresentam potencial inseticida e o uso de suas substâncias como modelo para a obtenção de compostos sintéticos tem se tornado alvo de estudos que têm como objetivo desenvolver alternativas mais seletivas e menos prejudiciais ao meio ambiente (SILVA, 2010). Com isso, são encontrados um grande número de publicações e estudos sobre o potencial das plantas como uma forma viável, econômica e ecológica no controle de pragas, atuando como repelentes e inseticidas.

O controle de pragas por meio da utilização de extratos vegetais tem aumentado. Isso ocorre principalmente em decorrência das exigências dos consumidores, em razão de estarem contribuindo para a conservação da biodiversidade local, a preocupação com a qualidade da água consumida tanto atualmente como pelas gerações futuras e a viabilidade da melhor qualidade de vida das pessoas que são encarregadas da produção. Assim, é importante o constante estudo, buscando novos compostos para o controle de insetos-praga, com menor contaminação ambiental e maior seletividade, buscando atender a demanda atual pela produção sustentável.

O uso de produtos sintéticos, principalmente os não seletivos, é a principal forma de controle de insetos-praga, entretanto pode acarretar diversos problemas, tanto diretos quanto indiretos, como o acúmulo de resíduos nas plantas e alimentos, mortalidade dos inimigos naturais, intoxicação de aplicadores, aparecimento de população de pragas resistentes aos inseticidas. Portanto, tem-se a necessidade de buscar novos compostos, incluindo a utilização de produtos naturais que sejam menos agressivos ao ambiente, dentre os quais pode ser citado o uso de inseticidas de origem vegetal (ROEL *et al.*, 2000) e ainda outros métodos de controle, como o biológico. Ainda que seja crescente a quantidade de pesquisas na busca por novos fitoinseticidas, é necessário que mais estudos sejam realizados, visando ampliar as informações e confirmar a ação desses compostos (KRINSKI; MASSAROLI; MACHADO, 2014), principalmente na região Amazônica, que apresenta uma rica e diversa flora, com espécies ainda pouco estudadas, apresentando, portanto, um significativo potencial para descoberta de novos compostos. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo apresentar informações sobre plantas utilizadas no controle de insetos, através de uma revisão bibliográfica, com enfoque em plantas da Amazônia.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Aspectos gerais

Antes do descobrimento do Brasil já se tinha a preocupação com controle de insetos endêmicos, com a utilização de produtos de origem vegetal. Na primeira metade do século 20, o Brasil foi um grande produtor e exportador de inseticidas botânicos. Os compostos orgânicos de origem natural muito utilizados são os alcaloides, como a nicotina e anabasina, os piretroides como a piretrina e aletrina, os rotenoides, sendo o principal exemplo a rotenona, e alguns quassinóides, como a quassina, sendo esses últimos em menor escala (VIEGAS JÚNIOR, 2003; MENEZES, 2005).

A explosão no desenvolvimento da síntese orgânica, assim como de produtos com atividade inseticida, ocorreu nas décadas de 50 e 70, logo após a II Guerra Mundial (VIEGAS JÚNIOR, 2003). Desde a década de 70, vários compostos secundários foram observados em diferentes espécies vegetais, com potencialidade inseticida, especialmente terpenóides. O composto azadiractina tem sido considerado como modelo de referência de compostos secundários de atividade inseticida, sendo estudado com objetivo de compreender a atividade biológica, toxicidade, biodegradabilidade, o impacto ambiental, a relação estrutura atividade qualitativa e quantitativa e apresenta efeito inseticida em cerca de 200 espécies. A azadiractina atua sobre os insetos como repelente e antialimentar, interfere nos hormônios reguladores do crescimento, na metamorfose e na reprodução (VIANA; PRATES; RIBEIRO, 2006).

De maneira geral, o principal objetivo dos estudos com fitoinseticidas é a obtenção de novos compostos para utilização no controle de pragas, os quais devem causar menos danos ao meio ambiente, não serem nocivos aos organismos benéficos, não apresentarem problemas de resíduos nos alimentos e que evitem ou retardem o surgimento de insetos resistentes (KRINSKI; MASSAROLI; MACHADO, 2014).

2.2 Fitoinseticidas

Os inseticidas são substâncias empregadas para matar, atrair e repelir insetos e, dessa forma, há uma busca constante de novas substâncias para isolamento, síntese, avaliação toxicológica e verificação de seu impacto ambiental. A classificação dos inseticidas é feita com base na finalidade, modo de ação e origem. A origem é de suma importância e merece destaque quando o objetivo é utilizar o potencial da flora contra insetos (MARANGONI; MOURA; GARCIA, 2012). Os produtos inibidores de crescimento dos insetos, tanto de origem natural ou mesmo sintética, provocam interesse e crescente busca por novas substâncias químicas, com o principal objetivo de obter maior seletividade em relação àqueles que são atualmente utilizados, com atividade neurotóxica (VIEGAS JÚNIOR, 2003).

Os fitoinseticidas são produtos à base de plantas para o controle de insetos, cujo uso tem aumentado em todo o mundo. Esse aumento ocorre devido aos inseticidas vegetais apresentarem moléculas biodegradáveis, serem menos tóxicos em sua forma natural e potencialmente adequados para utilização no controle de pragas (KRINSKI; MASSAROLI; MACHADO, 2014), pois podem apresentar alta toxicidade a alguns grupos quando aplicados em grandes quantidades, ou presentes em produtos sintetizados. Dentre os inseticidas botânicos utilizados, os primeiros foram a nicotina extraída do fumo (*Nicotiana tabacum*), a piretrina extraída do piretro obtida das flores de plantas do gênero *Chrysanthemum*, a rotenona obtida principalmente dos gêneros *Derris* e *Lonchocarpus*, a sabadilla extraída de sementes das plantas de *Schoenocaulon* e a rianodina obtida de galhos e raízes de *Rhynchospora* (MORAIS; MARINHO-PRADO, 2016). Esses produtos foram substituídos pelos inseticidas sintéticos, entretanto novos estudos surgiram sobre plantas inseticidas com a necessidade de produtos que não causem contaminação ambiental (SOUZA, 2004). Além disso, o conhecimento do modo de ação fisiológico dos princípios ativos naturais é de grande importância para a utilização futura na agricultura.

As plantas com potencial inseticida, de maneira geral, são utilizadas principalmente em duas formas: na primeira, os compostos ativos são isolados, identificados e sintetizados quimicamente. Nesse caso, essas substâncias podem ser produzidas pela indústria química. No segundo caso, uma vez identificada a atividade inseticida de uma planta, o tecido vegetal ou um produto bruto da planta, tal como extrato orgânico, é utilizado diretamente, não necessitando de tecnologia sofisticada, sendo muitas vezes economicamente e ecologicamente correto (TANG; YANG, 1988). Esses inseticidas naturais podem ser utilizados tanto no manejo integrado de pragas em cultivos comerciais, como também na agricultura biológica (FAZOLIN; ESTRELA; ARGOLO, 2002). O método de preparo de extratos vegetais para verificar sua ação inseticida é de grande importância. As plantas inseticidas contêm uma variedade de compostos ativos que, pelas suas características químicas individuais, exigem métodos apropriados para extração. Além do método, um dos aspectos importantes é a escolha do solvente extrator, que originará o extrato aquoso, alcoólico ou hidroalcoólico. No caso da obtenção do extrato orgânico, outro problema precisa ser solucionado para seu uso nos bioensaios com insetos: quando o extrato for misturado à dieta artificial, ele deve ser diluído em água ou em um solvente para facilitar a homogeneização da mistura. É importante que na utilização de um solvente orgânico seja aguardada a evaporação antes da dieta ser oferecida ao inseto. Por outro lado, quando se pretende fazer aplicação tópica, foliar ou líquida no solo, o resíduo precisa ser diluído em água ou em um solvente que não seja tóxico à planta e aos demais seres vivos, como por exemplo os insetos benéficos (SOUZA, 2004).

A maioria dos estudos busca substâncias vegetais que atuem com efeitos de supressão de apetite ou fago-inibidora, repelência, assim como atividade neurotóxica, incluindo toxicidade ou atividade reguladora de crescimento do inseto, que é a atividade principal dos limonoides (VIEGAS JÚNIOR, 2003). Enquanto outras substâncias agem por contato, ou seja, atuam e são absorvidas pela quitina e exoesqueleto ou através das vias respiratórias (CORRÊA; SALGADO, 2011).

2.3 Compostos secundários como princípios ativos

Os inseticidas vegetais são obtidos através de extrativos, substâncias resultantes do metabolismo secundário das plantas que, de acordo com estudos químicos e ecológicos, exercem um importante papel de proteção nas interações dos insetos com as plantas (VIGLIANCO *et al.*, 2008). As substâncias ativas podem ser obtidas das diversas partes da planta, como folha, fruto, caule ou raiz, sendo sua função a defesa das espécies vegetais contra os insetos herbívoros (TAVARES; VENDRAMIM, 2005). Portanto, o mecanismo de defesa das plantas pode ser estudado e utilizado na seleção de novos inseticidas que contemplem os requisitos de eficácia e segurança (VIEGAS JÚNIOR, 2003).

O sistema de defesa das plantas contra herbívoros se divide em dois mecanismos, a defesa direta e a indireta. Na defesa direta, estão envolvidas substâncias que afetam diretamente o desempenho do inseto, tais como metabólitos secundários, sílica, enzimas e proteínas, inclusive órgãos como tricomas e espinhos. Já na defesa indireta, estão envolvidas substâncias que são emitidas pela planta, que podem atrair parasitas e predadores do inseto fitófago (BALDWIN *et al.*, 2001).

A proteção contra insetos e micro-organismos realizada pelas plantas ocorre devido ao metabolismo secundário, sendo os denominados metabólitos secundários candidatos naturais para a descoberta de novos produtos com potencial inseticida. A utilização de extratos e óleos essenciais, que são produtos obtidos de plantas e ricos em constituintes vegetais usados contra insetos-praga, em geral tem aumentado, inclusive no Brasil, devido principalmente à riqueza e diversidade do país em espécies vegetais. É vasta a literatura comprovando a eficácia dos produtos vegetais como alternativa de controle de insetos, além de serem biodegradáveis (KRINSKI; MASSAROLI; MACHADO, 2014).

Com esse objetivo, várias pesquisas desenvolvidas nos últimos anos têm sido realizadas visando avaliar o efeito inseticida das espécies vegetais em inúmeros insetos-praga, dentre eles, podemos citar: *Aedes aegypti* L. (FERNANDEZ *et al.*, 2020; TAN *et al.*, 2019; FERREIRA *et al.*, 2019), lagartas desfolhadoras, tais como: *Anticarsia*

gemmatalis (Hübner), *Spodoptera exigua* (Hübner)(KHAN *et al.*, 2017), *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (LUCENA *et al.*, 2017; SOSA *et al.*, 2019), *Chrysodeixis includens* (Walker) (MASSAROLLI; PEREIRA; FOERSTER, 2017), pragas de grãos armazenados: *Heilipus odoratus* Vanin & Gaiger (TORREZ *et al.*, 2018), *Dinoderus minutus* Fabricius (SILVA *et al.*, 2019) e *Tribolium castaneum* (Herbst) (KHAN *et al.*, 2017), coleóptero desfolhador, por exemplo, *Diabrotica speciosa* Germar (LUIZ *et al.*, 2017), afídeos como: *Brevicoryne brassicae* L. (AHMED *et al.*, 2020) e *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (KHAN *et al.*, 2017). Além desses, também podemos citar trabalhos desenvolvidos com moscas, tais como: *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae) (SOSA *et al.*, 2019) e *Drosophila melanogaster* (Diptera) (KHAN *et al.*, 2017).

De acordo com Jacobson (1989), plantas das famílias Meliaceae, Rutaceae, Asteraceae e Canellaceae são consideradas com potencial inseticida botânico. Além dessas, na região tropical, outras famílias de plantas também se destacam na produção de compostos secundários. Segundo Leboeuf *et al.* (1982), a família Annonaceae se destaca na produção de alcaloides, além destes são encontrados também polifenóis, óleos essenciais, terpenos e substâncias aromáticas em espécies tropicais. Na família Fabaceae tem-se o destaque da espécie *Derris urucu* (Killip & Sm.) J.F.Macbr. com presença de rotenona (FAZOLIN; ESTRELA; ARGOLO, 2002).

Os metabólitos secundários presentes nas espécies amazônicas *Pouteria guianensis*, *Buchenavia parviflora* e *Dinizia excelsa* apresentam propriedades de repelência ao ataque de cupins (BARBOSA; NASCIMENTO; MORAIS, 2007). Esses compostos pertencem às classes das isoflavonas, flavonas, biflavonoides, derivados de taninos hidrolisáveis e triterpenoides (LI *et al.*, 2002).

São vários estudos realizados com Piperaceae, em destaque o gênero *Piper*, pois apresentam vários metabólitos secundários, incluindo alcaloides, amidas, propenilfenóis, lignanas, neolignanas, terpenos, esteroides, flavonas e flavanonas (DYER; RICHARDS; DODSON, 2004). Dentre os metabólitos citados, as amidas merecem destaque como possível indicador da atividade inseticida do extrato acetônico de folhas da espécie *Piper alatabaccum* (SANTOS *et al.*, 2013).

2.4 Potencial inseticida de espécies vegetais, com ênfase para plantas da região Amazônica

Souto *et al.* (2011) testaram a atividade inseticida de óleos essenciais de *Piper aduncum* L., *Piper callosum* Ruiz & Pav., *Piper divaricatum* G. Mey., *Piper marginatum* Jacq. var. *anisatum* e *Piper marginatum* Jacq. var. *marginatum* em operárias adultas de *Solenopsis saevissima*. Em laboratório os autores constataram que os óleos das cinco espécies de *Piper* provocaram uma proporção de mortalidade média superior a 50% e que o melhor desempenho quanto ao potencial inseticida foi obtido pelo óleo de *Piper aduncum*, seguido por *Piper marginatum*, *Piper marginatum* var. *marginatum*, *Piper divaricatum*, e *Piper callosum*. Para todos os óleos das cinco espécies de *Piper*, a concentração de 1000 ppm produziu 100% de mortalidade em apenas 24 horas. Na maioria dos óleos, com 500 ppm foi obtido 100% de mortalidade em 48 horas, comprovando a ação inseticida das espécies estudadas.

Fazolin, Estrela e Argolo (2002), avaliando o potencial inseticida de 13 plantas exóticas ou nativas da Região Amazônica, utilizaram a vaquinha-do-feijoeiro *Cerotomatingo marianus* Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae) como inseto alvo e constataram que, dos extratos vegetais estudados, a rotenona obtida de *Derris urucu* a 0,13% foi a que apresentou o melhor resultado quanto ao efeito deterrente de alimentação e, principalmente, quanto à eficiência na mortalidade deste inseto. Além disso, o óleo de *Carapa guianenses* nas concentrações 1,5% e 1,0%, raízes em infusão de *Petveria alliacea* a 2%, *Azadirachta indica* a 7%, sementes de *Melia azederach* a 12% e folhas em infusão de *Erythrina berteroana* a 10% foram os tratamentos que apresentaram significativo efeito deterrente de alimentação, não sendo eficientes para provocar a mortalidade de *Cerotomatingo marianus*.

Uma abordagem científica sobre o potencial inseticida da família Annonaceae no controle alternativo de insetos-praga constatou que a diversidade de espécies de anonáceas conhecidas mundialmente apresenta cerca de 2% das espécies com

informações sobre o potencial inseticida, principalmente contra Diptera, Lepidoptera e Coleoptera. Foi relatado o uso de 42 espécies de anonáceas com atividade inseticida em cerca de 60 espécies de insetos-praga, sendo que as espécies vegetais destacadas foram a graviola (*Annona muricata* Linnaeus) e a fruta-do-conde ou pinha (*Annona squamosa* Linnaeus), as quais são consideradas como as espécies mais utilizadas atualmente em estudos de potencial inseticida (KRINSKI; MASSAROLI; MACHADO, 2014).

Óleos essenciais também são utilizados em estudos de potencial inseticida, a exemplo dos óleos de piperáceas, tais como *Piper aduncum* L., *Piper hispidinervum* C. DC. e da bignoniácea *Tanaecium nocturnum*, que apresentam efeito para larvas *Tenebrio molitor*, variando os níveis de mortalidade em função da concentração e da via de intoxicação. Esses óleos são considerados promissores como inseticidas quando utilizados em concentrações acima de 3,0% para *Piper hispidinervum* e 2,5% *Piper aduncum* e *Tanaecium nocturnum* (FAZOLIN *et al.*, 2007b). Os mesmos autores (FAZOLIN *et al.*, 2007a) também constataram que o óleo essencial de *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. & K. Shum (Bignoneaceae) tem atividade inseticida sobre *Sitophilus zeamais* Motsch., em concentrações superiores a 4 %.

Ainda sobre o efeito inseticida da espécie *Piper aduncum*, estudos realizados por Silva *et al.* (2007) demonstraram que tanto o extrato aquoso de raízes como o de folhas de *Piper aduncum*, apresentam atividade inseticida sobre adultos de *Aetalion* sp. As concentrações letais medianas encontradas para o extrato de folhas e raízes foram de $CL_{50} = 20,9$ e $20,2$ mg/ml, respectivamente, demonstrando que ambos possuem a mesma eficiência. Sendo assim, a utilização de extrato aquoso de folhas é recomendada por não causar impacto ambiental durante a coleta e pela praticidade de obtenção da matéria-prima.

Espécies naturalizadas no Brasil também têm mostrado potencial inseticida, como exemplo disso, Brunherotto e Vendramim (2001) determinaram o efeito de extratos aquosos de folhas de *Melia azedarach* L. sobre o desenvolvimento da traça-

do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick). Os autores verificaram que concentrações de 0,1; 1,0 e 5% afetam adversamente o desenvolvimento do inseto, com efeitos mais significativos nas maiores concentrações, causando redução da sobrevivência larval de *Tuta absoluta* e alongamento do período de desenvolvimento das lagartas sobreviventes. A mesma espécie, *Melia azedarach*, também se mostrou potencialmente tóxica a soldados de *Atta laevigata*. Jung *et al.* (2013) comparando extratos de folhas dessa espécie, obtidos por diferentes métodos, verificaram que o extrato alcoólico a 10% é eficiente, causando 78,8% de mortalidade. O potencial inseticida dessa espécie pode ser atribuído à presença de compostos limonoides, os quais também se encontram presentes no nim (*Azadirachta indica* Juss.), espécie muito estudada e amplamente conhecida pelo seu potencial inseticida.

Estudo realizado por Silva (2010) com extratos etanólicos e de mistura acetona-hexano-água da casca de três espécies amazônicas, *Dalbergia inundata* Spruce ex Benth (Fabaceae), conhecida como mosquiteiro de capivara, *Senna silvestris* (Vell.) H. S. Irwin & Barneby (Fabaceae), chamada de abotinha, e *Virola guianensis* Aubl. (Myristicaceae), com nome popular de ucuúba, foram estudados e avaliados em cupim-de-madeira-seca (*Cryptotermes brevis*). Os extratos etanólicos e a mistura acetona-hexano-água da casca das espécies estudadas não apresentaram toxicidade em *Cryptotermes brevis*, mas os extratos avaliados possuem atividade inibidora de alimentação. A atividade observada para os extrativos de *Dalbergia inundata* foi dependente da concentração, e o extrato etanólico das cascas de *Dalbergia inundata*, *Senna silvestris* e *Virola guianensis* contém em sua constituição química compostos com propriedades biológicas contra cupins e outros insetos.

Santos *et al.* (2013), trabalhando com extrato acetônico das raízes de *Piper alatabaccum* sobre a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*), verificaram que o extrato testado causou a indução da mortalidade dos insetos, demonstrando o potencial inseticida dessa espécie e abrindo novas perspectivas no controle biológico de pragas. A espécie *Anacardium humile* (Anacardiaceae) também apresenta potencial inseticida

sobre larvas de *Aedes aegypti*. O óleo obtido das folhas da espécie causa 100% de mortalidade em larvas de 4º estágio de *Aedes aegypti* nas concentrações até 0,125%, o que indica a potencialidade de uso da planta como larvicida de *Aedes aegypti* (PORTO *et al.*, 2008).

O potencial dos extrativos do lenho e da casca das espécies amazônicas madeireiras *Pouteria guianensis*, *Buchenavia parviflora* e *Dinizia excelsa* foi comprovado como repelente contra o ataque de cupins *Nasutitermes* sp., utilizando-se como substrato a espécie *Simarouba amara*, de baixa durabilidade (BARBOSA; NASCIMENTO; MORAIS, 2007). Em estudo com a espécie *Mimosa caesalpinifolia* foi verificada a presença de tanino e atividade inseticida de extrato aquoso em concentrações de 7 e 10%, afetando a taxa intrínseca de aumento da população e o tempo médio de geração de mosca-branca (*Bemisia tabaci*) (CAVALCANTE, MOREIRA; VASCONCELOS, 2006).

Gonzaga *et al.* (2007), trabalhando com extratos de folhas para verificar a toxicidade de *Palicourea marcgravii* em pulgão verde dos citros (*Aphis spiraecola*), constataram que houve mortalidade de 50% dos insetos na concentração de 50 mg/ml no decorrer das 24 horas de observação e determinaram a concentração letal (CL₅₀) de 47,02 mg/ml. *Palicourea marcgravii* também apresentou toxicidade do extrato aquoso de folhas em pulgão preto dos citros (*Toxoptera citricida*) (GONZAGA *et al.*, 2008). Todas as concentrações analisadas (10, 20, 30, 40 e 50 mg/ml) causaram mortalidade dos pulgões superior a 50%, sendo que a maior concentração causou a mortalidade de todos os insetos. A concentração letal foi de CL₅₀ = 10,61 mg/ml e o tempo letal mediano TL₅₀ = 43,495 horas. Ressalta-se que a espécie *Palicourea marcgravii* apresenta toxicidade tanto para o pulgão verde dos citros (*Aphis spiraecola*) como para o pulgão preto dos citros (*Toxoptera citricida*), sendo maior a toxicidade para este.

Ainda sobre o potencial inseticida de *Palicourea marcgravii*, Silva *et al.* (2009) relataram que extratos aquosos de folhas e raízes também apresentam efeito tóxico sobre adultos de *Aetelion* sp. O extrato das raízes apresenta maior toxicidade (CL₅₀ = 12,4 mg/ml) do que o extrato de folhas (CL₅₀ = 39,9 mg/ml). Os autores atribuíram a maior

atividade do extrato de raízes devido à maior concentração de ácido monofluoracético e/ou fluoracetato ou pelo sinergismo de substâncias, o que também foi observado para a espécie *Annona montana*, em que extratos hidroetanólicos de folhas apresentaram menor toxicidade do que extratos hidroetanólicos de sementes, mas tanto o extrato de folhas como de semente de *Annona montana* são indicados no controle de ninfas de *Aphis craccivora*. Na concentração de 15%, o extrato hidroetanólico de folhas causou 78% de mortalidade e $CL_{50} = 7,69\%$, enquanto o extrato obtido de sementes foi eficiente na concentração de 2%, proporcionando 96% de mortalidade das ninfas, com $CL_{50} = 0,55\%$. Ambos os extratos são indicados no controle de pulgão preto do feijão-caupi (BANDEIRA *et al.*, 2017).

Sementes de *Annona mucosa* mostraram potencial inseticida em bioensaios com exposição em meio artificial (ingestão) de extrato etanólico obtido das sementes. O extrato da espécie interfere no desenvolvimento e comportamento alimentar de *Spodoptera frugiperda*, além de reduzir a viabilidade das fases larval e pupal e o peso de pupa, bem como provoca aumento na duração da fase larval e um aumento na proporção de pupas e adultos com alterações morfológicas. Além da *Annona mucosa*, as espécies *Copaifera* sp., *Orbignya phalerata* e *Carapa guianensis* também são eficientes no controle da *Spodoptera frugiperda*. Percebe-se, ainda, que o óleo da madeira de *Copaifera* sp. apresenta maior toxicidade para as lagartas do que as demais espécies ($CL_{50} = 7.50\%$ (v/v), sendo 6,84 vezes mais tóxico que o óleo de sementes da *Orbignya phalerata* ($CL_{50} = 51.31\%$ (v/v)) e 8,11 vezes mais tóxico que o óleo das sementes de *Carapa guianensis* ($CL_{50} = 60.84\%$ (v/v)) (SANTOS *et al.*, 2016).

As espécies *Banara guianensis*, *Clavija weberbaueri*, *Mayna parvifolia* e *Ryania speciosa* apresentam efeito inseticida na concentração de 5 mg mL⁻¹ sobre operárias de *Atta laevigata*. O extrato de *M. parvifolia* se destaca pela alta mortalidade, 82% em 72 horas, enquanto os extratos de *Banara guianensis*, *Clavija weberbaueri* e *Ryania speciosa* promovem a mesma mortalidade (68% às 72 horas após a aplicação) (GOUVÊA *et al.*, 2010).

Cerda *et al.* (2019) avaliaram a atividade inseticida de extrato aquoso de cinco espécies de plantas da região Amazônica, *Deguelia utilis* (ACSm.), *Xanthosoma*

purpuratum K. Krause, *Clibadium* sp., *Witheringia solanacea* L'Hér, *Dieffenbachia costata* H. Karst. ex Schott. e *Cymbopogon citratus* Stapf. Em bioensaios de laboratório, os autores verificaram que extrato das espécies *Deguelia utilis*, *Xanthosoma purpuratum*, *Dieffenbachia costata*, *Witheringia solanacea*, nas concentrações 0,13; 0,55; 0,04 e 0,06 g/ml, respectivamente, apresentaram menor porcentagem de consumo de folhas por larvas de *Plutella xylostella* (L.) em comparação com o controle negativo (água). Porém, apenas o extrato de *Deguelia utilis* exibiu um efeito larvicida com mortalidade de 20,0% ± 6,3. Quando avaliados os efeitos na oviposição, o extrato de *Dieffenbachia costata* apresentou a maior redução no número de ovos com média de 1,1 ± 0,5 ovos postos por disco foliar em 5 dias, enquanto, para o controle (água), a média foi de 44,2 ± 6,3 ovos. As demais espécies (*Deguelia utilis*, *Clibadium* sp., *Xanthosoma purpuratum* e *Witheringia solanacea*) também reduziram o número de ovos postos com resultados semelhantes de 5,1 a 6,4 ovos em 5 dias.

Os mesmos autores realizaram experimentos de campo semiaberto com *Brevicoryne brassicae* (L.), após 15 dias das aplicações dos extratos, apenas *Deguelia utilis* (concentração de 0,0454 g/ml) apresentou redução na sobrevivência (16,4% ± 8,8 de ninfas e adultos), enquanto para o controle negativo utilizando apenas água a sobrevivência foi de 57,4% ± 17,1.

Na revisão geral foram registradas 71 espécies, sendo 25 ocorrentes na Amazônia, 11 naturalizadas na Amazônia e 11 que são exclusivas do domínio Amazônico, demonstrando a importância da preservação da vegetação nativa para novas descobertas científicas (Tabela 1).

Tabela 1 - Espécies com atividade inseticida descrita na literatura

Família	Espécie	Inseto-praga	Referência
Achariaceae	<i>Mayna parvifolia</i> (J.F.Macbr.) Sleumer***	<i>Atta laevigata</i>	Gouvêa et al. (2010)
Anacardiaceae	<i>Anacardium humile</i> Saint Hill *	<i>Aedes aegypti</i>	Porto et al. (2008)
Annonaceae	<i>Annona montana</i> Macfad.*	<i>Aphis craccivora</i>	Bandeira et al. (2017)
	<i>Annona mucosa</i> Jacq.*	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Ribeiro, Ansante e Vendramim (2016)

Continua ...

Tabela 1 - Continuação

Família	Espécie	Inseto-praga	Referência
Araceae	<i>Dieffenbachia costata</i> H. Karst. ex Schott***	<i>Plutella xylostella</i> (L.)	Cerda <i>et al.</i> (2019)
	<i>Xanthosoma purpuratum</i> K. Krause*	<i>Plutella xylostella</i> (L.)	Cerda <i>et al.</i> (2019)
Arecaceae	<i>Orbignya phalerata</i> Mart.*	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Santos <i>et al.</i> (2016)
	<i>Achillea millefolium</i> L.	<i>Plutella xylostella</i> (L.)	Boiça Júnior <i>et al.</i> (2005)
	<i>Ageratum conyzoides</i> L.*	<i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	Knaak <i>et al.</i> (2012)
	<i>Artemisia absinthium</i> L.	<i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith); <i>Sitophilus oryzae</i> L.;	Knaak <i>et al.</i> (2012); Vitorino <i>et al.</i> (2012); Boller e Deboni (2013)
Asteraceae	<i>Artemisia verlotorum</i> Lamotte**	<i>Brevicoryne brassicae</i> L. <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	Knaak <i>et al.</i> (2012)
	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam). Pers.	<i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	Knaak <i>et al.</i> (2012)
	<i>Bidens pilosa</i> L.**	<i>Plutella xylostella</i> (L.)	Boiça Júnior <i>et al.</i> (2005)
	<i>Clibadium</i> sp.*	<i>Plutella xylostella</i> (L.)	Cerda <i>et al.</i> (2019)
	<i>Mikania glomerata</i> Spreng.	<i>Papiliothoas brasiliensis</i>	Sousa e Mussury (2010);
	<i>Tanacetum vulgare</i> L.**	<i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	Knaak <i>et al.</i> (2012)
	<i>Tanaecium nocturnum</i> Bureau & K. Schum.***	<i>Sitophilus zeamais</i> Motsch.;	Fazolin <i>et al.</i> (2007b);
Bignoniaceae	<i>Cordia verbenacea</i> DC.	<i>Tenebrio molitor</i> L. <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	Fazolin <i>et al.</i> (2007a) Knaak <i>et al.</i> (2012)
	<i>Symphytum officinale</i> L.	<i>Plutella xylostella</i> (L.)	Boiça Júnior <i>et al.</i> (2005)
Boraginaceae		<i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith);	Sousa e Mussury (2010); Knaak <i>et al.</i> (2012)
		<i>Papiliothoas brasiliensis</i>	
Brassicaceae	<i>Lepidium sativum</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	Knaak <i>et al.</i> (2012)
		<i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith);	Tavares e Vendramim (2005);
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.*	<i>Plutella xylostella</i> (L.);	Knaak <i>et al.</i> (2012);
		<i>Sitophilus zeamais</i> Mots.	Boiça Júnior <i>et al.</i> (2005)

Continua ...

Tabela 1 - Continuação

Família	Espécie	Inseto-praga	Referência
	<i>Copaifera</i> sp. L.*	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Santos <i>et al.</i> (2016)
	<i>Dalbergia inundata</i> Spruce ex Benth.***	<i>Cryptotermes brevis</i>	Silva (2010)
	<i>Derris urucu</i> (Killip & Sm.) J.F.Macbr.*	<i>Cerotoma tingomarianus</i> Bechyné	Fazolin, Estrela e Argolo (2002); Knaak <i>et al.</i> (2012)
	<i>Erythrina berteroana</i> *	<i>Cerotoma tingomarianus</i> Bechyné	Fazolin, Estrela e Argolo (2002)
	<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.*	<i>Bemisia tabaci</i>	Cavalcante, Moreira e Vasconcelos (2006)
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam) De Wit**	Gennadius	
Fabaceae	<i>Senna silvestris</i> (Vell.) H. S. Irwin & Barneby*	<i>Cryptotermes brevis</i>	Silva (2010)
	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	<i>Plutella xylostella</i> (L.)	Torres, Barros e Oliveira (2001)
	<i>Prosopis juliflora</i> (SW.)DC	<i>Plutella xylostella</i> (L.)	Torres, Barros e Oliveira (2001)
	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart) Coville	<i>Plutella xylostella</i> (L.)	Boiça Júnior <i>et al.</i> (2005)
	<i>Deguelia utilis</i> (ACSm.)***	<i>Plutella xylostella</i> (L.)	Cerda <i>et al.</i> (2019)
		<i>Brevicoryne brassicae</i> L.	Cerda <i>et al.</i> (2019)
Lamiaceae	<i>Melissa officinalis</i> L.	<i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	Knaak <i>et al.</i> (2012)
	<i>Mentha crispera</i> L.	<i>Plutella xylostella</i> (L.)	Boiça Júnior <i>et al.</i> (2005)
Malvaceae	<i>Malva silvestres</i> L.	<i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	Knaak <i>et al.</i> (2012)
		<i>Myzus persicae</i> (Sulzer);	Fazolin, Estrela e Argolo (2002);
		<i>Plutella xylostella</i> (L.);	Boiça Júnior <i>et al.</i> (2005);
		<i>Eriopsis connexa</i> ;	Sausen <i>et al.</i> (2007);
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss	<i>Cerotoma tingomarianus</i> Bechyné;	Venzon <i>et al.</i> (2007);
		<i>Papilio thoas brasiliensis</i>	Sousa e Mussury (2010)

Continua ...

Tabela 1 - Continuação

Família	Espécie	Inseto-praga	Referência
		<i>Cerotoma</i>	Fazolin, Estrela e Argolo (2002);
	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.***	<i>tingomarianus</i> Bechyné	
		<i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	Santos <i>et al.</i> (2016)
		<i>Atta laevigata</i> Smith;	Brunherotto e Vendramim (2001);
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> L.**	<i>Cerotoma</i> <i>tingomarianus</i> Bechyné;	Dequech <i>et al.</i> (2008);
		<i>Microtheca ochroloma</i> Stal.;	Fazolin, Estrela e Argolo (2002);
		<i>Tuta absoluta</i> (Meyrick)	Jung <i>et al.</i> (2013)
	<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.*	<i>Plutella xylostella</i> (L.)	Boiça Júnior <i>et al.</i> (2005)
		<i>Plutella xylostella</i> (L.);	Roel <i>et al.</i> (2000);
	<i>Trichilia pallida</i> Sw.*	<i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	Boiça Júnior <i>et al.</i> (2005)
Myristicaceae	<i>Virola guianensis</i> Aubl.***	<i>Cryptotermes brevis</i>	Silva (2010)
	<i>Eucalyptus</i> sp.	<i>Microtheca ochroloma</i> Stal.	Dequech <i>et al.</i> (2008)
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	<i>Atta laevigata</i> Smith;	Jung <i>et al.</i> (2013);
		<i>Microtheca ochroloma</i>	Dequech <i>et al.</i> (2008)
Nyctaginaceae	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels**	<i>Microtheca ochroloma</i>	Dequech <i>et al.</i> (2008)
	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	<i>Plutella xylostella</i> (L.)	Boiça Júnior <i>et al.</i> (2005)
Phaseaceae	<i>Canavalia ensiformes</i> (L.) DC.*	<i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	Knaak <i>et al.</i> (2012)
		<i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith);	Fazolin, Estrela e Argolo (2002);
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i> L. (Tipi, Guiné)**	<i>Cerotoma</i> <i>tingomarianus</i> Bechyné	Knaak <i>et al.</i> (2012)
	<i>Piper aduncum</i> L.*	<i>Aetalion</i> sp	Silva <i>et al.</i> (2007);
		<i>Tenebrio molitor</i> L.	Fazolin <i>et al.</i> (2007b)
	<i>Piper alatabaccum</i> Trel. & Yunck.***	<i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari	Santos <i>et al.</i> (2013)
Piperaceae	<i>Piper hispidinervum</i> C. DC.*	<i>Tenebrio molitor</i> L.	Fazolin <i>et al.</i> (2007b)
	<i>Piper hispidum</i> Kunth*	<i>Hypothenemus hampei</i>	Santos <i>et al.</i> (2010)
	<i>Piper nigrum</i> L.**	<i>Plutella xylostella</i> (L.)	Boiça Júnior <i>et al.</i> (2005)
	<i>Piper tuberculatum</i> Jacq.*	<i>Alabama argillacea</i> (HUEBNER, 1818)	Miranda <i>et al.</i> (2002)
	<i>Pothomorphe umbellata</i> L.*	<i>Plutella xylostella</i> (L.)	Boiça Júnior <i>et al.</i> (2005)

Continua ...

Tabela 1 - Conclusão

Família	Espécie	Inseto-praga	Referência
Plumbaginaceae	<i>Plumbago capensis</i> Thunb	<i>Plutella xylostella</i> (L.)	Boiça Júnior <i>et al.</i> (2005)
Primulaceae	<i>Clavija weberbaueri</i> Mez***	<i>Atta laevigata</i>	Gouvêa <i>et al.</i> (2010)
Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf **	<i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	Knaak <i>et al.</i> (2012)
Rubiaceae	<i>Palicourea marcgravii</i> St. Hil.*	<i>Aphis spiraeicola</i> <i>Toxoptera citricida</i> <i>Aetalion</i> sp.	Gonzaga <i>et al.</i> (2007); Gonzaga <i>et al.</i> (2008); Silva <i>et al.</i> (2009)
Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i> L.	<i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith); <i>Papiliothoas brasiliensis</i>	Sousa e Mussury (2010); Knaak <i>et al.</i> (2012)
Salicaceae	<i>Banara guianensis</i> Aubl.* <i>Ryania speciosa</i> Vahl*	<i>Atta laevigata</i>	Gouvêa <i>et al.</i> (2010)
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.*	<i>Plutella xylostella</i> (L.)	Boiça Júnior <i>et al.</i> (2005)
Simaroubaceae	<i>Quassia amara</i> L.*** <i>Atropa belladonna</i> L. <i>Capsicum frutescens</i> L.** <i>Datura suaveolens</i> Humb & Bonpl. ex. Willd	<i>Heliothis virescens</i> , <i>Spodoptera frugiperda</i> <i>Papiliothoas brasiliensis</i> <i>Microtheca ochroloma</i> <i>Plutella xylostella</i> (L.)	Almeida <i>et al.</i> (2007) Sousa e Mussury (2010); Dequech <i>et al.</i> (2008) Boiça Júnior <i>et al.</i> (2005)
Solanaceae	<i>Nicotiana tabacum</i> L.**	<i>Plutella xylostella</i> (L.); <i>Liriomyza huidobrensis</i> ; <i>Microtheca ochroloma</i> ; <i>Eriopsis connexa</i> (Germar)	Boiça Júnior <i>et al.</i> (2005); Sausen <i>et al.</i> (2007); Dequech <i>et al.</i> (2008); Dequech <i>et al.</i> (2010)
	<i>Solanum cernuum</i> Vell <i>Witheringia solanacea</i> L'Hér***	<i>Plutella xylostella</i> (L.) <i>Plutella xylostella</i> (L.)	Boiça Júnior <i>et al.</i> (2005) Cerdeira <i>et al.</i> (2019)
Zingiberaceae	<i>Curcuma zedoaria</i> <i>Zingiber officinale</i> Roscoe	<i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith) <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	Knaak <i>et al.</i> (2012) Knaak <i>et al.</i> (2012)

Fonte: Autores (2018)

Em que: *Espécies ocorrentes na Amazônia; **Espécies naturalizadas na Amazônia; *** Espécies exclusivamente amazônicas.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta revisão, nota-se que as espécies amazônicas constituem uma rica fonte de pesquisa, com diversas delas estudadas e se mostrando promissoras para a descoberta de compostos inseticidas. Logo, são necessários estudos sobre mecanismos de ação e fitotoxicidade para a inserção definitiva e segura de produtos vegetais no mercado. Além disso, diversos estudos de avaliação da atividade inseticida foram realizados em laboratório, sendo assim, é necessário que estudos conduzidos em campo sejam realizados para verificar se ocorre o mesmo padrão de resultados encontrados nos estudos em laboratório.

REFERÊNCIAS

- AHMED, M. *et al.* Insecticidal activity and biochemical composition of *Citrullus colocynthis*, *Cannabis indica* and *Artemisia argyi* extracts against cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.). **Scientific Reports**, [s. l.], v. 10, n. 522, jan. 2020.
- ALMEIDA, M. M. B. *et al.* Ocorrência e atividade biológica de quassinóides da última década. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 935-951, abr. 2007.
- BALDWIN, I. T. *et al.* Merging molecular and ecological approaches in plant–insect interactions. **Current Opinion in Plant Biology**, Cambridge, v. 4, n. 4, p. 351-358, aug. 2001.
- BANDEIRA, H. F. S. *et al.* Bioactivity of *Annona montana* Macfad extracts on the black cowpea aphid (*Aphis craccivora* Koch). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.12, n. 1, p. 41-46, feb. 2017.
- BARBOSA, A. P.; NASCIMENTO, C. S.; MORAIS, J. W. Estudos de propriedades antitermíticas de extratos brutos de madeira e casca de espécies florestais da Amazônia Central, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 37, n. 2, p. 213-218, jun. 2007.
- BOIÇA JÚNIOR, A. L. *et al.* Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em couve. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, n. 1, p. 45-50, mar. 2005.
- BOLLER, P. J.; DEBONI, T. C. Manejo ecológico de *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae) com extratos aquosos de losna *Artemisia absinthium* L. no cultivo de brócolis. **Cadernos de Agroecologia**, [s. l.], v. 8, n. 2, nov. 2013.
- BRUNHEROTTO, R.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade de extratos aquosos de *Melia azedarach* L. sobre o desenvolvimento de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, n. 3, p. 455-459, set. 2001.

- CAVALCANTE, G. M.; MOREIRA, A. F. C.; VASCONCELOS, S. D. Potencialidade inseticida de extratos aquosos de essências florestais sobre mosca-branca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 9-14, jan. 2006.
- CERDA, H. *et al.* Effects of Aqueous Extracts from Amazon Plants on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae) in Laboratory, Semifield, and field trials. **Journal of Insect Science**, [s. l.], v. 19, n. 5, p. 1-9, set. 2019.
- CORRÊA, J. C. R.; SALGADO, H. R. N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 4, p. 500-506, out./dez. 2011.
- DEQUECH, S. T. B. *et al.* Efeito de extratos de plantas com atividade inseticida no controle de *Microtheca ochroloma* Stal (Col.: Chrysomelidae), em laboratório. **Biotemas**, Florianópolis, v. 21, n. 1, p. 41-46, mar. 2008.
- DEQUECH, S. T. B. *et al.* Inseticidas botânicos sobre *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) e seus parasitoides em feijão-de-vagem cultivado em estufa. **Biotemas**, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 37-43, jun. 2010.
- DYER, L. A.; RICHARDS, J.; DODSON, C. D. Isolation, synthesis, and evolutionary ecology of *Piper amides*. In: DYER, L. A.; PALMER, A. D. N. (ed.). **Piper: a model genus for studies of phytochemistry, ecology, and evolution**. [S. l.]: Springer US, 2004. p. 117-139.
- FAZOLIN, M. *et al.* Atividade inseticida do óleo essencial de *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. & K. Shum (Bignoneaceae) sobre *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 37, n. 4, p. 599-604, set. 2007a.
- FAZOLIN, M. *et al.* Propriedade inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum* C. DC.; *Piper aduncum* L. e *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. & K. Shum sobre *Tenebrio molitor* L., 1758. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 113-120, jan./fev. 2007b.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V; ARGOLO, V. **Avaliação de plantas com potencial inseticida no controle da vaquinha-do-feijoeiro (*Cerotoma tingomarianus* Bechyné)**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2002. 42 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).
- FERNANDEZ, C. M. M. *et al.* Larvicidal activity of piperovatine and dichloromethane extract from *Piper corcovadensis* roots against mosquitoes *Aedes aegypti* L. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 142-148, 2020.
- FERREIRA, T. P. *et al.* Prolonged mosquitocidal activity of *Siparuna guianensis* essential oil encapsulated in chitosan nanoparticles. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, [s. l.], v. 13, n. 8, aug. 2019.
- GONZAGA, A. D. *et al.* Toxicidade de Manipueira de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e erva-de-rato (*Palicourea margravii* St. Hil) a adultos de *Toxoptera citricida* Kirkaldy (Homoptera: Aphididae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n.1, p. 101-106, jan./mar. 2008.
- GONZAGA, A. D. *et al.* Toxicidade de três concentrações de Erva-de-rato (*Palicourea marcgravii* St. Hil.) e manipueira (*Manihot esculenta* Crantz) em pulgão verde dos citros (*Aphis spiraecola* Patch) em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5 supl 2, p. 55-56, jul. 2007.

- GOUVÊA, S. M. *et al.* Lethal and behavioral effects of amazonian plant extractson leaf-cutting ant (Hymenoptera: Formicidae) workers. **Sociobiology**, Feira de Santana, v.56, n. 3, p. 1-13, sep. 2010.
- JACOBSON, M. Botanical pesticides: present and future. *In*: ARNASON, J. T.; PHILOGENE, B. J. R.; MORAND, P. (org.). **Inseticides of Plant Origin**. Washington: ACS, 1989. p. 1-9.
- JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Flora do Brasil 2020 em construção**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 01 out. 2020.
- JUNG, P. H. Atividade inseticida de *Eugenia uniflora* L. e *Melia azedarach* L. sobre *Atta laevigata* Smith. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 2, p. 191-196, abr./jun. 2013.
- KHAN, S. *et al.* Insecticidal activity of plant-derived extracts against different economically important pest insects. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 45, p. 113-124, mar. 2017.
- KNAAK, N. *et al.* Atividade inseticida de extratos de plantas medicinais sobre *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **BioAssay**, Piracicaba, v. 7, n. 1, p. 1-6, 2012.
- KRINSKI, D.; MASSAROLI, A.; MACHADO, M. Potencial inseticida de plantas da família Annonaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, p. 224-243, jan. 2014.
- LEBOEUF, M. *et al.* The phytochemical the Annonaceae. **Phytochemistry**, London, v. 21, n. 12, p. 2783-2813, 1982.
- LI, X. C. *et al.* Fatty acid synthase inhibitors from plants: isolation, structure elucidation, and SAR studies. **Journal of Natural Products**, Ohio, v.65, n. 12, p.1909-1914, nov. 2002.
- LUCENA, D. C. *et al.* Biological activity of *Piper aduncum* extracts on *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Erebidae) and *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 89, n. 3, p. 1869-1879, apr. 2017.
- LUIZ, A. L. *et al.* Efficacy of botanical extracts from Brazilian savannah against *Diabrotica speciosa* and associated bactéria. **Ecological Research**, Tsukuba, v. 32, n. 3, p. 435-444, apr. 2017.
- MARANGONI, C.; MOURA, N. F.; GARCIA, F. R. M. Utilização de óleos essenciais e extratos de plantas no controle de insetos. **Revista de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 92-112, jul.2012.
- MASSAROLLI, A.; PEREIRA, M. J. B.; FOERSTER, L. A. *Annona crassiflora* mart. (Annonaceae): Effect of crude extract of seeds on larvae of soybean looper *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Bragantia**, Campinas, v. 76, n. 3, p. 398-405, jul./set. 2017.
- MENEZES, E. L. A. **Inseticidas botânicos**: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropédica. Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, 2005. 58 p.
- MIRANDA, J. E. *et al.* Potencial inseticida do extrato de *Piper tuberculatum* (Piperaceae) sobre *Alabama Argillacea* (Huebner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.6, n. 2, p. 557-563, maio/ago. 2002.

MORAIS, L. A. S.; MARINHO-PRADO, J. S. Plantas com Atividade Inseticida. *In*: HALFELD-VIEIRA, B. D. A. *et al.* (ed.). **Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2016.

PORTO, K. R. D. A. *et al.* Atividade larvicida do óleo de *Anacardium humile* Saint Hill sobre *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae). **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 41, n. 6, p. 586-589, nov./dez.2008.

RIBEIRO, L. P.; ANSANTE, T. F.; VENDRAMIM, J. D. Efeito do extrato etanólico de sementes de *Annona mucosa* no desenvolvimento e comportamento alimentar de *Spodoptera frugiperda*. **Bragantia**, Campinas, v. 75, n. 3, p. 322-330, jul./set. 2016.

ROEL, A. R. *et al.* Effect of ethyl acetate extract of *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) on development and survival of fall army worm. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 53-58, jan. 2000.

SANTOS, A. C. V. *et al.* Insecticidal oils from Amazon plants in control of fall armyworm. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 3, p. 642-647, jul./sep. 2016.

SANTOS, M. R. A. *et al.* Atividade inseticida do extrato das folhas de *Piper hispidum* (Piperaceae) sobre a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 33, p. 319-324, abr./jun. 2010.

SANTOS, M. R. A. *et al.* Composição química e atividade inseticida do extrato acetônico de *Piper alatabaccum* Trel&Yuncker (Piperaceae) sobre *Hypothenemus hampei* Ferrari. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 15, n. 3, p. 332-336, jul./set. 2013.

SAUSEN, C. D. *et al.* Ação de plantas inseticidas sobre oviposição e eclosão de larvas de *Eriopsis connexa* (Col.: Coccinellidae). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 1247-1250, out. 2007.

SILVA, E. P. **Potencial inseticida de extrativos de três espécies vegetais da Amazônia em *Cryptotermes brevis* Walker, 1853 (Isoptera: Kalotermitidae)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2010.

SILVA, R. M. *et al.* Behavioral characterization and alternative control methods of the bamboo borer [*Dinoderus minutus* Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae)]. **Idesia**, Arica, v. 37, n. 2, p. 5-12, jun. 2019.

SILVA, W. C. *et al.* Atividade inseticida de *Piper aduncum* L. (Piperaceae) sobre *Aetalion* sp. (Hemiptera: Aetalionidae), praga de importância econômica no Amazonas. **Acta Amazônica**, Manaus, v.37, n. 2, p. 293-298, jun. 2007.

SILVA, W. C. *et al.* Avaliação do efeito tóxico de extratos de *Palicourea marcgravii* St. Hil. (Rubiaceae) sobre *Aetalion* sp. (Hemiptera: Aetalionidae) em laboratório. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 129-133, abr./jun. 2009.

SOSA, A. *et al.* Insecticidal effects of *Vernonanthura nebularum* against two economically important pest insects. **Saudi Journal of Biological Sciences**, [s. l.], v. 26, n. 5, p. 881-889, jul. 2019.

SOUSA, D. M. C.; MUSSURY, R. M. Avaliação do efeito deterrente de extratos vegetais sobre *Papilio thoas brasiliensis* (Lepidoptera: Papilionidae) Rothschild & Jordan, 1906. **Journal of the Selva Andina Research Society**, La Paz, v. 1, n. 1, p. 50-56, dez. 2010.

SOUTO, R. N. P. *et al.* Estudos preliminares da atividade inseticida de óleos essenciais de espécies de *Piper* Linneus (Piperaceae) em operárias de *Solenopsis saevissima* F Smith (Hymenoptera: formicidae), em laboratório. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 1, n. 1, p. 42-48, jan. 2011.

SOUZA, A. P. de. **Atividade inseticida e modo de ação de extratos de meliáceas sobre Bemisia tabaci (Genn., 1889) biótipo B**. 2004. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

TAN, K. *et al.* A popular Indian clove-based mosquito repellent is less effective against *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* than DEET. **PLOS ONE**, [s. l.], v.14, n. 11, nov. 2019.

TANG, C. S.; YANG, R. Z. Plants used for pest control in China: a literature review. **Economic Botany**, New York, v.42, n. 3, p. 376-406, jul. 1988.

TAVARES, M. A.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade da erva-de-santa-maria, *Chenopodium ambrosioides* L., sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 319-323, mar./abr. 2005.

TORRES, A. L.; BARROS, R.; OLIVEIRA, J. V. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 151-156, mar. 2001.

TORREZ, A. A. A. *et al.* Tratamientos químico y biológico en semillas de *Aniba rosaeodora* para el control de *Heilipus odoratus* (Coleoptera, Curculionidae, Molytinae) en viveros, Amazonas, Brasil. **Bosque**, Valdivia, v. 39, n. 2, p. 299-308, 2018.

VENZON, M. *et al.* Toxicidade letal e subletal do nim sobre o pulgão-verde e seu predador *Eriopis connexa*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 5, p. 627-631, maio 2007.

VIANA, P. A.; PRATES, H. T.; RIBEIRO, P. E. A. **Uso do extrato aquoso de folhas de nim para o controle de Spodoptera frugiperda na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. (Circular técnica).

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

VIGLIANCO, A. I. *et al.* Antifeedant and repellent effects of extracts of three plants from Córdoba (Argentina) against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). **BioAssay**, Piracicaba, v. 3, n. 4, p. 1-6, apr. 2008.

VITORINO, W. V. *et al.* Efeito de extratos de *Artemisia absinthium* L. na mortalidade de *Sitophilus oryzae* (L.) Coleoptera: Curculionidae). **Revista Técnico Científica do IFSC**, Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 761, out. 2012.

Contribuição de Autoria

1 – Aline Gonçalves Spletozer

Engenheira Florestal, Ma.

<https://orcid.org/0000-0003-2949-0237> • alinespletozer_afmt@hotmail.com

Contribuição: Conceituação, Curadoria de dados, Análise Formal, Investigação, Metodologia, Escrita - primeira redação

2 – Cleiton Rosa dos Santos

Engenheiro Florestal, Pesquisador Autônomo

<https://orcid.org/0000-0001-7744-2681> • cleitonsantos_tnn@hotmail.com

Contribuição: Investigação, Escrita - primeira redação

3 – Laura Araujo Sanches

Engenheira Florestal, Ma.

<https://orcid.org/0000-0002-7829-8842> • laura_araujo_555@hotmail.com

Contribuição: Escrita - revisão e edição

4 – Juliana Garlet

Engenheira Florestal, Dra., Professora

<https://orcid.org/0000-0002-0791-7060> • julianagarlet@unemat.br

Contribuição: Supervisão, Escrita - revisão e edição

Como citar este artigo

Spletozer, A. G.; Santos, C. R.; Sanches, L. A.; Garlet, J. Plantas com potencial inseticida: enfoque em espécies amazônicas. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 974-997, 2021. DOI 10.5902/1980509832244. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509832244>. Acesso em: xx mês-abreviado 2021.