



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PICOS
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA

LETICIA MARIA ARAUJO LUZ

**ESPECIES VEGETAIS NATIVAS E SEU POTENCIAL PARA APLICAÇÃO DO
CONTROLE DE PRAGAS**

PICOS

2022

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PICOS
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA

LETICIA MARIA ARAUJO LUZ

**ESPECIES VEGETAIS NATIVAS E SEU POTENCIAL PARA APLICAÇÃO DO
CONTROLE DE PRAGAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Picos.

Orientadora: Dra. Isabella Cristhina Gonçalves Costa

PICOS

2022

FICHA CATALOGRÁFICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
PIAUÍ CAMPUS PICOS
COORDENAÇÃO DE BIBLIOTECA
SERVIÇO DE PROCESSOS TÉCNICOS

L979e Luz, Leticia Maria Araújo

Espécies vegetais nativas e seu potencial para aplicação do
controle de pragas / Leticia Maria Araújo Luz. — 2022.

40 f.: il.

Monografia (Graduação em Licenciatura em Química) —
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí,
Picos, 2022.

CDD: 581.192

LETICIA MARIA ARAUJO LUZ

**ESPECIES VEGETAIS NATIVAS E SEU POTENCIAL PARA APLICAÇÃO DO
CONTROLE DE PRAGAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Picos.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Isabella Cristhina Gonçalves Costa (orientador)
(IFPI)

Prof. Dr. Éverton Leandro de França Ferreira
(UNIVASF).

Me. Jorge Roberto Assunção Cardoso
(IFPI).

Dedico este trabalho aos meus pais, a quem agradeço a base que deram para me tornar a pessoa que sou hoje.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente, a Deus, pela força e por sempre me guiar pelos caminhos certos que me trouxeram até aqui.

Aos meus pais, Maria dos Remédios e Nilvan, por todo o apoio e pela força que sempre me deram para me manter de pé e sempre motivada a correr atrás dos meus objetivos. Vocês são o meu alicerce.

Ao meu irmão, Matheus, pelo apoio e carinho. Por nunca ter me deixado desistir e por sempre está ao meu lado quando mais preciso.

A minha orientadora Isabella Costa, pela preocupação, paciência, determinação e por me acolher tão bem. Aos professores que me acompanharam até aqui nessa jornada, e ao Instituto Federal do Piauí – Campus Picos por esses anos de aprendizados.

Aos professores que estiveram comigo até aqui, e ao Instituto Federal do Piauí – Campus Picos por todo o aprendizado repassado.

As irmãs que o IFPI me deu, Priscila Costa, Thamyres Fernanda e Maria Aparecida, obrigada por todo o apoio, por todo o companheirismo ao longo dos anos, carregarei vocês para sempre no meu coração.

Viver é arriscar tudo. Caso contrário você é apenas um pedaço inerte de moléculas montadas aleatoriamente à deriva onde o universo te sopra (Rick and Morthy).

RESUMO

O uso de plantas e dos seus metabólitos secundários como inseticida é um costume que vem sendo utilizado pelo homem desde a antiguidade. As plantas apresentam mecanismos de defesa própria, que auxiliam na sua proteção e acabam gerando uma enorme variedade de produtos químicos na qual são categorizados como metabólitos primários e secundários. Os metabólitos secundários são compostos naturais produzidos em plantas tendo como uma de suas finalidades, a proteção contra estresses abióticos e bióticos, as substâncias químicas oriundas do metabolismo secundário, são responsáveis pela defesa da planta. O Brasil apresenta a flora mais rica do mundo, destacando-se com um grande potencial para a produção de compostos secundários com as mais diversas atividades biológicas, dentre elas potencial inseticida. Em relação a isso, é de suma importância o estudo sobre biopesticidas a base de espécies vegetais, visto os benefícios que os mesmos causam tanto a saúde do meio ambiente, como a dos seres humanos, além de possuir uma produção de baixo custo.

Palavras-chave: espécies vegetais nativas; metabólicos secundários; fitopatógenos; inseticidas

ABSTRACT

The use of plants and their secondary metabolites as an insecticide is a custom that has been used by man since ancient times. Plants have their own defense mechanisms, which help in their protection and end up generating a huge variety of chemical products in which they are categorized as primary and secondary metabolites. Secondary metabolites are natural compounds produced in plants having as one of their purposes, protection against abiotic and biotic stresses, chemical substances from secondary metabolism are responsible for the defense of the plant. Brazil has the richest flora in the world, standing out with great potential for the production of secondary compounds with the most diverse biological activities, including insecticidal potential. In this regard, the study of biopesticides based on plant species is of paramount importance, given the benefits they cause to both the health of the environment and human beings, in addition to having a low-cost production.

Keywords: native plant species; secondary metabolites; phytopathogens; insecticides

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Estrutura da fitoalexina	17
Figura 2: Estrutura da nicotina	18
Figura 3: Estrutura da furanocumarinas.....	18
Figura 4: Comunicação entre plantas	20
Figura 5: Funções eco-fisiológicas.....	21
Figura 6: Mapeamento de artigos	27
Figura 7: Unidades registradas de biopesticida	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: COVs conhecidos induzindo respostas diretas em plantas e/ou iniciando defesas sob estresse biótico ou abiótico	24
Tabela 2: Produtos naturais de plantas nativas com potencial inseticida frente a fipatógenos.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

COVs – Compostos Orgânicos Voláteis

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
2.1. OBJETIVO GERAL.....	16
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3. METODOLOGIA	17
4. REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
4.1. Metabólitos secundários e primários de plantas	18
4.2. Comunicação química	20
4.2.1. Interação planta-planta	20
4.2.2. Interação planta – inseto.....	23
4.2.3. Defesas químicas.....	23
5.1. Mapeamento dos artigos	24
5.2. Espécies vegetais nativas com potencial inseticida	25
5.3. Uso de biopesticidas.....	28
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS	32

1. INTRODUÇÃO

O uso de plantas e dos seus metabólitos secundários como inseticida é um costume que vem sendo utilizado pelo homem desde a antiguidade. No início da primeira metade do século XX, essas substâncias eram bastante aplicadas na inspeção de insetos, principalmente nos países tropicais. Dessa forma, é evidente que os produtos de procedência vegetal ressurgam como uma variação favorável para o monitoramento de insetos (KRINSKI; MASSAROLI; MACHADO, 2014).

O Brasil possui a flora mais rica do mundo, com 49.208 espécies reconhecidas na atualidade, incluindo plantas nativas cultivadas e naturalizadas, apresentando grande potencial para produzir compostos secundários com as mais diversas atividades biológicas, dentre elas potencial inseticida. (SPLETOZER *et al.*, 2021a).

A ampla variedade biológica presente no Brasil, tem contribuído com inúmeros estudos a partir de extratos vegetais e de óleos essenciais os quais se consegue extrair metabólitos provenientes do metabolismo secundário de plantas, e que surgem como alternativa na busca por novas substâncias com propriedades inseticidas (SANTOS; ANDRADE, 2021).

A propagação de contaminação por agrotóxicos é um tema que ganhou ressaltos na sociedade pela feição com que seus impactos vêm sendo analisados e pela sua abordagem recorrente na literatura científica no que tange ao foco no homem e ao meio em que vive (ar, solo e recursos hídricos). Assim, o ecossistema tem sido amplamente afetado, a exemplo dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. (MARQUES *et al.*, 2019).

Considerando um grande número de espécies tanto da flora como da fauna encontradas no Brasil, principalmente no bioma amazônico, o impacto ambiental torna-se mais claro quando se utiliza formas de manejo de insetos convencionais. Desta forma, o conhecimento e o encorajamento para a utilização de formas de controle de pragas que sejam menos tóxicas se faz primordial, desejando incentivar o uso sistematizado de plantas fitossanitárias no manuseio de pragas, a fim de se adquirir uma agricultura mais plausível e sustentável, conivente à produção de alimentos mais saudáveis e favorecer na formação de conhecimentos científicos. (DE BITENCOURT OLIVEIRA; SASAYA; GARLET, 2020).

A atuação de metabólitos secundários de plantas tem se tornado uma alternativa no monitoramento de fitopatógenos, com a capacidade ecológica para substituir o emprego de produtos sintéticos e tóxicos, através da aplicação de subprodutos de espécies vegetais que

apresentam em sua estruturação, substâncias com propriedades inseticidas (ARAÚJO *et al.*, 2019a).

No que diz respeito a combater o ataque de herbívoros, as plantas geram estruturas morfológicas especializadas ou metabólicos secundários e proteínas que possuem propriedades tóxicas ou repelentes (WAR *et al.*, 2012). Com base nesse contexto, foi realizada uma revisão sistemática sobre a importância de buscar alternativas naturais e inseticidas, para serem utilizadas na agricultura e assim diminuir o consumo excessivo de pesticidas tóxicos. Consoante a isso, o Brasil possui uma vasta biodiversidade, que é mal aproveitada tendo em vista os benefícios que poderiam ser extraídos das plantas, produzindo biopesticidas, barateando os custos de produção, e elevando a qualidade dos produtos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

- Relatar como os produtos naturais de espécies vegetais nativas podem ser usados como pesticidas no controle de pragas na agricultura e enfatizar a importância de buscar alternativas para substituir o uso de pesticidas sintéticos tóxicos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mapear os trabalhos mais relevantes sobre o uso de metabólitos secundários com ação inseticida presentes na literatura;
- Classificar os trabalhos de acordo com a espécie vegetal, sua composição química e aplicação destes frente aos diferentes tipos de fitopatógenos;
- Avaliar e analisar as aplicações mais relevantes;

3. METODOLOGIA

Este trabalho consiste em um estudo sistemático de dados presentes na literatura sobre o uso de produtos naturais no controle de pragas que causam danos às plantações. A escolha desse tema, deve-se a vasta biodiversidade de plantas que ocorrem no Brasil e a utilização delas como fonte econômica no país.

Para a seleção dos artigos, foram efetuadas buscas utilizando os seguintes descritores na língua portuguesa: espécies vegetais nativas, inseticidas, metabólicos secundários, óleos essenciais, extrato de plantas, defesa química, interações ecológicas e na língua inglesa: native plant species, insecticides, secondary metabolites, essential oils, plant extracts, chemical defense, ecological interactions. As bases de dados estabelecidas para a pesquisa foram: Science Direct, SciELO e Periódicos CAPES. O recorte temporal definido para a busca foi dos últimos 15 anos, a partir do ano 2005.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. Metabolitos secundários e primários de plantas

As plantas apresentam mecanismos de defesa própria, que auxiliam na sua proteção e acabam gerando uma enorme variedade de produtos químicos cujo os mesmos são categorizados como metabólitos primários e secundários. Os metabólitos primários são compostos que constituem todas as plantas e que estão envolvidos no seu desenvolvimento. São exemplos de metabólitos primários os açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, lipídeos e nucleotídeos, como também moléculas maiores, que são condensadas a partir deles, como proteínas, polissacarídeos, membranas, DNA e RNA (AMORIM e BORGES, 2020, p.55).

Os metabólitos secundários são compostos naturais produzidos em plantas tendo como uma de suas finalidades, a proteção contra estresses abióticos e bióticos e realizam um papel importante no desempenho da evolução dos vegetais. As substâncias químicas oriundas do metabolismo secundário, são responsáveis pela defesa da planta, as quais podem ser chamadas de fitoalexinas como mostra abaixo, na figura 1 ou aleloquímicos (MONSORES *et al.*, 2021). Esses compostos caracterizam um campo de interação química entre a planta e o ambiente envolvente e sua síntese é primordialmente afetada pelas condições ambientais. São produzidos pelas plantas e expelidos no meio ambiente via destilação radiculares no solo ou via parte aérea das plantas, que podem volatilizar, trazendo efeitos benéficos ou nocivos sobre outras plantas ou microrganismos (RODRIGUES *et al.*, 2019)

Fonte: autoria própria

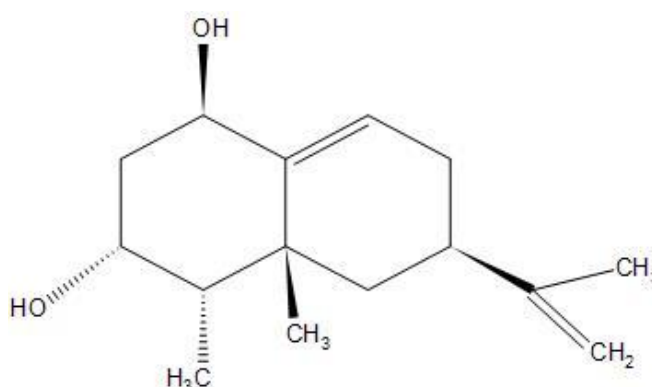


Figura 1: Estrutura química de uma fitoalexinas capsidiol

Nos últimos tempos, em relação à sustentabilidade, o que requisita um aperfeiçoamento em relação as novas tecnologias, para que as mesmas sejam menos agressivas ao meio ambiente e

social. As plantas apresentam mecanismos de defesa como por exemplo, ataque de macro e microrganismos antagonistas. São exemplos de defesa contra artrópodes herbívoros a produção de metabólitos secundários tóxicos (aleloquímicos), como a nicotina ilustrada na figura 2 ou furanocumarinas ilustrada na figura 3. Esses mecanismos são considerados defesas diretas, uma vez que afetam diretamente os herbívoros ao impedir que estes se alimentem (PINTO-ZEVALLOS *et al.*, 2013a).

Fonte: autoria própria

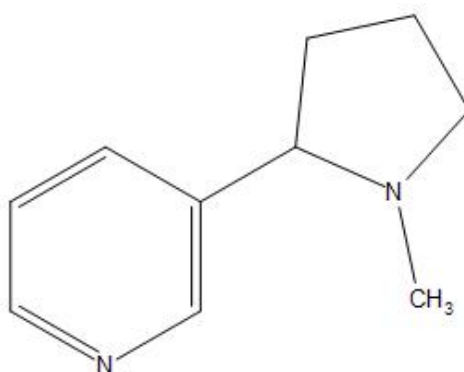


Figura 2: Estrutura química da nicotina

Fonte: autoria própria

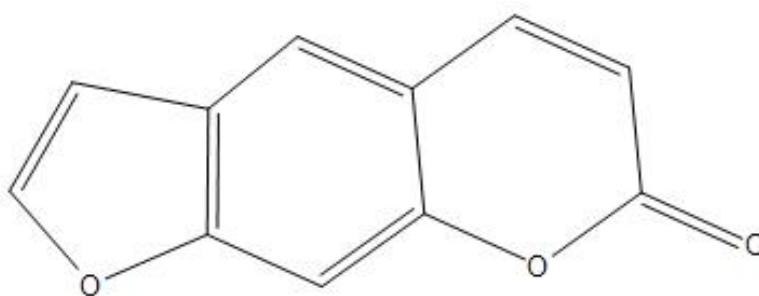


Figura 3: Estrutura química de uma furanocumarina Psoraleno

As plantas apresentam inúmeros mecanismos para conciliar as transformações que surgem em suas condições inconstantes de desenvolvimento para permitir versatilidade funcional sob a intervenção de fatores ambientais sem afetar os processos fisiológicos celulares e de desdobramento produzindo uma seleção de metabólitos secundários que formalizam vários

papéis em resposta ao ambiente em mudança, crescimento e desenvolvimento (ISAH; ISAH, 2019).

A atividade relatada para as substâncias produzidas por espécies vegetais vem se transformando em uma alternativa no manuseio de fitopatógenos, com potencial ecológico com o objetivo de substituir o emprego de produtos sintéticos (ARAÚJO *et al.*, 2019b).

4.2. Comunicação química

As plantas estão equipadas com vários mecanismos para se proteger de herbívoros, patógenos microbianos ou estresses abióticos, como água ou danos mecânicos. A resistência das plantas aos insetos pode ser física, morfológica ou química. As defesas químicas nas plantas se originam do metabolismo secundário e podem ser constitutivas ou induzíveis. As defesas constitutivas são expressas de forma consistente independentemente do estresse biótico ou abiótico e estão associadas à produção de comportamentos que também são usados para manipulá-lo (BLASSIOLI-MORAES *et al.*, 2016).

4.2.1. Interação planta-planta

As espécies vegetais são conhecidas por identificar seus vizinhos por várias pistas, entretanto, para não apenas memorizar, mas também reconhecer o vizinho, é fundamental ter informações mais detalhadas. Essas informações conseguem ser transmitidas por compostos orgânicos voláteis (COVs) acima e abaixo do solo (ROSENKRANZ *et al.*, 2021).

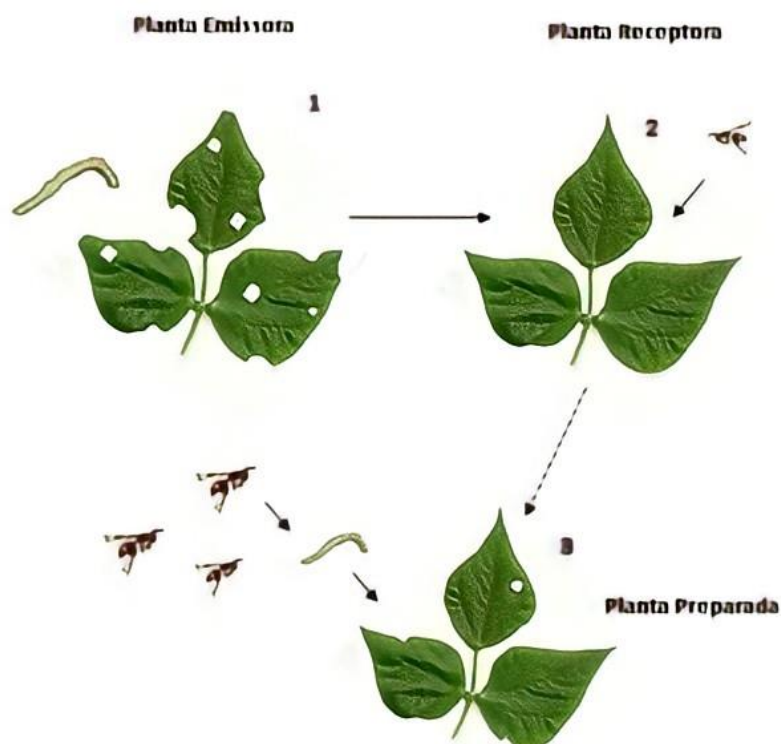


Figura 4: “Comunicação” entre plantas: as plantas que estão sendo atacadas induzem para as plantas vizinhas que não foram atacadas para iniciar o processo de defesa. A planta emissora é induzida, após a herbivoria, e emite voláteis para a atmosfera (1). Esses são percebidos pela planta vizinha receptora, que ativa os mecanismos de defesa tais como ativação de genes envolvidos na síntese de proteínas de defesa e de voláteis (2). Essas podem atrair os inimigos naturais. As plantas também são preparadas para responder mais rapidamente ao futuro ataque de herbívoros (3). Adaptado de PINTO-ZEVALLOS *et al.*, 2013

A comunicação planta-planta acontece no momento em que as plantas não danificadas (‘receptores’) respondem a sinais no ar, (COVs) de vizinhos danificados por herbívoros (‘emissores’) ampliando as defesas anti-herbívoros, iminentemente melhorando a aptidão, como ilustra a figura 4. Após ocorrer o ataque de herbívoros, as plantas instauram uma esplendida abundância de respostas induzidas. O nível de defesas induzidas nos tecidos vegetais submete-se à genética da planta, ontogenética, bem como das condições do ecossistema, mas também diferenciam em função da abundância, amplitude da dieta e guilda alimentar dos herbívoros (MOREIRA *et al.*, 2018).

Quando as plantas são cometidas por herbívoros, elas começam a liberar conjuntos distintos de compostos voláteis. Esses compostos podem afugentar e intoxicar herbívoros, atrair inimigos e provocar reações defensivas em tecidos e plantas não atacadas. dessa forma, as plantas não apenas liberam, mas também percebem estes compostos como indicativos de alerta (KALSKE *et al.*, 2019).

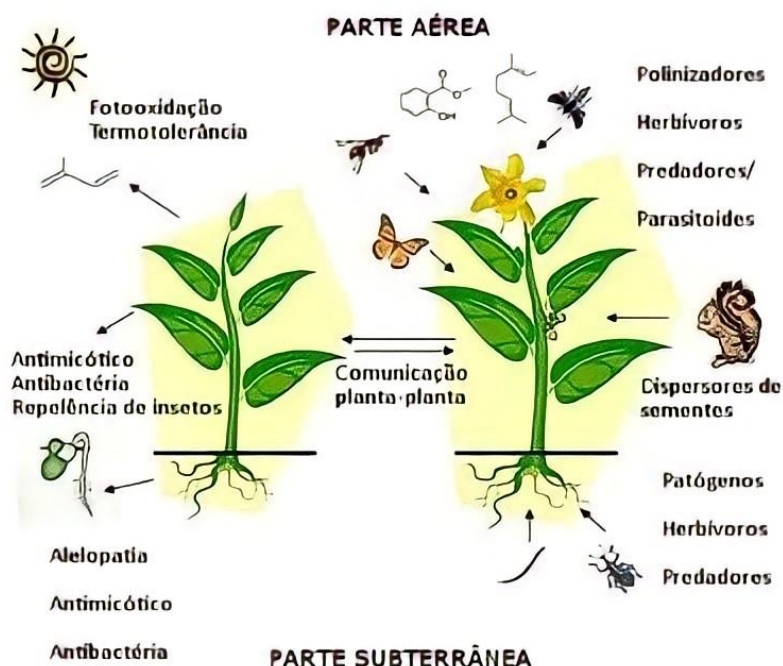


Figura 5: Funções eco-fisiológicas dos voláteis emitidos constitutiva e induzidamente pelas plantas (PINTO-ZEVALLOS *et al.*, 2013b).

Fipatógenos induzem uma imunidade da planta hospedeira por fitohormônios bastante conhecidos, por exemplo, o ácido salicílico, etileno e ácido jasmônico. Surpreendentemente, o reconhecimento de insetos e estranhos também dialoga com vias de defesa, utilizando exsudatos de raízes ou voláteis de folhas, contornando o carbono para respostas de antecipação benéficas. Sabe-se que as pistas e sinais interplantas são centrais na herbivoria (BANCAL, 2021).

As comunicações entre as plantas executam um papel fundamental no ajuste de suas metodologias de desenvolvimento em resposta às condições ambientais circundantes. A transmissão e a assimilação de sinais de plantas vizinhas faz com que as plantas coletem informações sobre riscos, potenciais inimigos e hospedeiros de parasitas de plantas, e também minúcias sobre parceiros simbióticos (MARZEC, 2022).

As espécies vegetais são exibidas a uma série de impulsos mecânicos de seus vizinhos, causados pelo vento, movimento hiponástico das folhas, circunutação de órgãos vegetais ou fototropismo. Estes impulsos mecânicos podem operar como pistas da aparição do vizinho. A timidez do dossel nas árvores é um exemplo famoso de resposta da planta a impulsos mecânicos induzidos por vizinhos (ELHAKEEM *et al.*, 2018).

4.2.2. Interação planta – inseto

As espécies vegetais exalam uma grandiosa diversidade de substâncias químicas que oferecem conhecimentos sobre sua identidade e mediam suas comunicações com insetos. Os insetos possuem um grandioso número de receptores olfativos com uma sensibilidade bastante alta para sinais químicos, que necessitam de papéis essenciais em suas atividades primordiais, incluindo forrageamento e oviposição. A intercomunicação planta-inseto entre reinos (Plantae e Animalia) é de suma importância não apenas por causa de sua onipresença e papéis essenciais em sistemas naturais e agrícolas, mas também devido aos mediadores de conversação extraordinariamente abundantes moldados por centenas de milhões de anos de coevolução (ZU *et al.*, 2020)

Existem muitos fatores que atraem insetos para as plantas, como características morfológicas como cheiro, forma e cor. Os odores de flores e folhas são muito importantes no comportamento dos insetos porque podem afetar os insetos a distâncias relativamente maiores, onde outros fatores não podem ser detectados pelos insetos. As redes de comunicação insetos-plantas baseadas em odor são determinantes-chave da saúde do ecossistema florestal urbano. O aroma consiste em COVs emitidos pelas plantas, e o perfil de emissão depende da espécie de planta. (MASUI *et al.*, 2022).

4.2.3. Defesas químicas

O mecanismo de proteção das plantas contra herbívoros se separa em dois mecanismos, a defesa direta e indireta. Na defesa direta, estão incluídas substâncias que impactam diretamente a performance do inseto, tais como metabólitos secundários, enzimas e proteínas, sem exclusão de órgãos como tricomas e espinhos. Já na defesa indireta, estão envolvidas substâncias que são emitidas pela planta, que conseguem atrair parasitas e predadores do inseto fitófago (SPLETOZER *et al.*, 2021b).

Os danos provocados pelo ataque de herbívoros estimulam os modos de defesa em toda a planta, tanto nos tecidos diretamente estragados (resposta local) como nas áreas não danificadas (resposta sistêmica) e inclusive em outras plantas. A tabela 1 apresenta algumas respostas das plantas ao estresse. Enquanto que o reparo do tecido lesado é uma função associada às respostas

locais, as evasivas contra o herbívoro são locais e sistêmicas, com mudanças metabólicas e indução da expressão de genes. (DEUNER *et al.*, 2019).

Tabela 1: COVs conhecidos induzindo respostas diretas em plantas e/ou iniciando defesas sob estresse biótico ou abiótico

Compostos	Espécie vegetal	Tempo de Exposição	Respostas induzidas nas plantas receptoras	Respostas ao estresse nas plantas receptoras.	Referencias
Nonanal	<i>Phaseolus lunatus</i>	6 h e 24 h		Todas as concentrações e tempos testados reduzem a infecção pelo patógeno bacteriano <i>P. syringae</i> .	BROSSET; BLANDE, 2022
Benzenoides Benzotiadiazol	<i>P. lunatus</i>	Pulverização		Aumenta a expressão do gene PR-2 e aumenta a resistência a <i>P. syringae</i> .	BROSSET; BLANDE, 2022
β -cariofileno	<i>S. lycopersicum</i>	Perfusão	Induz a despolarização		BROSSET; BLANDE, 2022

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Mapeamento dos artigos

Os artigos foram mapeados no período de tempo de 2005 a 2022, assim como mostra a figura 6, artigos que trazem a importância sobre o uso de espécies vegetais nativas como biopesticidas.

Fonte: autoria própria

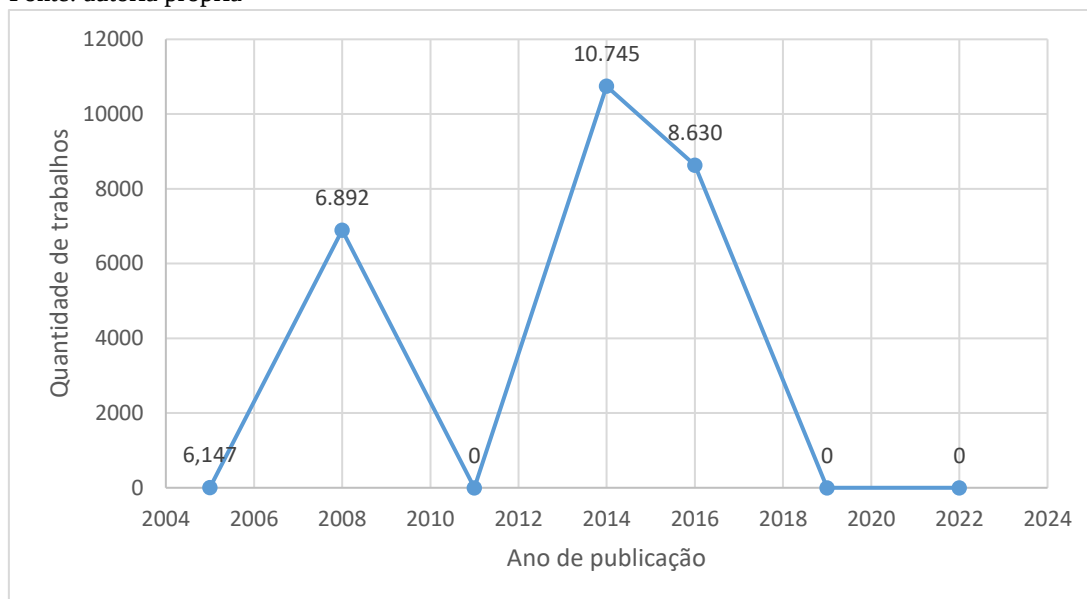


Figura 6: quantidade de trabalhos que foram realizados no período de 2005 a 2022.

5.2. Espécies vegetais nativas com potencial inseticida

A broca do café, *Hypothenemus Hampei*, é uma das principais pragas da cultura do café, e ela está presente cotidianamente nos campos comerciais de produção de café. A fiscalização da broca do café não é uma tarefa muito fácil, o inseto alavanca bastante prejuízo, além da diminuição do peso e da qualidade das bagas de café (VERA *et al.*, 2011), o que para o Brasil, é um problema, já que a cafeicultura é responsável por grande movimentação monetária no país. Produtos de proveniência vegetal podem ser usufruídos como fontes de métodos para a produção de inseticidas naturais, dado que são afortunados em componentes bioativos, como exemplo o óleo essencial da planta *Schinus terebinthifolia* Raddid, conhecida popularmente como aroeira-vermelha, ela apresenta, segundo o estudo realizado por Santos *et al.*, (2013), 37 constituintes químicos. Os componentes principais foram germacreno D (25,0%), (E) -b-cariofileno (17,5%) e d-elemen (10,5%). Os resultados mostram que o óleo essencial de *S. terebinthifolius* foi satisfatório na indução da letalidade dos insetos e abre um novo olhar quanto ao seu aproveitamento o como inseticida natural no manejo de pragas (SANTOS; LIMA; SILVA; TEIXEIRA; *et al.*, 2013).

Tabela 2: Produtos naturais de plantas nativas com potencial inseticida frente a fipatógenos.

Espécie vegetal	Nome popular	Extrato/Substância	Fitopatógeno	Referências
<i>Schinus terebinthifolia</i>	Aroeira-vermelha, aroeira-pimenteira ou poivre-rose	Óleo essencial das folhas / germacreno D, b-cariofileno e d-elemenno.	<i>Hypothenemus hampei</i> / broca-do-café / <i>H. hampei</i> .	SANTOS, M. R. A.; LIMA; SILVA; LIMA; <i>et al.</i> , 2013
<i>Piper aduncum</i>	Aperta-ruão, pimenta-de-fruto-ganchoso, tapa-buraco e jaborandi-falso	Óleo essencial / dilapiol, 3,92% de safrol e 2,84% de sarisan	<i>Sitophilus zeamais</i> / gorgulho do milho / <i>S. zeamais</i>	ESTRELA <i>et al.</i> , 2006
<i>Piper aduncum</i>	Aperta-ruão, pimenta-de-fruto-ganchoso, tapa-buraco e jaborandi-falso	Extrato aquoso de folhas e raízes / fenilpropanóide dilapiol	<i>Aetalionidae</i> / cigarrinha-das-frutíferas/ <i>A. reticulatum</i> - <i>Spodoptera litura</i> / lagarta do algodão/	SILVA <i>et al.</i> , 2007
<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga	Extrato hidroalcoólico das folhas/ flavonoides e taninos	<i>Atta laevigata</i> Smith / Saúva /	JUNG <i>et al.</i> , 2013
		Óleo essencial / Ocimeno; β -Elemeno; β -cariofileno; Elemeno; Transcariofileno; Biciclogermacreno; Curzereno; Cadineno; Germacreno B; Espatuleno; Selina1,3,7(11) -trien-8-ona; Atractilona; Furanodiona; Germacrona, e Oxidoselina-1,3,7(11) -trien-8-ona.	<i>Atta laevigata</i> Smith / Saúva /	JUNG <i>et al.</i> , 2013
<i>Piper alatabaccum</i>	Pimenta-de-macaco	Extrato acetônico das raízes / piperovatina, 8,9-dihidropiplartina e piplartina, 5,5',7-trimetoxi-3',4'-metilenodioxiflavona e 3',4',5,5',7-pentametoxiflavona	<i>Hypothenemus hampei</i> / broca-do-café / <i>H. hampei</i>	SANTOS, M. R. A.; LIMA; SILVA; LIMA; <i>et al.</i> , 2013.

O gorgulho do milho, *sitophilus zeamais*, é uma considerável praga de grãos, principalmente do milho (*zea mays*L.), como também pode atacar trigo (*Triticum* L. ssp) e o arroz (*Oryza* L. ssp) (STUHL; ROMERO, 2021). Espécies com potencial inseticida têm sido utilizadas como método opcional na gestão de controle através de produtos com formulação em pó, óleos e extratos contra as principais pragas que sucedem em produtos armazenados (ESTRELA *et al.*, 2006). *Piper aduncum* é uma planta de interesse econômico para a Amazônia

e que há a possibilidade ser usada no manuseio de pragas. Essa espécie fornece um óleo essencial chamado dilapiol, cujo este, tem potencial inseticida (SILVA *et al.*, 2007). Segundo Estrela *et al.*, (2006) a composição do óleo de *P. aduncum* é de 73,97% de dilapiol, 3,92% de safrol e 2,84% de sarisan como componentes majoritários. O óleo essencial de *Piper aduncum* apresentou efeito inseticida frente a *Sitophilus zeamais* e sua eficácia é dependente da via de intoxicação e da concentração do óleo aplicado.

Os insetos sugadores instigam alguns prejuízos às plantas. Dentre esses insetos, localiza-se o *Aetalion* sp., pertencente à família Aetalionidae, sendo a espécie *Aetalion reticulatum*, conhecida popularmente como “cigarrinha dos pomares”. A utilização de extrato de *P. aduncum* tem se tornado uma possibilidade no controle de insetos fitopatógenos e, em consequência disso, proporcionando custos operacionais, ajudando a produzir uma alimentação mais segura e proteger o meio ambiente dos mais diversos efeitos causados pelos inseticidas convencionais. Os extratos aquosos de folhas e raízes de *Piper aduncum* apresentaram atividade inseticida sobre adultos de *Aetalion* sp. A mortalidade do inseto ocorreu pela presença do fenilpropanóide dilapiol que foi encontrado nessa planta e que possuem efeito inseticida. Os resultados obtidos mostraram uma significativa mortalidade das larvas, a mesma semelhança da mortalidade encontrada em adultos de *Aetalion* sp. (SILVA *et al.*, 2007).

As formigas do gênero *Atta*, conhecidas popularmente como saúvas, transformou-se em uma das principais pragas das florestas plantadas brasileiras, tendo como destaque a espécie de formigas cortadeiras, sendo a mesma, uma das principais espécies culpadas de danos monetários nos sistemas agrícolas. Embora os avanços em pesquisas sobre o manejo da formiga cortadeira, o método mais usado é o químico. Pesquisas vem sendo feitas com o objetivo de melhorar o controle deste inseto utilizando métodos alternativos de manejo, desejando a redução no uso de produtos sintéticos. Extratos e óleos de espécies vegetais já foram analisados como uma excelente alternativa para o controle de pragas, como exemplo do extrato hidroalcoólico com potencial inseticida da *E. uniflora* que contém a presença de flavonoides. Teores de fenóis, taninos e flavonoides totais foram descobertos em amostras do pó das folhas de *E. uniflora* com concentrações de 9,22%, 5,08% e 0,53% (JUNG *et al.*, 2013).

No óleo essencial da *E. uniflora*, foram identificados os seguintes compostos: Ocimeno; β -Elemeno; β -cariofileno; Elemeno; Transcariofileno; Biciclogermacreno; Curzereno; Cadineno; Germacreno B; Espatuleno; Selina-1,3,7(11)-trien-8-ona; Atractilona; Furanodiona; Germacrona, e Oxidoselina-1,3,7(11)-trien-8-ona, os quais

possuem atividade inseticida. Segundo os resultados, o óleo essencial da *E. uniflora* apresentou maior potencial inseticida contra o fitopatógeno *Atta laevigata* Smith e este fato provavelmente está relacionado pôr a quantidade de substancias presentes no óleo essencial serem maiores (JUNG *et al.*, 2013).

A utilização de inseticidas convencionais para o manejo de insetos tem sido de pouco eficaz entre os países cafeicultores da América, devido à contaminação do solo, água, atmosfera e seres vivos, o uso de aleloquímicos que atraem, repelem ou interrompem a atividade alimentar, com o propósito de defender as culturas do ataque de insetos, tem sido bastante estudado. Devido à existência de uma vasta variedade de metabólitos secundários, algumas espécies do gênero *Piper* têm sido examinadas em relação ao potencial no controle de microrganismos e insetos que prejudicam os sistemas agrícolas. A *Piper alatabaccum* foi estudada, e por meio de estudos, foi possível isolar a partir dela três amidas: piperovatina, 8,9-dihidropiplartina e piplartina, e duas flavonas, 5,5',7-trimetoxi-3',4'metilenodioxiflavona e 3',4',5,5',7-pentametoxiflavona. Os resultados mostraram que as substancias presente no extrato que foram utilizadas, se mostrou eficiente na indução da mortalidade dos insetos e com isso, abre-se novas perspectivas quanto ao uso como inseticida no manejo de pragas (SANTOS, M. R. A.; LIMA; SILVA; LIMA; *et al.*, 2013).

5.3. Uso de biopesticidas

A utilização descontrolada dos agrotóxicos no meio rural brasileiro tem sido a razão de efeitos desfavoráveis para o meio ambiente e a saúde do funcionário rural, que está frequentemente em contato direto com essas substâncias. Inúmeros agravos à saúde estão associados ao uso de agrotóxicos, como por exemplo, o acontecimento de anomalias congênitas, neoplasias, doenças mentais, infertilidade dentre outros, tornando-se uma adversidade para a Saúde Pública. Para que uma substância química de efeito praguicida seja reputada como ideal, deve ser efetiva em baixa concentração, expor baixa toxicidade aos vegetais e demais mamíferos e ser biodegradável (PERIÓDICOS - UFT | JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY AND BIODIVERSITY, [s. d.]).

Praguicidas químicos são abundantemente utilizados para a manipulação de pragas que danificam a produção agrícola, no entanto, o uso indiscriminado retrata sérios riscos ambientais. Com baixa especificidade, esses químicos lesam uma grande quantidade de organismos, considerados não - alvo. Frente aos perigos associados ao uso de pesticidas sintéticos, há um

gradativo interesse em opções menos agressivas ao ambiente para o controle de pragas na agricultura. Nesse cenário, os biopesticidas apresentam-se no mercado como uma alternativa menos prejudicial ao meio ambiente, pois dispõe de maior particularidade com o organismo alvo, afetando um número menor de organismos não alvo (SIMÃO *et al.*, 2021).

Os pesticidas se transformaram numa ferramenta necessária para matar pragas, controlar ervas daninhas e coibir microbiomas para uso agrícola e doméstico. Não obstante, com o uso massivo, as praguicidas conseguem se perpetuar no solo, no ar e na água e, às vezes, acumular-se no ser humano ou em outros mamíferos por meio de cadeias alimentares. Muitas análises corroboram que os pesticidas dispõem de toxinas capazes de afetar mamíferos nos sistemas endócrino, neural e imunológico (MOURÃO JÚNIOR; DUVOISIN, 2020).

O cadastro de novos biopesticidas no mercado brasileiro ao decorrer dos anos, destacou-se por obter um acréscimo de novos registros do ano de 2005 a 2019, principalmente no ano de 2018 como mostra o gráfico da figura 7. (COMUNICAÇÃO, 2019).

Fonte: MAPA

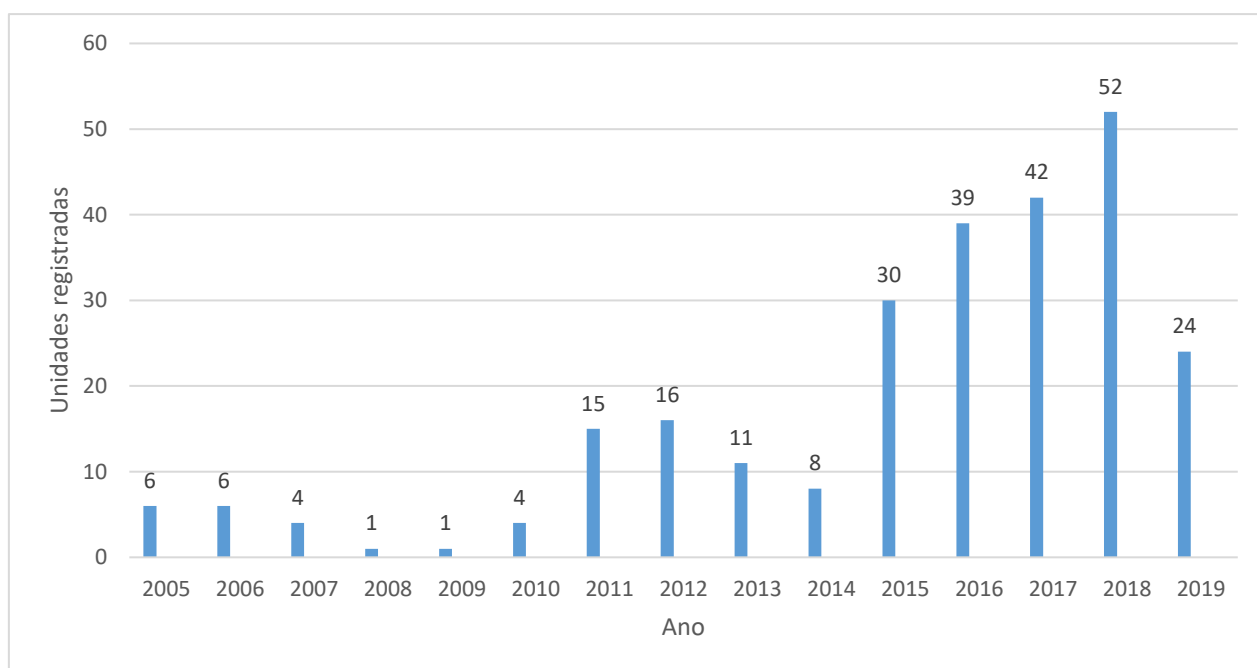


Figura 7: Unidades registradas de biopesticidas segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA.

É de notória importância que, com os avanços na agricultura brasileira, destacam-se o uso de venenos químicos, por serem muito utilizados no controle de pragas que afetam a agricultura, vale salientar que o uso de químicos para o controle de pragas, acarreta em prejuízo para o bem-estar tanto da planta, quanto dos seres humanos que posteriormente irão consumir o alimento

produzido. Diante disso, surge a preocupação em obter praguicidas orgânicos para que não agredam as plantas e os seres humanos. Pôr o Brasil ser palco das maiores diversidades com relação a flora, nasce a importância em está catalogando e estudando seus compostos com intuito de obter extratos capazes de repelir as pragas que atacam as lavouras. Com a utilização desses extratos naturais, é possível ter uma economia no custo de produção da lavoura, tendo em vista que não gastará valores altos para obter químicos importados de outros países, na qualidade de vida dos consumidores, pois estariam consumindo alimentos mais limpos e saudáveis, e ajudando a preservar o meio ambiente.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil destaca-se como o país com o maior consumo de pesticidas tóxicos e infelizmente, a exposição a esses produtos podem ocasionar uma série de doenças. O Estado possui uma grande biodiversidade, porém, pouco explorada. Com a vasta diversidade da flora, precisamos de pesquisas a respeito desses metabólicos naturais, que tenham um potencial inseticida para a aplicação do controle de pragas, tendo em vista que, o teor de toxicidade para a saúde humana e de fitotoxicidade do meio ambiente sejam baixíssimas.

Com isso, é de suma importância o estudo sobre biopesticidas, visto que, a população como um todo está cada vez mais em uma busca de uma melhoria na qualidade de vida, e também uma melhora no meio ambiente. O Brasil tem-se destacado na utilização de inseticidas orgânicos, segundo o ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (MAPA) o uso desse tipo de produto aumentou 70% no ano de 2018. Com isso, percebe-se que a população de uma forma geral, está cada vez mais em busca de meios alternativos quando se trata do uso de inseticidas químicos.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Andrezza Klyvia Oliveira; SILVA, Maria Lúcia Maurício; GOMES, Rommel do Santos Siqueira; SANTOS, Angeline Maria da Silva; NASCIMENTO, Luciana Cordeiro do. Sanidade e qualidade fisiológica de sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze tratadas com extratos vegetais. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 2, p. 649–659, 30 jun. 2019. <https://doi.org/10.5902/1980509826140>.
- DE BITENCOURT OLIVEIRA, Simone; SASAYA, Mariane Kaori; GARLET, Juliana. Levantamento etnobotânico de plantas inseticidas em comunidades rurais de Alta Floresta – MT. **Gaia Scientia**, v. 14, n. 3, 30 set. 2020. DOI 10.22478/ufpb.1981-1268.2020v14n3.54058. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/54058>. Acesso em: 20 jul. 2022.
- ARAÚJO, Andrezza Klyvia Oliveira; SILVA, Maria Lúcia Maurício; GOMES, Rommel do Santos Siqueira; SANTOS, Angeline Maria da Silva; NASCIMENTO, Luciana Cordeiro do. Sanidade e qualidade fisiológica de sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze tratadas com extratos vegetais. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 2, p. 649–659, 30 jun. 2019a. <https://doi.org/10.5902/1980509826140>.
- ARAÚJO, Andrezza Klyvia Oliveira; SILVA, Maria Lúcia Maurício; GOMES, Rommel do Santos Siqueira; SANTOS, Angeline Maria da Silva; NASCIMENTO, Luciana Cordeiro do. Sanidade e qualidade fisiológica de sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze tratadas com extratos vegetais. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 2, p. 649–659, 30 jun. 2019b. <https://doi.org/10.5902/1980509826140>.
- BANCAL, Marie-Odile. Plant–plant communication in variety mixtures plays on disease susceptibility and immunity. **Journal of Experimental Botany**, v. 72, n. 18, p. 6084–6086, 30 set. 2021. <https://doi.org/10.1093/jxb/erab377>.
- BLASSIOLI-MORAES, Maria Carolina; BORGES, Miguel; MICHEREFF, Mirian Fernandes Furtado; MAGALHÃES, Diego Martins; LAUMANN, Raúl Alberto. Semiochemicals from plants and insects on the foraging behavior of Platygastriidae egg parasitoids. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 454–464, maio 2016. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000500005>.
- BROSSET, Agnès; BLANDE, James D. Volatile-mediated plant–plant interactions: volatile organic compounds as modulators of receiver plant defence, growth, and reproduction. **Journal of Experimental Botany**, v. 73, n. 2, p. 511–528, 13 jan. 2022. <https://doi.org/10.1093/jxb/erab487>.
- COMUNICAÇÃO, Vigna Brasil e MALI. **Cresce o número de registros de biopesticidas no Brasil**. 19 nov. 2019. **Vigna Brasil**. Disponível em: <https://www.vignabrasil.com.br/2019/11/19/cresce-o-numero-de-registros-de-biopesticidas-no-brasil/>. Acesso em: 25 ago. 2022.
- DE BITENCOURT OLIVEIRA, Simone; SASAYA, Mariane Kaori; GARLET, Juliana. Levantamento etnobotânico de plantas inseticidas em comunidades rurais de Alta Floresta – MT. **Gaia Scientia**, v. 14, n. 3, 30 set. 2020. DOI 10.22478/ufpb.1981-

1268.2020v14n3.54058. Disponível em:

<https://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/54058>. Acesso em: 20 jul. 2022.

DEUNER, Cristiane; BORGES, Carolina T.; ALMEIDA, Andréia S.; MENEGHELLO, Géri E.; TUNES, Lilian V.M. Ácido jasmônico como promotor de resistência em plantas. **Revista de Ciências Agrárias**, , p. 275-281 Páginas, 24 jan. 2019.

<https://doi.org/10.19084/RCA.16931>.

ELHAKEEM, Ali; MARKOVIC, Dimitrije; BROBERG, Anders; ANTEN, Niels P. R.; NINKOVIC, Velemir. Aboveground mechanical stimuli affect belowground plant-plant communication. **PLOS ONE**, v. 13, n. 5, p. e0195646, 2 maio 2018.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195646>.

ESTRELA, Joelma Lima Vidal; FAZOLIN, Murilo; CATANI, Valdomiro; ALÉCIO, Marcio Rodrigues; LIMA, Marilene Santos de. Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 217–222, fev. 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000200005>.

ISAH, Tasiu; ISAH, Tasiu. Stress and defense responses in plant secondary metabolites production. **Biological Research**, v. 52, 2019. DOI 10.1186/s40659-019-0246-3. Disponível em: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0716-97602019000100236&lng=es&nrm=iso&tlng=en. Acesso em: 7 ago. 2022.

JUNG, Paulo Henrique; SILVEIRA, Ana Cláudia da; NIERI, Erick Martins; POTRICH, Michele; SILVA, Everton Ricardi Lozano da; REFATTI, Margarida. Atividade inseticida de *Eugenia uniflora* L. e *Melia azedarach* L. sobre *Atta laevigata* Smith. **Floresta e Ambiente**, v. 20, p. 191–196, jun. 2013. <https://doi.org/10.4322/floram.2013.015>.

KALSKE, Aino; SHIOJIRI, Kaori; UESUGI, Akane; SAKATA, Yuzu; MORRELL, Kimberly; KESSLER, André. Insect Herbivory Selects for Volatile-Mediated Plant-Plant Communication. **Current Biology**, v. 29, n. 18, p. 3128-3133.e3, set. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.08.011>.

KRINSKI, Diones; MASSAROLI, Angélica; MACHADO, Marilza. Potencial inseticida de plantas da família Annonaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 225–242, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500027>.

MARQUES, Jonathas Gomes de Carvalho; LYRA, Marília Regina Costa Castro; CARVALHO, Renata Maria Caminha Mendes de Oliveira; NASCIMENTO, Rogéria Mendes do; SILVA, José Antônio Aleixo da; MONTENEGRO, Suzana Maria Gico Lima. Comparação entre índices de potencial de lixiviação para agrotóxicos utilizados na Sub-Bacia do Natuba, Vitória de Santo Antão-Pernambuco. **Águas Subterrâneas**, v. 33, n. 1, p. 58–67, 26 jan. 2019. <https://doi.org/10.14295/ras.v33i1.29239>.

MARZEC, Marek. MicroRNA: a new signal in plant-to-plant communication. **Trends in Plant Science**, v. 27, n. 5, p. 418–419, maio 2022. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2022.01.005>.

MASUI, Noboru; AGATHOKLEOUS, Evgenios; TANI, Akira; MATSUURA, Hideyuki; KOIKE, Takayoshi. Plant-insect communication in urban forests: Similarities of plant volatile compositions among tree species (host vs. non-host trees) for alder leaf beetle *Agelastica*

coerulea. **Environmental Research**, v. 204, p. 111996, mar. 2022.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111996>.

MONSORES, Denis Alves; DIAS, Thiago Dutra; CRUZ, Igor Luiz Souza da; MEDEIROS, Gabriela Alves Melquíades de; FILHO, José Maria Barbosa; MALECK, Marise. Atividade inseticida da neolignana Burchelina sobre *Oncopeltus fasciatus*. **Revista Eletrônica TECCEN**, v. 14, n. 1, p. 02–06, 30 jun. 2021. <https://doi.org/10.21727/teccen.v14i1.2773>.

MOREIRA, Xoaquín; NELL, Colleen S.; KATSANIS, Angelos; RASMANN, Sergio; MOONEY, Kailen A. Herbivore specificity and the chemical basis of plant–plant communication in *Baccharis salicifolia* (Asteraceae). **New Phytologist**, v. 220, n. 3, p. 703–713, nov. 2018. <https://doi.org/10.1111/nph.14164>.

MOURÃO JÚNIOR, Carlos Alberto; DUVOISIN, Charles Adriano. AGROTÓXICOS: uma breve reflexão para um problema complexo. **Revista Ciências Humanas**, v. 13, n. 2, 31 ago. 2020. DOI 10.32813/2179-1120.2020.v13.n2.a632. Disponível em: <https://www.rchunitau.com.br/index.php/rch/article/view/632>. Acesso em: 18 ago. 2022.

PERIÓDICOS - UFT | JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY AND BIODIVERSITY. [s. d.]. Disponível em: <https://betas.uft.edu.br/periodicos/index.php/JBB/article/view/7510>. Acesso em: 18 ago. 2022.

PINTO-ZEVALLOS, Delia M.; MARTINS, Camila B. C.; PELLEGRINO, Ana C.; ZARBIN, Paulo H. G. Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. **Química Nova**, v. 36, n. 9, p. 1395–1405, 2013a. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000900021>.

PINTO-ZEVALLOS, Delia M.; MARTINS, Camila B. C.; PELLEGRINO, Ana C.; ZARBIN, Paulo H. G. Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. **Química Nova**, v. 36, p. 1395–1405, 2013b. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000900021>.

RODRIGUES, D. A.; PEREIRA, G. a. M.; SILVA, A. A.; SANTOS, M. H.; DEMUNER, A. J.; OLIVEIRA, P. M. Phytochemical Profile of Pasture Weeds from the Brazilian Cerrado. **Planta Daninha**, v. 37, 6 maio 2019. DOI 10.1590/S0100-83582019370100028. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/pd/a/KjFKfTgnQrbJLDk8CnKz6tz/?lang=en>. Acesso em: 5 fev. 2022.

ROSENKRANZ, Maaria; CHEN, Yuanyuan; ZHU, Peiyuan; VLOT, A. Corina. Volatile terpenes – mediators of plant-to-plant communication. **The Plant Journal**, v. 108, n. 3, p. 617–631, nov. 2021. <https://doi.org/10.1111/tpj.15453>.

SANTOS, Antonio Carlos dos; ANDRADE, Ivanilza Moreira de. Bibliometria sobre o *Aedes* spp. e etnobotânica: plantas inseticidas utilizadas no combate às arboviroses. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e492101220921–e492101220921, 27 set. 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20921>.

SANTOS, M. R. A.; LIMA, R. A.; SILVA, A. G.; LIMA, D. K. S.; SALLET, L. a. P.; TEIXEIRA, C. a. D.; FACUNDO, V. A. Composição química e atividade inseticida do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) sobre a broca-do-café

(*Hypothenemus hampei*) Ferrari. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, p. 757–762, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722013000500017>.

SANTOS, M. R. A.; LIMA, R. A.; SILVA, A. G.; TEIXEIRA, C. a. D.; ALPIREZ, I. P. V.; FACUNDO, V. A. Composição química e atividade inseticida do extrato acetônico de *Piper alatabaccum* Trel & Yuncker (Piperaceae) sobre *Hypothenemus hampei* Ferrari. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, p. 332–336, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722013000300004>.

SILVA, Wilson Castro; RIBEIRO, Joana D’Arc; SOUZA, Hellen Emilia Menezes de; CORRÊA, Raquel da Silva. Atividade inseticida de *Piper aduncum* L. (Piperaceae) sobre *Aetalion* sp. (Hemiptera: Aetalionidae), praga de importância econômica no Amazonas. **Acta Amazonica**, v. 37, p. 293–298, jun. 2007. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672007000200017>.

SIMÃO, Alexia Marta Turchetto; SILVA, Ducilene do Carmo da; SOARES, Marco Aurélio Miranda; DIAS, Geraldo Vinícius Barbosa; FERREIRA, Ericsson Rubens Rodrigues; MORON, Sandro Estevan; MARIANO, Wagner dos Santos; PAULINO, Marcelo Gustavo. Avaliação de toxicidade de biopesticida comercial à base de *Bacillus thuringiensis* em tilapia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e2910816775, 4 jul. 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.16775>.

SPLETOZER, Aline Gonçalves; SANTOS, Cleiton Rosa dos; SANCHES, Laura Araujo; GARLET, Juliana. Plantas com potencial inseticida: enfoque em espécies amazônicas. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 2, p. 974–997, 1 jun. 2021a. <https://doi.org/10.5902/1980509832244>.

SPLETOZER, Aline Gonçalves; SANTOS, Cleiton Rosa dos; SANCHES, Laura Araujo; GARLET, Juliana. Plantas com potencial inseticida: enfoque em espécies amazônicas. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 2, p. 974–997, 1 jun. 2021b. <https://doi.org/10.5902/1980509832244>.

STUHL, Charles J.; ROMERO, Maritza. Attraction of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) to Four Host Plants. **Florida Entomologist**, v. 104, n. 3, 23 set. 2021. DOI 10.1653/024.104.0302. Disponível em: <https://bioone.org/journals/florida-entomologist/volume-104/issue-3/024.104.0302/Attraction-of-Sitophilus-zeamais-Coleoptera-Curculionidae-to-Four-Host/10.1653/024.104.0302.full>. Acesso em: 25 ago. 2022.

VERA, Jenny Tatiana; MONTROYA, Esther Cecilia; BENAVIDES, Pablo; GÓNGORA, Carmenza E. Evaluation of *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) as a control of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) emerging from fallen, infested coffee berries on the ground. **Biocontrol Science and Technology**, v. 21, n. 1, p. 1–14, 1 jan. 2011. <https://doi.org/10.1080/09583157.2010.517605>.

ZU, Pengjuan; BOEGE, Karina; DEL-VAL, Ek; SCHUMAN, Meredith C.; STEVENSON, Philip C.; ZALDIVAR-RIVERÓN, Alejandro; SAAVEDRA, Serguei. Information arms race explains plant-herbivore chemical communication in ecological communities. **Science**, v. 368, n. 6497, p. 1377–1381, 19 jun. 2020. <https://doi.org/10.1126/science.aba2965>.

KRINSKI, Diones; MASSAROLI, Angélica; MACHADO, Marilza. Potencial inseticida de plantas da família Annonaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 225–242, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500027>.

MARQUES, Jonathas Gomes de Carvalho; LYRA, Marília Regina Costa Castro; CARVALHO, Renata Maria Caminha Mendes de Oliveira; NASCIMENTO, Rogéria Mendes do; SILVA, José Antônio Aleixo da; MONTENEGRO, Suzana Maria Gico Lima. Comparação entre índices de potencial de lixiviação para agrotóxicos utilizados na Sub-Bacia do Natuba, Vitória de Santo Antão-Pernambuco. **Águas Subterrâneas**, v. 33, n. 1, p. 58–67, 26 jan. 2019. <https://doi.org/10.14295/ras.v33i1.29239>.

MONSORES, Denis Alves; DIAS, Thiago Dutra; CRUZ, Igor Luiz Souza da; MEDEIROS, Gabriela Alves Melquíades de; FILHO, José Maria Barbosa; MALECK, Marise. Atividade inseticida da neolignana Burchelina sobre *Oncopeltus fasciatus*. **Revista Eletrônica TECCEN**, v. 14, n. 1, p. 02–06, 30 jun. 2021. <https://doi.org/10.21727/teccen.v14i1.2773>.

ARAÚJO, Andrezza Klyvia Oliveira; SILVA, Maria Lúcia Maurício; GOMES, Rommel do Santos Siqueira; SANTOS, Angeline Maria da Silva; NASCIMENTO, Luciana Cordeiro do. Sanidade e qualidade fisiológica de sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze tratadas com extratos vegetais. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 2, p. 649–659, 30 jun. 2019a. <https://doi.org/10.5902/1980509826140>.

ARAÚJO, Andrezza Klyvia Oliveira; SILVA, Maria Lúcia Maurício; GOMES, Rommel do Santos Siqueira; SANTOS, Angeline Maria da Silva; NASCIMENTO, Luciana Cordeiro do. Sanidade e qualidade fisiológica de sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze tratadas com extratos vegetais. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 2, p. 649–659, 30 jun. 2019b. <https://doi.org/10.5902/1980509826140>.

BANCAL, Marie-Odile. Plant–plant communication in variety mixtures plays on disease susceptibility and immunity. **Journal of Experimental Botany**, v. 72, n. 18, p. 6084–6086, 30 set. 2021. <https://doi.org/10.1093/jxb/erab377>.

BLASSIOLI-MORAES, Maria Carolina; BORGES, Miguel; MICHEREFF, Mirian Fernandes Furtado; MAGALHÃES, Diego Martins; LAUMANN, Raúl Alberto. Semiochemicals from plants and insects on the foraging behavior of *Platygastridae* egg parasitoids. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 454–464, maio 2016. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000500005>.

BROSSET, Agnès; BLANDE, James D. Volatile-mediated plant–plant interactions: volatile organic compounds as modulators of receiver plant defence, growth, and reproduction. **Journal of Experimental Botany**, v. 73, n. 2, p. 511–528, 13 jan. 2022. <https://doi.org/10.1093/jxb/erab487>.

COMUNICAÇÃO, Vigna Brasil e MALI. **Cresce o número de registros de biopesticidas no Brasil**. 19 nov. 2019. **Vigna Brasil**. Disponível em: <https://www.vignabrasil.com.br/2019/11/19/cresce-o-numero-de-registros-de-biopesticidas-no-brasil/>. Acesso em: 25 ago. 2022.

DE BITENCOURT OLIVEIRA, Simone; SASAYA, Mariane Kaori; GARLET, Juliana. Levantamento etnobotânico de plantas inseticidas em comunidades rurais de Alta Floresta – MT. **Gaia Scientia**, v. 14, n. 3, 30 set. 2020. DOI 10.22478/ufpb.1981-

1268.2020v14n3.54058. Disponível em:

<https://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/54058>. Acesso em: 20 jul. 2022.

DEUNER, Cristiane; BORGES, Carolina T.; ALMEIDA, Andréia S.; MENEGHELLO, Géri E.; TUNES, Lilian V.M. Ácido jasmônico como promotor de resistência em plantas. **Revista de Ciências Agrárias**, , p. 275-281 Páginas, 24 jan. 2019.

<https://doi.org/10.19084/RCA.16931>.

ELHAKEEM, Ali; MARKOVIC, Dimitrije; BROBERG, Anders; ANTEN, Niels P. R.; NINKOVIC, Velemir. Aboveground mechanical stimuli affect belowground plant-plant communication. **PLOS ONE**, v. 13, n. 5, p. e0195646, 2 maio 2018.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195646>.

ESTRELA, Joelma Lima Vidal; FAZOLIN, Murilo; CATANI, Valdomiro; ALÉCIO, Marcio Rodrigues; LIMA, Marilene Santos de. Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 217–222, fev. 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000200005>.

ISAH, Tasiu; ISAH, Tasiu. Stress and defense responses in plant secondary metabolites production. **Biological Research**, v. 52, 2019. DOI 10.1186/s40659-019-0246-3. Disponível em: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0716-97602019000100236&lng=es&nrm=iso&tlng=en. Acesso em: 7 ago. 2022.

JUNG, Paulo Henrique; SILVEIRA, Ana Cláudia da; NIERI, Erick Martins; POTRICH, Michele; SILVA, Everton Ricardi Lozano da; REFATTI, Margarida. Atividade inseticida de *Eugenia uniflora* L. e *Melia azedarach* L. sobre *Atta laevigata* Smith. **Floresta e Ambiente**, v. 20, p. 191–196, jun. 2013. <https://doi.org/10.4322/floram.2013.015>.

KALSKE, Aino; SHIOJIRI, Kaori; UESUGI, Akane; SAKATA, Yuzu; MORRELL, Kimberly; KESSLER, André. Insect Herbivory Selects for Volatile-Mediated Plant-Plant Communication. **Current Biology**, v. 29, n. 18, p. 3128-3133.e3, set. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.08.011>.

KRINSKI, Diones; MASSAROLI, Angélica; MACHADO, Marilza. Potencial inseticida de plantas da família Annonaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 225–242, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500027>.

MARQUES, Jonathas Gomes de Carvalho; LYRA, Marília Regina Costa Castro; CARVALHO, Renata Maria Caminha Mendes de Oliveira; NASCIMENTO, Rogéria Mendes do; SILVA, José Antônio Aleixo da; MONTENEGRO, Suzana Maria Gico Lima. Comparação entre índices de potencial de lixiviação para agrotóxicos utilizados na Sub-Bacia do Natuba, Vitória de Santo Antão-Pernambuco. **Águas Subterrâneas**, v. 33, n. 1, p. 58–67, 26 jan. 2019. <https://doi.org/10.14295/ras.v33i1.29239>.

MARZEC, Marek. MicroRNA: a new signal in plant-to-plant communication. **Trends in Plant Science**, v. 27, n. 5, p. 418–419, maio 2022. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2022.01.005>.

MASUI, Noboru; AGATHOKLEOUS, Evgenios; TANI, Akira; MATSUURA, Hideyuki; KOIKE, Takayoshi. Plant-insect communication in urban forests: Similarities of plant volatile compositions among tree species (host vs. non-host trees) for alder leaf beetle *Agelastica*

coerulea. **Environmental Research**, v. 204, p. 111996, mar. 2022.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111996>.

MONSORES, Denis Alves; DIAS, Thiago Dutra; CRUZ, Igor Luiz Souza da; MEDEIROS, Gabriela Alves Melquíades de; FILHO, José Maria Barbosa; MALECK, Marise. Atividade inseticida da neolignana Burchelina sobre *Oncopeltus fasciatus*. **Revista Eletrônica TECCEN**, v. 14, n. 1, p. 02–06, 30 jun. 2021. <https://doi.org/10.21727/teccen.v14i1.2773>.

MOREIRA, Xoaquín; NELL, Colleen S.; KATSANIS, Angelos; RASMANN, Sergio; MOONEY, Kailen A. Herbivore specificity and the chemical basis of plant–plant communication in *Baccharis salicifolia* (Asteraceae). **New Phytologist**, v. 220, n. 3, p. 703–713, nov. 2018. <https://doi.org/10.1111/nph.14164>.

MOURÃO JÚNIOR, Carlos Alberto; DUVOISIN, Charles Adriano. AGROTÓXICOS: uma breve reflexão para um problema complexo. **Revista Ciências Humanas**, v. 13, n. 2, 31 ago. 2020. DOI 10.32813/2179-1120.2020.v13.n2.a632. Disponível em: <https://www.rchunitau.com.br/index.php/rch/article/view/632>. Acesso em: 18 ago. 2022.

PERIÓDICOS - UFT | JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY AND BIODIVERSITY. [s. d.]. Disponível em: <https://betas.uft.edu.br/periodicos/index.php/JBB/article/view/7510>. Acesso em: 18 ago. 2022.

PINTO-ZEVALLOS, Delia M.; MARTINS, Camila B. C.; PELLEGRINO, Ana C.; ZARBIN, Paulo H. G. Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. **Química Nova**, v. 36, n. 9, p. 1395–1405, 2013a. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000900021>.

PINTO-ZEVALLOS, Delia M.; MARTINS, Camila B. C.; PELLEGRINO, Ana C.; ZARBIN, Paulo H. G. Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. **Química Nova**, v. 36, p. 1395–1405, 2013b. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000900021>.

RODRIGUES, D. A.; PEREIRA, G. a. M.; SILVA, A. A.; SANTOS, M. H.; DEMUNER, A. J.; OLIVEIRA, P. M. Phytochemical Profile of Pasture Weeds from the Brazilian Cerrado. **Planta Daninha**, v. 37, 6 maio 2019. DOI 10.1590/S0100-83582019370100028. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/pd/a/KjFKfTgnQrbJLDk8CnKz6tz/?lang=en>. Acesso em: 5 fev. 2022.

ROSENKRANZ, Maaria; CHEN, Yuanyuan; ZHU, Peiyuan; VLOT, A. Corina. Volatile terpenes – mediators of plant-to-plant communication. **The Plant Journal**, v. 108, n. 3, p. 617–631, nov. 2021. <https://doi.org/10.1111/tpj.15453>.

SANTOS, Antonio Carlos dos; ANDRADE, Ivanilza Moreira de. Bibliometria sobre o *Aedes* spp. e etnobotânica: plantas inseticidas utilizadas no combate às arboviroses. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e492101220921–e492101220921, 27 set. 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20921>.

SANTOS, M. R. A.; LIMA, R. A.; SILVA, A. G.; LIMA, D. K. S.; SALLET, L. a. P.; TEIXEIRA, C. a. D.; FACUNDO, V. A. Composição química e atividade inseticida do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) sobre a broca-do-café

(*Hypothenemus hampei*) Ferrari. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, p. 757–762, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722013000500017>.

SANTOS, M. R. A.; LIMA, R. A.; SILVA, A. G.; TEIXEIRA, C. a. D.; ALPIREZ, I. P. V.; FACUNDO, V. A. Composição química e atividade inseticida do extrato acetônico de *Piper alatabaccum* Trel & Yuncker (Piperaceae) sobre *Hypothenemus hampei* Ferrari. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, p. 332–336, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722013000300004>.

SILVA, Wilson Castro; RIBEIRO, Joana D’Arc; SOUZA, Hellen Emilia Menezes de; CORRÊA, Raquel da Silva. Atividade inseticida de *Piper aduncum* L. (Piperaceae) sobre *Aetalion* sp. (Hemiptera: Aetalionidae), praga de importância econômica no Amazonas. **Acta Amazonica**, v. 37, p. 293–298, jun. 2007. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672007000200017>.

SIMÃO, Alexia Marta Turchetto; SILVA, Ducilene do Carmo da; SOARES, Marco Aurélio Miranda; DIAS, Geraldo Vinícius Barbosa; FERREIRA, Ericsson Rubens Rodrigues; MORON, Sandro Estevan; MARIANO, Wagner dos Santos; PAULINO, Marcelo Gustavo. Avaliação de toxicidade de biopesticida comercial à base de *Bacillus thuringiensis* em tilapia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e2910816775, 4 jul. 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.16775>.

SPLETOZER, Aline Gonçalves; SANTOS, Cleiton Rosa dos; SANCHES, Laura Araujo; GARLET, Juliana. Plantas com potencial inseticida: enfoque em espécies amazônicas. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 2, p. 974–997, 1 jun. 2021a. <https://doi.org/10.5902/1980509832244>.

SPLETOZER, Aline Gonçalves; SANTOS, Cleiton Rosa dos; SANCHES, Laura Araujo; GARLET, Juliana. Plantas com potencial inseticida: enfoque em espécies amazônicas. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 2, p. 974–997, 1 jun. 2021b. <https://doi.org/10.5902/1980509832244>.

STUHL, Charles J.; ROMERO, Maritza. Attraction of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) to Four Host Plants. **Florida Entomologist**, v. 104, n. 3, 23 set. 2021. DOI 10.1653/024.104.0302. Disponível em: <https://bioone.org/journals/florida-entomologist/volume-104/issue-3/024.104.0302/Attraction-of-Sitophilus-zeamais-Coleoptera-Curculionidae-to-Four-Host/10.1653/024.104.0302.full>. Acesso em: 25 ago. 2022.

VERA, Jenny Tatiana; MONTROYA, Esther Cecilia; BENAVIDES, Pablo; GÓNGORA, Carmenza E. Evaluation of *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) as a control of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) emerging from fallen, infested coffee berries on the ground. **Biocontrol Science and Technology**, v. 21, n. 1, p. 1–14, 1 jan. 2011. <https://doi.org/10.1080/09583157.2010.517605>.

ZU, Pengjuan; BOEGE, Karina; DEL-VAL, Ek; SCHUMAN, Meredith C.; STEVENSON, Philip C.; ZALDIVAR-RIVERÓN, Alejandro; SAAVEDRA, Serguei. Information arms race explains plant-herbivore chemical communication in ecological communities. **Science**, v. 368, n. 6497, p. 1377–1381, 19 jun. 2020. <https://doi.org/10.1126/science.aba2965>.

SPLETOZER, Aline Gonçalves; SANTOS, Cleiton Rosa dos; SANCHES, Laura Araujo; GARLET, Juliana. Plantas com potencial inseticida: enfoque em espécies amazônicas.

Ciência Florestal, v. 31, n. 2, p. 974–997, 1 jun. 2021.
<https://doi.org/10.5902/1980509832244>.