



I SEAMA

I Seminário de Entomologia e
Acarologia Agrícola na Amazônia

(23 a 25 de novembro 2011)

Promoção:



Realização:



Apoio:



Embrapa

Acre
Produção Científica

Ph 1290
2012/065
24061

Coordenação

Neliton Marques da Silva

Editoração

Marcela Costa de Souza

Instituições e empresas parceiras

Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES

Sociedade Entomológica do Brasil – SEB

Fundação Amazonas Sustentável – FAS

Centro de Pesquisas Agroflorestais do Estado do Acre – Embrapa/ Acre

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA

Secretaria de Produção Rural do Estado do Amazonas – SEPROR

Empresa de Saneamento e Controle de Pragas Urbanas – SANITECK

Delegacia Federal de Agricultura – DFA/MAPA

Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas – IPAAM

Objetivos

O I Seminário de Entomologia e Acarologia na Amazônia – I SEAMA objetiva transformar-se num fórum de discussões, debates e encaminhamentos de importantes temas relacionados aos vários enfoques da questão entomológica no Brasil, com ênfase na Amazônia, frente ao desafio de construir um modelo de agricultura pautada nos princípios da sustentabilidade.

Por sua vez, pretende promover o intercâmbio técnico-científico entre pesquisadores, instituições e empresas envolvidas com atividades de ensino, pesquisa, extensão e inovação tecnológica neste setor. Pretende, também, analisar em que medida as agendas de pesquisas e o corpo de pesquisadores existentes na área de entomologia agroflorestal, vem atendendo às demandas do setor agrícola nos biomas Amazônia e Cerrado. Finalmente, pretende construir propostas para melhorar as interfaces entre programas e projetos científicos visando à geração de redes interinstitucionais e interdisciplinares de pesquisa e inovação, visando contribuir para uma agricultura sustentável e a melhoria da qualidade de vida das pessoas.

Sumário

Apresentação	5
--------------------	---

Programação Científica

Entomofauna de importância agrícola e uso de agrotóxicos no Bioma Cerrado – Mato Grosso	7
Entomofauna de importância agrícola e uso de agrotóxico no Amazonas	19
Entomofauna de importância agrícola e uso de agrotóxicos no Amapá	28
Insetos de importância econômica para o Estado do Acre	33
Entomofauna de importância agrícola e uso de agrotóxicos no estado do Pará	52
Entomofauna de importância Agrícola e uso de Agrotóxicos em Roraima	70
Ferramentas moleculares e seu uso na sistemática de insetos e ácaros de importância agrícola	90
Os conflitos, a fragilidade da legislação e a complexidade da ação fiscalizatória ao acesso ao patrimônio genético e aos conhecimentos tradicionais associados	102
Por que coletar material biológico para fins científicos está cada vez mais difícil no Brasil?	108
A medida provisória de acesso e o uso da biodiversidade amazônica: um certo tiro no pé	111
<i>Raoiella indica</i> – O ácaro vermelho das palmeiras: a nova ameaça para a agricultura brasileira	116
Ácaros de expressão quarentenária para o Brasil – o ácaro hindustânico dos citros, <i>Schizotetranychus hindustanicus</i> , e o ácaro do arroz, <i>Steneotarsonemus spinki</i>	122
Educação sanitária e a política de monitoramento de pragas quarentenárias	138

Histórico e estado da arte das pesquisas com moscas-das-frutas no Brasil, com ênfase no bioma Amazônia	140
Moscas-das-frutas, suas plantas hospedeiras e parasitoides na Amazônia Brasileira	151
Estado da arte das pesquisas com plantas inseticidas no Brasil	159
Piperáceas da Amazônia com potencial de uso inseticida	167
Protocolos para estudos com plantas inseticidas	182
Impacto da entomofauna nos cultivos de Cupuaçuzeiro	184
Impacto da entomofauna no cultivo do café	205
Pragas-Chave dos citros no Estado do Amazonas, Brasil	211
Impacto da entomofauna em olerícolas	238

Apresentação

A sustentabilidade dos modelos agrícolas e florestais no Brasil está intimamente relacionada à forma como os agentes bióticos, com destaque para os insetos e ácaros, são manejados. Lamentavelmente, o método mais comumente utilizado para controlar estas pragas é o químico, baseado no uso de agrotóxicos.

A maioria das pragas que atacam plantas cultivadas no Brasil é exótica. Dentre as regiões brasileiras, a Amazônica tem sido, com relativa frequência, “porta” de entrada de diferentes espécies de insetos e ácaros pragas de importância quarentenária. Essas pragas depois se disseminam pelos campos cultivados do território brasileiro, causando danos significativos.

Neste contexto a Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas por meio do Laboratório de Entomologia e Acarologia Agrícola e a Embrapa/CPAFAC acharam por bem promover uma ampla discussão sobre essa problemática, e oferecer, em cooperação com outros centros de ensino e pesquisa, sua contribuição, no que tange aos últimos avanços tecnológicos no âmbito do ensino e das pesquisas entomológicas.

Será também discutido os principais problemas entomológicos associados a agricultura na Amazônia e as alternativas de manejo sustentável dessas pragas, avaliando a importância da biodiversidade associada aos biomas Amazônia e Cerrado, como fonte de bioativos naturais com ação inseticida/acaricida.

Com estas discussões pretende-se fortalecer e dinamizar a entomologia agrícola na Amazônia, avaliando os últimos avanços científicos e tecnológicos, frente ao desafio de construir um modelo de agricultura pautada nos princípios da sustentabilidade.

Por último, mas não menos importante, pretende-se promover o intercâmbio técnico-científico entre os entomologistas agrícolas que atuam nos biomas Amazônia e Cerrado, para melhor atender às demandas do setor agrícola regional.

O evento será realizado em Manaus-Am, no período de 23 a 25 de novembro de 2011 tendo como tema central “A Entomologia no Contexto da Produção Orgânica”, sendo os debates realizados através de palestras e mesas redondas.

Piperáceas da Amazônia com potencial de uso inseticida

Murilo Fazolin¹ | Joelma Lima Vidal Estrela¹

1. Introdução

O surgimento das angiospermas data de 90 a 130 milhões de anos, com aproximadamente 500 mil espécies (CASTRO et al., 2004). No Brasil, presume-se a existência de aproximadamente 200 mil espécies (LABANDEIRA et al., 1994). Deste total de plantas pelo menos 80.000 estão presentes na bacia amazônica (PLETSCH & SANTANA, 1995).

A diversidade da flora é diretamente relacionada à diversidade estrutural de metabólitos secundários produzidos, que atualmente são estimados em mais de 200 mil (fenólicos em geral, isoprenóides, alcalóides, policetideos e outros (DIXON, 2001).

A família Piperaceae é tida como uma das mais primitivas dentre as Angiospermas podendo ser considerada como um “fóssil vegetal” (TAYLOR & HICKEY, 1992).

Uma análise biogeográfica da distribuição de espécies americanas de *Piper* revelou três regiões distintas de ocorrência: Amazônia, América Central e México e a mata Atlântica (JAMARILLO & MARQUIS, 2004).

O metabolismo secundário desta família apresenta-se como uma dos mais versáteis das famílias botânicas conhecidas. Os metabólitos acumulados pelas espécies de piperáceas caracterizam-se por serem oriundos da biossíntese mista (chiquimato/acetato), resultando na produção de amidas ou de compostos aromáticos essencialmente fenilpropanoídicos do tipo lignanas e neolignanas, além da ocorrência de terpenos, flavonóides e outras classes de produtos naturais (ALÉCIO et al., 1997; GOTTLIEB et al., 1995 e PARMAR et al., 1997).

¹ Embrapa Acre - C.P. 321- 69901-108 Rio Branco- Acre- Brasil, murilo@cpafac.embrapa.br; joelma@cpafac.embrapa.br.

Estimativas apontam que, sob condições normais de desenvolvimento, 20% do carbono fixado pelas plantas fluem para a rota do ácido chiquímico (SANGWAN et al., 2001), daí depreende-se a importância dos compostos produzidos por esta via metabólica para as plantas.

A família Piperaceae compreende 12 gêneros com aproximadamente 2000 espécies com apenas 10% delas com bioatividade de seus compostos avaliados (ANDRADE et al., 2009). No Brasil, são relatadas 700 espécies do gênero *Piper*, desse total entre 140 e 300 presumidamente fazem parte da flora Amazônica (YUNCKER, 1972 e 1973; JARAMILLO & MANOS, 2001).

Isto por que, na Amazônia não se sabe ao certo quantas espécies são conhecidas, quantas são consideradas novas espécies, qual sua real distribuição, quais seriam de ocorrência endêmica e quantas espécies de valor econômico poderiam ser exploradas racionalmente (ANDRADE et al., 2009).

A diversidade de *Piper* pode ser explicada pela sua adaptação singular ao habitat. O maior número de espécies encontra-se em florestas tropicais. São espécies pioneiras, portanto de regeneração de áreas perturbadas (ANDRADE et al., 2009).

A maioria das espécies desse gênero apresenta uso na medicina tradicional e popular despertando interesse químico, notadamente, pelos componentes secundários contidos nas plantas. Os compostos fenilpropanoídicos, produzidos por plantas do gênero *Piper* são responsáveis em grande parte pela atividade biológica de algumas espécies da Amazônia como apiol, dilapiol, miristicina, elemicina, eugenol, metileugenol, etilpiperonilcetona e safrol, todos encontrados em óleos essenciais de espécies já estudadas (DYER & PALMER, 2004).

O objetivo deste trabalho foi o de apontar, mediante o conhecimento atual, a potencialidade das espécies de piperáceas que ocorrem naturalmente na Amazônia como fonte de compostos promissores no controle de insetos.

2. Material e métodos

Foram adotados como referência os constituintes dos óleos essenciais e extratos de plantas da família Piperaceae, publicados na obra: Variabilidade química em óleos essenciais de espécies de *Piper* na Amazônia (ANDRADE et al., 2009). O trabalho foi realizado com 230 espécimes de piperáceas, correspondendo a 53 espé-

cies de plantas coletas nos estados amazônicos do Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Roraima e Tocantins.

Para apontar a potencialidade das espécies partiu-se do pressuposto de que metabólitos secundários tais como: monoterpenos, sesquiterpenos, finilpropanóides e algumas amidas apresentam, em sua maioria, interferências biológicas sobre insetos. Os metabólitos levados em consideração foram obtidos de óleos essenciais e extratos aquosos, metanólicos, diclorometânicos e etanólicos, ponderando-se o conhecimento acumulado de cada tipo de produto.

A predominância dos compostos químicos monoterpenos, sequiterpenos e fenilpropanóides para todas as espécies foi definida pelo maior porcentual de ocorrência nos óleos essenciais, podendo em alguns casos, ser atribuída para mais de um composto desde que a diferença entre os valores estivesse entre 40% e 50% do maior valor observado.

2.1 Óleos essenciais

Mercado internacional de óleos essenciais movimenta U\$1,8 bilhões por ano, destacando-se que a participação do Brasil é de apenas 0,1% deste total (BIASI & DESCHAMPS, 2009).

Nas regiões temperadas as espécies da família Apiaceae se apresentam como as maiores fornecedoras de óleos essenciais (GOTTLIEB & SALATINO, 1987).

A formação de óleos essenciais e de suas estruturas secretoras são características primitivas em plantas, seguidas da tendência de substituir o óleo por outros metabólitos (Gottlieb & SALATINO, 1987). Essas estruturas anatômicas evoluíram de células oleíferas, cavidades e canais secretoras a pêlos glandulares. Tais estruturas caracterizam linhagens evolutivas de angiospermas e sua ocorrência juntamente com o armazenamento e a volatilidade do óleo, são importantes características que definem um óleo essencial. Substâncias vegetais volatilizadas podem penetrar em insetos quando a planta é injuriada, alterando os seus equilíbrios hormonais resultando em um mecanismo de defesa mais sofisticado (GOTTLIEB & SALATINO, 1987).

Os constituintes dos óleos essenciais são classificados em terpenóides (maioria dos constituintes- são sintetizados no cloroplasto e no citoplasma) e finilpropanóides

(sintetizados via chiquimato). Os fenilpropanóides embora não sejam constituintes muito comuns em óleos essenciais, algumas espécies como as de *Piper*, possuem proporções significativas destes compostos (BIASI & DESCHAMPS, 2009).

2.1.1 Fenilpropanóides

A desaminação de finilalanina em ácido cinâmico e a transformação deste em lignóides (flavonóides em taninos condensados, alcoóis cinamílicos em ligninas) foi o fenômeno bioquímico determinante para a colonização da terra pelas plantas. Os fenilpropanóides exercem ações biológicas pronunciadas em animais (GOTTLIEB & SALATINO, 1987).

Um grupo diferenciado de fenilpropanóides são as lignanas, que englobam um largo espectro de modelos estruturais e tamanhos moleculares. São encontradas em diversas partes das plantas (caule, rizoma, raízes, sementes, óleos, resinas, flores, folhas, casca, e as suas quantidades variam de acordo com os tecidos e as espécies. (LEWIS & DAVIN, 1998).

As funções das lignanas estão relacionadas primariamente à defesa vegetal, sendo sua formação constitutiva ou induzida por estress; seus depósitos contribuem para a durabilidade, cor e qualidade do tecido vegetal (BURLAT et al., 2001). Atribui-se ainda a este constituinte as funções antioxidante, anti-herbívoros, bactericida, fungicida, antiviral, e fitotóxica para outras espécies vegetais. (CHU et al., 1993). Existem evidências de que o acúmulo de lignanas em locais lesados inibe as enzimas secretadas por fungos, impedindo a degradação da lignana (WARD, 1997).

Ligninas e lignanas são acumuladas no mesmo tecido, a lignina para dar rigidez e a lignana para proteger a planta contra microorganismos (LEWIS & DAVIN, 1998).

A associação de lignanas ao grupo metilenedioxidofenil é uma característica das piperáceas sendo consideradas importantes inibidores de monooxigenases dependentes de citocromo P450, utilizadas como sinergistas de inseticidas naturais (MURKERJEE et al., 1979 e BERNARD et al., 1990). Derivados sintéticos desse grupo químico apresentaram efeito sinérgico para inseticidas carbamatos (WILKINSON et al., 1966), ou atuando isoladamente como inseticida (ESTRELA, 2005).

2.1.2 Terpenóides

Os terpenos podem ser classificados de acordo com o número de unidade C5: monoterpenos, C10; sesquiterpenos, C15; diterpenos, C20; sesterpenos, C25; triterpenos, C30; e tetraterpenos, C40 (CASTRO et al., 2004).

Os terpenos apresentam uma importante função ecológica atuando como um mensageiro interno e externo, funcionando como agentes alelopáticos, repelente contra insetos ou atrativos para os insetos polinizarem as plantas (Harrewijan et al., 2001). Há evidências de que a sua biossíntese é induzida pela alimentação dos insetos, provavelmente através da secreção oral dos indivíduos (PARÉ & TUMLINSON, 1997).

Aparentemente a ação inseticida de mono e sesquiterpenos estão relacionadas com a inibição da acetilcolinesterase. A grande maioria dos trabalhos relata que os terpenóides superiores, possuem atividade de inibidores ou retardadores de crescimento, danos na maturação do inseto, redução da capacidade reprodutiva, supressores de apetite, podendo levar o inseto á morte por inanição ou toxicidade direta (VIEGAS JÚNIOR, 2003).

A maioria dos monoterpenos é volátil e constituinte básico de azeites aromáticos (óleos essenciais ou essências). Alguns são precursores de uma classe especial de substâncias, os iridóides e seco-iridóides ou como unidades presentes nas estruturas de alguns tipos de alcalóides complexos (CASTRO et al., 2004).

Alguns sesquiterpenos estão presentes em diversos óleos essenciais, como o \pm -humuleno, 2 -cariofileno, 2 -farneseno e \pm -bisabolol. Outros sesquiterpenos mais complexos e mais funcionalizados possuem função ecológica ou são componentes ativos de algumas plantas medicinais, como as lactonas sesquiterpênicas (CASTRO et al., 2004).

2.2 Amidas

Considerando-se o relato de Parmar et al. (1997) de haver sido isoladas até aquele ano 145 amidas de plantas da família Piperaceae, pode-se supor que este número atualmente passe de 300, não se encontrando referências sobre este dado.

A piperina foi a primeira amida a ser isolada dos frutos das espécies de *Piper* e os seus constituintes químicos têm sido freqüentemente investigados, dentre os quais

as amidas lipofílicas insaturadas, considerada como metabólito precursor de síntese de várias outras amidas análogas. Essas, além de constituírem o principal grupo de metabólitos da planta, são as principais responsáveis pela atividade inseticida Parmar et al.(1997).

A amida piperina, extraída de *Piper nigrum* L, teve sua ação inseticida comprovada em 1924 (Su, 1977) considerada como metabólito precursor de síntese de várias outras amidas análogas.

De uma maneira geral, as amidas possuem ação inseticida neurofisiológica (Scott, et al. 2008)

Plantas da família *Piperaceae* constituem uma fonte de isobutilamidas insaturadas de cadeia longa, com propriedades inseticidas, como a piperina (Strunz & Finlay,1994). Estrela et al. (2005) pesquisaram as amidas análogas a piperina, com os grupos N-hexil, N-isopropil e N-isopentil ligados ao isopentil (3,4-metilenodioxifenil) amida. Observaram que estas amidas causaram alta toxicidade sobre a lagarta *S. frugiperda*, provocando mortalidade e deformidades envolvidas em suas atividades vitais.

Pode-se inferir que a presença do Metilenidioxifenil ligado a alguns grupos de amidas conferem estabilidade à molécula e a remoção desse radical, segundo Elliott et al. (1987), praticamente anula a ação inseticida da amida.

Isto ficou comprovado pelo trabalho de Scott et al. (2002) demonstrando que as piperamidas são bifuncionais quando combinadas à molécula de metilenodioxifenil, agindo como neurotóxica e como inibidora de enzimas do citocromos P450. Esta característica química é freqüente em plantas de *Piper* considerada como uma estratégia de defesa da planta contra herbívoros Navickiene et al. (2006).

Resultados

Das 53 espécies de piperáceas avaliadas, 45 (89,9%) delas apresentaram os sesquiterpenos como compostos predominantes, seguida de 15 outras (28,3%) apresentando predominância de monoterpenos, deste total, 13 espécies apresentaram como segundo composto predominante os sequiterpenos. Apenas 6 espécies (11,3%) apresentaram predominância de fenilpropanóides no óleo essencial, e somente para *P. marginatum* houve predominância conjunta com monoterpenos e sesquiterpenos (Tabela 1).

A comprovação da eficácia dos óleos essenciais no controle de pelo menos uma espécie de inseto de importância agropecuária ou de saúde humana, foi observada para apenas 7 espécies de *Piper* (13,2%): *Piper aduncum* L., *P. callosum*, *P. divaricatum*, *P. hispidinervum*, *P. hostimannianum*, *P. humaytanun* e *P. marginatum*.

O óleo essencial de *P. aduncum* é o óleo mais estudado como inseticida, apresenta eficácia de controles para as espécies de pragas agrícolas: *C. tingomarianus* Bechyné, *Tenebrio molitor* L, 1758 (Fazolin et al., 2005 e Fazolin et al., 2007), *Sitophilus. zeamais* Mots., 1865 (Estrela et al., 2006), *Solenopsis saevissima* (F. Smith, 1855) (Souto 2005), todas pragas agrícolas presentes no Brasil e *Choristoneura rosaceana* (Harris) importante praga polífaga da América do Norte e Europa (Laroque et al., 1999). Além disso, controla também insetos vetores de doenças humanas: *Anopheles marajoara* Galvão & Damasceno, 1942 e *Aedes aegypti* (L., 1762) (Souto, 2005). A sua ação inseticida está relacionada à riqueza de lignanas associadas ao dilapiol, finilpropanóide que nesta associação inibe reações de monooxigenase do citocromo P450 (Murkerjee et al., 1979 e Bernard et al., 1990). Bernard et al. (1995) argumentam que este composto altera a capacidade de destoxificação dos insetos, que se intoxicam com os compostos presentes no alimento, que seriam normalmente eliminados de forma gradativa.

Este fenômeno desperta interesse pelo fato de que na coevolução entre herbívoros e plantas ocorre a seleção de indivíduos tanto das espécies vegetais como animais, em função da capacidade em se adaptar e sobreviver neste embate químico. Deste modo, a forma de ação do dilapiol, estaria alterando a capacidade do inseto no sentido da perda de uma adaptação química, desenvolvida ao longo do tempo, retornando esta capacidade aos estágios primitivos de proteção.

Além das espécies de insetos já citadas destaca-se a eficácia dos óleos essenciais de *P. hostimannianum*, *P. humaytanun* e *P. marginatum* para *A. aegypti* importante transmissor do vírus da dengue (Morais et. al., 2007).

Das 53 espécies de ocorrência na Amazônia somente *P. tuberculatum* teve amidas isoladas que apresentaram ação inseticida, a pelitorina e a 4,5 diidro piperlonguminina (Tabela 2). Estas amidas se mostraram eficazes para o controle de pragas importantes para a cultura da soja, *Anticarsia gemmatalis* Hueb., 1818 e da cana-de-açúcar, *Diatraea sacharallis* (Fabr., 1794) (Naviekiene, 2007). Os extratos desta piperácea apresentou ainda ação inseticida para *A. aegypti* (Pohlit et.al, 2004) (extrato metanólico

e aquoso) *Diatraea sacharallis* (extratos metanólicos, etanólicos e diclorometânicos) (Soberón et al., 2006) e *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (extratos etanólicos) (Bernard et al. 1995), sendo esta ultima importante praga de polífaga distribuída pela Europa, Ásia, África, América do Norte.

Extratos aquosos de *P. aduncum* apresentaram ainda eficiente controle para *Aetalion reticulatum* (L., 1767) (Silva et.al., 2007), conhecida como a “cigarrinha dos pomares”, praga amplamente disseminada no Brasil.

Considerações finais

Pelo exposto pode ser evidenciado que há necessidade de intensificação das pesquisas de piperáceas de ocorrência na Amazônia no sentido de serem avaliadas quanto ao potencial de uso inseticida. Se considerarmos uma estimativa de ocorrência de aproximadamente 250 espécies de piperáceas na Amazônia, somente 27,2% (53 espécies) foram investigadas quanto aos seus constituintes químicos, e apenas 6 (2,4%) delas tiveram algum tipo de avaliação como inseticida quer seja pela utilização do óleo, de extratos ou de produtos de isolamento ou síntese de amidas.

Considerando-se a riqueza de compostos inseticidas destas espécies de *Piper* que ocorrem na Amazônia, demonstrados no levantamento de Andrade et.al, (2009) (Tabelas 1 e 2), principalmente os presentes nos óleos essenciais ricos em mono e sesquiterpenos e fenilpropanóides pode-se concluir que há muito o que ser pesquisado.

Se o objetivo da avaliação do potencial inseticida for realizado em função da predominância de fenilpropanóides, há pelo menos três espécies que mereceriam ser melhor investigadas: *P. cernunnum*, *P. Keukoffii* e *P. millegranum*, cujas espécimens apresentaram 45,0%; 83,3% e 45,7% desse composto, respectivamente (Tabela 1). Ressalta-se que nos casos de ocorrência de teores próximos de 45% de fenilpropanóides, eles estão associados à ocorrência de terpenóides em altas proporções, o que pode aumentar o potencial de uso inseticida dessas espécies de piperáceas.

Ainda em função da riqueza de fenilpropanóides nos óleos essenciais de 8 espécies avaliadas (Tabela 1), existe ainda a necessidade de avaliação do potencial de uso como sinérgicos quando em combinação com inseticidas convencionais. Isto poderá despertar o interesse da indústria de agroquímicos no sentido de promover

uma substituição, economicamente mais vantajosa, do butóxido de piperonila, produzido a partir do safrol (*P. hispidinervum*) atualmente o sinérgico de maior utilização em formulações inseticidas no mundo.

Das 53 espécies de *Piper* avaliadas por Andrade et.al, (2009), 45 (84,9%) ricas em terpenóides (Tabela 1) ainda não foram avaliadas como inseticida. Isto abre uma perspectiva imensa de bioprospecção de óleos essenciais que podem ser utilizados no controle de insetos.

Com o crescimento acelerado da demanda por produtos de origem orgânica e compatíveis para utilização na agricultura familiar, o potencial de uso do óleo essencial e principalmente dos extratos de piperáceas como inseticida, poderá justificar um maior investimento em pesquisa com essas plantas na Amazônia.

Há uma visível carência de informações sobre a atividade inseticida dos diferentes métodos de extração e de amidas isoladas das 53 espécies avaliadas neste trabalho, onde apenas duas espécies, *P. aduncum* e *P. tuberculatum* apresentaram resultados que apontam o potencial de uso dessas substâncias (Tabela 1). Quanto ao isolamento de amidas com atividade inseticida, *P. tuberculatum* foi a única espécie avaliada, sendo dela isoladas a pelitorina e a 4,5 diidropiperlonguminina, com acentuada atividade inseticida. Bernard et al. (1995) considera que as isobutilamidas de *Piper*, por possuírem átomos de nitrogênio simples e baixo peso molecular, poderão teoricamente ser biosintetizadas com baixos custos de produção.

Sob o ponto de vista da simplicidade de obtenção, alguns tipos de extratos, principalmente os aquosos e alcoólicos, se apresentam com maior possibilidade de utilização, sendo que o gargalo para o sucesso de seu emprego reside na falta de conhecimento dos seus componentes e garantia da homogeneidade do produto.

Além do avanço do conhecimento fitoquímico das piperáceas, muito se tem para avançar na domesticação das espécies de interesse comercial, além da melhoria e adaptação do processo de hidrodestilação industrial. Particularmente em relação à aplicação por pulverização de óleos essenciais de *Piper*, avaliações do efeito fitotóxico de concentrações letais para as pragas em determinadas espécies de plantas deverá ser observada.

Referências

- Alécio AA, Bolzani Vda S, Young MCM, Kato, MJ, Furlan M (1997) Antifungal amides from *Piper hispididum*. *Journal Natural Products*. 61: 637-639.
- Andrade EH, Guimarães EF, Maia JGS (2009) Variabilidade química em óleos essenciais de espécies de *Piper* da Amazônia. Belém, FEQ/UFPA, 448p.
- Bernard CB, Arnason JT, Philogene BJR, Lam J, Waddel T (1990) In- vivo effect of mixtures of allelochemicals on the life cycle of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*. *Entomologia experimentalis et applicata* 57: 17-22.
- Bernard CB, Krishnamurthy, HG, Chauret D, Durst T, Philogene BJR, Sanchés-Vindas P, Hasbaun C, Poveda L, Roman LS, Arnason JT (1995) Insecticidal defenses of piperaceae from the neotropics. *Journal Chemical Ecology*. 21: 801-814.
- Biasi LA, Deschamps C (2009) Plantas aromáticas: do cultivo à produção de óleo essencial. Curitiba: Layer Studio Gráfico e Editora Ltda, 160 p.
- Burlat V, Kwon M, Davin LB, Lewis NG (2001) Dirigent proteins and dirigent sites in lignifying tissues. *Phytochemistry*. 57: 883-897.
- Castro HG de, Ferreira FA, Silva DJH da, Mosquim, PR (2004) Contribuição ao estudo das plantas medicinais: Metabólitos secundários. Visconde do Rio Branco, Gráfica Suprema e Editora, 113p.
- Chu A, Dinkova A, Davin LB, Bedgar DL, Lewis NG (1993) Stereospecificity (+)-piroresinol and (+) – lauriciresinol reductases from *Forsythia intermedia* , *Journal Biological Chemistry*. 268: 27026- 27033.
- Dixon RA (2001) Natural products and plants disease resistance. *Nature* 411: 843-847.
- Dyer A, Palmer DN (2004) Piper: A model genus for studies of photochemistry, ecology and evolution. Kluwer Academic Plenum Publishers, New York, 228 p.
- Elliott M, Farnham AW, Janes NF, Johnson DM, Pulman DA (1987) Synthesis and insecticidal activity of lipophilic amides. Part 4: The effect of substituents on the phenyl group of 6-phenylhexa-2,4-dienamides. *Pesticide Science*. 18:223-228.
- Estrela JLV, Guedes, RNC, Maltha CRA, Magalhães LC, Fazolin M (2005) Toxicidade de amidas análogas à piperina-para *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Magistra*.17: 69-75.

Estrela JLV, Fazolin M, Catani, V, Alécio MR, de Lima, MS (2006) Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. Pesquisa Agropecuária Brasileira.41: 217-222.

Fazolin M, Estrela JLV, Catani, V, de Lima, MS, Alécio MR, (2005) Toxicidade do Óleo de *Piper aduncum* L. a adultos de *Cerotoma tingomarianus* Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae). Neotropical Entomology. 34:485 - 489.

Fazolin M, Estrela JLV, Catani, V, Alécio MR, de Lima, MS (2007) Propriedade inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum*, *Piper aduncum* e *Tanaecium nocturnum* sobre *Tenebrio molitor*. Ciência e Agrotecnologia. 31: 113 - 120.

Gottlieb OR, Salatino A (1987) Função e evolução de óleos essenciais e de suas estruturas secretoras. Ciência e Cultura 39: 707-716.

Gottlieb OR, Birin MR, Kaplan MAC (1995) Biosynthetic interdependence of lignins and secondary metabolites in angiosperms. Phytochemistry 40: p.99.

Harreewijan P, Van Osten AM, Piron PGM (2001) Natural Terpenoids as Messengers: A Multidisciplinary Study of their Production, Biological Functions and Practical Applications, Kluwer Academic Publishers, London, 128p.

Jaramillo AM, Manos SP (2001) Phylogeny and patterns of floral diversity in the genus *Piper* (Piperaceae). American Journal of Botany 88: 706-716.

Jaramillo AM, Marquis R (2004) Current Perspectives on the Classification and Phylogenetics of the Genus *Piper* L. In: DYER A, PALMER DN (eds.). *Piper: A model genus for studies of phytochemistry, ecology, and evolution*. Kluwer Academic Plenum Publishers, New York. 179-198 p.

Labandeira CC, Dilcher DL, Davis DR, Wagner DL (1994) Ninety- seven million years of angiosperm-insect association: paleobiological insight into the meaning of coevolution. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 91: 12278-12282.

Laroque N, Vincent C, Bélanger A, Bourassa JP (1999) Effects of tansy essential oil from *Tanacetum vulgare* on biology of oblique-banded leafroller, *Choristoneura rosaceana*. Journal of Chemical Ecology, 25: 1319-1330.

Lewis NG, Davin LB (1998) Biochemical control of monolignol coupling and

structure during lignin and lignan biosynthesis. ACS Symposium Series, Washington. 679: 334- 361.

Morais SM de, Facundo VA, Bertini LM, Cavalcanti ESB, Anjos Júnior JF dos, Ferreira AS, Brito ES de, Souza neto MA de (2007) Chemical composition and larvicidal activity of essential oils from *Piper* species. Biochemical Systematics and Ecology. 35: 670-675.

Mukerjee SK, Saxena VS, Tomar SS (1979) New methylenedioxyphenyl synergists for pyrethrins. Journal of the Science and Food Agriculture. 27: p.1209-1211.

Navickiene HMD, Morandim AA, Alécio AC, Regasini LO, Bergamo DCB, Telascrea M, Cavalheiro AJ, Lopes MN, Bolzani V, Furlan M, Marques MOM, Young MCM, Kato MJ (2006) Composition and antifungal activity of essential oils from *Piper aduncum*, *Piper arboreum*, *Piper tuberculatum*. Quimica Nova. 29: 467-470.

Paré W, Tumlinson JH, (1997) Biosynthesis of volatiles induced by insect herbivory in cotton plants. Plant Physiology. 114: 1161-1167.

Parmar VS, Jain SC, Bsht KS, Jain R, Taneja PA, Tyagi OD, Prasad AK, Wengel J, Olsen CEP (1997) Phytochemistry of the genus *Piper*. Phytochemistry, 46:597-673.

Pohlit AM, Quignard LJ, Nunomura SM, Tadei WP, Hidalgo AF, Pinto AC da S, Santos EVM dos, Morais SKR de, Saraiva R de CG, Ming LC, Alecrim AM, Ferraz AB, Pedrosa AC da S, Diniz EV, Finney EK, Gomes EO, Dias HB Souza K dos S, Oliveira LCP de, Don L de C, Queiroz MMA, Henrique MC, Santos, M dos, Lacerda Júnior O da S, Pinto Pde S, Silva SG, Graça YR (2004) Screening of plants found in the State of Amazonas, Brazil for larvicidal activity against *Aedes aegypti* larvae. Acta Amazonica. 34: 97-105.

Pletsch M, Sant´ana AEG (1995) Secondary compound accumulation in plants-The application of plant biotechnology to plant improvement. Chemistry of Amazonian. 5: 51-64.

Taylor DW, Hickey LJ (1992) Phylogenetic evidence for the herbaceous origin of angiospermae. Plant Systematics and Evolution. 180: 177-178.

Sangwan NS, Farooqi AHA, Shabid F, Sangwan RS (2001) Regulation of essential oil production in plants. *Plant Growth Regulation*. 34: 3-21.

Scott IM, Puniani E, Durst T, Phelps D, Merali S, Assabgui RA, Sanchez-Vindas P, Poveda L, Philogé ne BJR, Arnason JT (2002) Insecticidal activity of *Piper tuberculatum* Jacq. extracts: synergistic interaction of piperamides. *Agricultural and Forest Entomology*. 4: 137-144.

Scott IM, Jensen HR, Philogé ne BJR, Arnason JT (2008) A review of *Piper* spp. (Piperaceae) phytochemistry, insecticidal activity and mode of action. *Phytochemistry Review*. 7: 65-75.

Soberón VG, Rojas C, Saavedra J, Massuo JK, Delgado GE (2006) Acción biocida de plantas de *Piper tuberculatum* Jacq. sobre *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera, Pyralidae). *Revista Peruana de Biología*. 13: 107-112.

Souto RNP (2005) Avaliação das atividades repelentes, larvicida e inseticida de óleos essenciais de *Piper* da Amazônia contra *Anopheles marajoara* Galvão & Damasceno, *Sregomyia aegypti* (L. e *Solenopsis saevissima* (F. Smith, 1855)). Tese de Doutorado em Zoologia, MPEG/UFPA, Belém. 227 p.

Strunz GM, Finlay H (1994) Concise, efficient new synthesis of pipericide, an insecticidal unsaturated amide from *Piper nigrum*, and related compounds. *Tetrahedron*. 50: 11113-11122.

Su HCF (1977) Insecticidal properties of black pepper to rice weevil and cowpea weevils. *Journal of economic entomology*. 70: 19-22.

Viegas Júnior C (2003) terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. *Química Nova*. 26: 57-76.

Yuncker TG (1972) New Piperaceae of Brazil I: Piper – Group, I, II, III, IV. *Hoehnea*. 2:19-366.

Ward RS, (1997) Lignans, neolignans and related compounds. *Natural Product Reports*. 14: 43-74.

Wilkinson C, Metcalf RL, Fukuto TR (1996) Some structural requirements of methylenedioxyphenyl derivatives as synergists of carbamate insecticides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 14:73-79.

Tabela 1. Espécies de *Piper* que ocorrem na Amazônia e que possuem óleos essenciais com potencial de uso inseticida.

Espécies de <i>Piper</i> na Amazônia	Nº de espécies	Desquiperanos	Desquiperanos	Fenilpropenóides	Espécies de insetos
<i>Piperaduncum</i> L.	21			97,0	<i>C. tingomarianus</i> , <i>T. tricolor</i> , <i>S. zozimatis</i> , <i>Anopheles marajoara</i> ; <i>A. aegypti</i> ; <i>S. saevissima</i> , <i>Chlorotenebra rosaceana</i>
<i>Piper alatipendulatum</i> Yuncker	3		99,8		
<i>Piper amapaense</i> Yuncker	1		96,9		
<i>Piper ananifolium</i> Kunth	8*	81,8	75,5		
<i>Piper aramanium</i> C.DC.	2		84,7		
<i>Piper arboreum</i> Aubl. Vr. <i>Arboreum</i>	8		99,8		
<i>Piper baccans</i> (Miq.) C.DC.	2		82,9		
<i>Piper bantlingianum</i> (Miq.) C.DC.	2		90,3		
<i>Piper brachypodiatum</i> Yuncker	1		79,5		
<i>Piper brasiliense</i> C.DC.	1		75,3		
<i>Piper brevicaule</i> Yuncker	1		90,4		
<i>Piper canosum</i> Ruiz & Pav.	8			83,9	<i>Anopheles marajoara</i> , <i>Aedes aegypti</i> ; <i>S. saevissima</i>
<i>Piper camiconnectivum</i> C.DC.	6		97,7		
<i>Piper comarum</i> Vell.	1	30,8		45,0	
<i>Piper colubrinum</i> (Link ex Kunth) Link ex C.DC.	3*	71,1	96,6		
<i>Piper crassinervium</i> Kunth	1		70,2		
<i>Piper cyrtopodum</i> (Miq.) C.DC.	7		81,1		
<i>Piper dactylosignum</i> Randi	1	96	87,9		
<i>Piper demeraenum</i> (Miq.) C.DC.	4				
<i>Piper dilatatum</i> Rich.	10		94,8		
<i>Piper divaricatum</i> C. Mey	11			92,1	<i>Anopheles marajoara</i> ; <i>S. saevissima</i>
<i>Piper duckei</i> C.DC.	2		98,8		
<i>Piper durifolium</i>	1		98,6		
<i>Piper erectipitum</i>	1		67,9		
<i>Piper glandulosissimum</i>	7		84,1		
<i>Piper gurupianum</i>	2		100,0		
<i>Piper hispidinervium</i> C.DC.	12			97,3	<i>T. tricolor</i> , <i>S. zozimatis</i>
<i>Piper hispidum</i> Sw.	12*	83,6	97,9		
<i>Piper hostmannianum</i> (Miq.) C.DC.	8*	82,1	78,8		<i>A. aegypti</i>
<i>Piper humajatanum</i> Yuncker	5		87,4		<i>A. aegypti</i>
<i>Piper regularium</i> (Miq.) C.DC.	1	86,2	83,0		
<i>Piper klotzschianum</i> (Randy) C.DC.	1	82,6			
<i>Piper kruckhoffii</i> Yuncker	1			83,3	
<i>Piper macedoi</i> Yuncker	2*	53,2	33,9		
<i>Piper manausense</i> Yuncker	4		77,0		
<i>Piper marginalum sensu lato</i>	20*	58,9	87,0	91,4	<i>A. aegypti</i> ; <i>Anopheles marajoara</i> ; <i>S. saevissima</i>
<i>Piper marajoarum</i> C.DC.	1		91,8		
<i>Piper millegranum</i> Yuncker	4*	43,8	70,3	85,7	
<i>Piper montealegreanum</i> Yuncker	1	31,8	67,8		
<i>Piper nigropictum</i> C.DC.	1		96,7		
<i>Piper ottunoides</i> Yuncker	1		94,8		
<i>Piper ovatilimbum</i> C.DC.	1		89,2		

Espécies de <i>Piper</i> da Amazônia	N.º de espécies	Monoterpenos	Secoiterpenos	Fenilpropa-nóides	Espécies de insetos controladas
<i>Piper pellitum</i> C.DC.	1	25,7	61,3		
<i>Piper polatum</i> (L.) Miq.	5		96,2		
<i>Piper piresii</i> Yuncker	1		97,6		
<i>Piper plurinervosum</i> Yuncker	1	42,6	54,6		
<i>Piper reticulatum</i> L.	2		60,5		
<i>Piper schwackei</i> C.DC.	8		98,9		
<i>Piper trichocarpum</i> C.DC.	2		72,7		
<i>Piper tuberculatum</i> Jacq. Var. <i>tuberculatum</i>	11	83,8	69,9		
<i>Piper utinganum</i> Yuncker	1		95,2		
<i>Piper vitaceum</i> Yuncker	1	49,6	43,6		
<i>Piper wachenheimii</i> Trel.	1	60,5	30,3		

Adaptado de Andrade et al. (2009).

*Compostos predominantes em duas espécies.

ou isolados com potencial de atividade

Espécies de <i>Piper</i> da Amazônia	Amidas isoladas com atividade inseticida	Espécies de insetos controladas	Tipos de extratos avaliados como inseticida	Espécies de insetos controladas
<i>Piper aduncum</i> L.			1-Metanólico; 2- Aquoso; 3- Etanólico	<i>A. aegypti</i> (1 e 2); <i>A. taeniorhynchus</i> sp.(2); <i>O. nubilalis</i> (3)
<i>Piper tuberculatum</i> Jacq. Var. <i>tuberculatum</i>	Pelitorina e 4,5-dihidro-piperlongumina	<i>A. gemmatilis</i> ; <i>D. cockerelli</i>	1-Metanólico; 2- Aquoso; 3- Etanólico; 4- Diclorometânico	<i>A. aegypti</i> (1 e 2); <i>O. nubilalis</i> (2); <i>E. kuehniella</i> ; <i>Saccharalis</i> (1,3,e 4)

Adaptado de Andrade et.al, (2009).