

CAPÍTULO 18

Plantas da Amazônia Ocidental com Potencial de Uso como Inseticida

Murilo Fazolin
Joelma Lima Vidal Estrela

1. Introdução

Diante das perdas de produção provocadas pelo ataque dos insetos, o produtor agrícola se depara com a necessidade de recorrer a diversos métodos de controle, como o biológico, genético, cultural e químico. Este último, que se realiza pela utilização dos inseticidas convencionais e específicos, tem estabelecido maiores vantagens devido a sua eficiência, baixo custo e facilidade de uso em relação aos demais (SODERLUND, 1995). Todavia, a contínua utilização do controle químico com produtos não seletivos, sem a rotação de ingredientes ativos, pode causar desequilíbrios como a eliminação de insetos benéficos, explosões populacionais da praga e, principalmente, a perda de eficácia de inseticidas mediante a seleção de populações resistentes a estes compostos químicos (KAY; COLLINS, 1987; GUEDES; FRAGOSO, 1999).

Os inseticidas podem ser produzidos a partir de um protótipo natural, como os piretróides sintéticos, introduzidos no mercado a partir da década de 70, que são análogos das piretrinas encontradas no piretro, pó obtido de flores de algumas espécies do gênero *Chrysanthemum* (HIRATA, 1995).

Mais recentemente têm se buscado novos compostos com ação inseticida que possuam características desejáveis. Os inseticidas botânicos são uma fonte promissora desses compostos e muitos autores têm estudado a atividade de diversas plantas como *Calceolaria andina* L. (Scrophulariaceae), *Persea americana* Mill. (Lauraceae), *Rhododendron molle* (Blume) G. Don. (Apiaceae), *Zanthoxylum kauanse* A. Gray (Rutaceae), *Z. dipetalum*, *Z. hawaiiensis*, *Thujopsis dolabrata* Sieb & Zucc. (Cupressaceae), *Aglaia odorata* Lour. (Meliaceae) e *Piper nigrum* L. (Piperaceae) (KLOCKE et al., 1991; WRBA et al., 1992; MARR; TANG, 1992; HU et al., 1993; JANPRASERT et al., 1993; OBERLIES et al., 1998; AHN et al., 1998; KHAMBAY et al., 1999). Villalobos

(1996) ressaltou que o princípio ativo dos inseticidas botânicos são compostos resultantes do metabolismo secundário das plantas, sendo acumulados em pequenas proporções nos tecidos vegetais. Atualmente, consideram-se tais substâncias de plantas como um modelo para síntese de agrotóxicos mais eficientes, menos tóxicos e menos persistentes no meio ambiente e como auxiliar para a compreensão da complexa interação entre os seres vivos no ecossistema (SAITO; LUCHINI, 1998).

A diversidade da flora brasileira apresenta um imenso potencial para a produção de compostos secundários, que têm sido demandados continuamente pela indústria nesta última década, devido ao incremento da utilização de produtos naturais na agropecuária (PLETSCH; SANT'ANA, 1995). Segundo estes autores, 16% das 500 mil espécies de plantas, que se estima existirem no mundo, encontram-se na Floresta Amazônica. A pesquisa de substâncias ativas derivadas de plantas no Brasil ainda é muito incipiente. Até o início da década de 80 foi estimado que menos de 1% das espécies da flora brasileira era conhecida quanto aos seus constituintes químicos (GOTTLIEB; MORS, 1980). Mesmo considerando ter havido incrementos significativos a partir desse percentual, nas últimas duas décadas, há, evidentemente, uma grande lacuna de conhecimento da nossa flora a ser preenchida. Nesse sentido, desenvolver ensaios, isolar, caracterizar e finalmente sintetizar ou biossintetizar compostos de interesse no controle de insetos torna-se um desafio constante (SHAPIRO, 1991).

Embora a Amazônia possua uma biodiversidade invejável, no Brasil, segundo Martinez (2000), os estudos para avaliação do uso inseticida de plantas foram poucos e restritos a condições de laboratório, o que limita a utilização prática destes produtos.

Nas condições de Rio Branco, Fazolin e Estrela (2000) e Fazolin et al. (2000) obtiveram resultados preliminares satisfatórios com produtos vegetais aplicados no controle de *Cerotoma tingomarianus* Bechyné, importante praga desfolhadora do feijoeiro.

No Acre, levantamentos realizados por Souza (1997) demonstraram que 73,8% dos pequenos produtores utilizam inseticidas convencionais na produção de alimentos, destacando-se o parathion methyl em 57,6% dos casos. Na maioria das vezes esse produto é utilizado erroneamente por falta de conhecimento e orientação apropriada. Nesse trabalho é apontado também que 10,2% dos produtores utilizam produtos organoclorados no controle de pragas, aumentando consideravelmente os riscos de intoxicação e demais efeitos nocivos aos seres humanos, uma vez que estes agrotóxicos são de uso proibido.

Dentro deste contexto, foi desenvolvido um projeto de pesquisa com o objetivo de realizar a prospecção e avaliação de plantas da Amazônia com atividade inseticida, visando à conservação ambiental dos agroecossistemas onde as frações ativas dessas plantas poderão ser utilizadas como bioinseticidas naturais no manejo de pragas.

2. Metodologia

2.1. Origem dos Vegetais com Potencial de Utilização como Inseticidas

Por meio de uma autorização do Ibama Acre, foram realizados levantamentos das espécies vegetais na Reserva Extrativista Chico Mendes, Seringal Porvir, os quais apontaram as seguintes espécies para avaliação: andiroba (*Carapa guianensis* Aubl. – Meliaceae), quina-quina (*Guettarda* sp. – Rubiaceae), *Quassia amara* L. (Simaroubaceae), capanço-cidreira (*Siparuna* spp. – Monimiaceae), lacre-de-folha-larga (*Vismia sandwithii* Evan, 1962 – Hypericaceae), cana-de-macaco-roxa (*Costus guianensis* Rusby – Zingiberaceae), João-Brandinho (*Piper ottonoides* Yancker – Piperaceae), aninga (*Dieffenbachia picta* Schott – Araceae), ninho-de-porca (*Borreria* spp. – Rubiaceae), jutaí (*Hymenaea* spp. – Caesalpiniaceae), *Palicourea rigida* Kunth (Rubiaceae), café-branco (*Esenbeckia* spp. – Rutaceae) e breu (*Tetragastris* spp. – Burseraceae).

Em meados de 2004, com autorização do Ibama do Estado de Roraima, foram coletadas e avaliadas sete espécies vegetais do Cerrado: *Antonia ovata* Pohl (Loganiaceae), mirixi (*Byrsonima crassifolia* (L.) HBR. – Malpigiaceae), mirixi-vermelho (*Byrsonima intermedia* A. Juss – Malpigiaceae), mirixi-caju (*Byrsonima* Coc. – Malpigiaceae), *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC. (Melastomataceae), pimenta-de-macaco (*Eugenia puniceifolia* (H.B.K.) DC. – Myrtaceae), congonha (*Roupala montana* S. Sleumer – Proteaceae), sucuba (*Hymatanthus articulatus* (Vahl.) Woods – Apocynaceae).

Devido aos estudos desenvolvidos pela Embrapa Acre com pimenta longa na década de 90, foi avaliado o potencial inseticida de duas espécies obtidas na coleção de plantas da Unidade: *Piper hispidinervum* C. DC. e *Piper aduncum* L. A única espécie coletada na reserva florestal da Embrapa Acre para avaliação do potencial inseticida foi o cipó-vick, *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur & K. Shum, por se tratar de uma planta abundante no Estado do Acre.

2.2. Obtenção e Composição dos Óleos Utilizados nos Bioensaios

2.2.1. Óleos Essenciais

2.2.1.1. Piperáceas

Plantas adultas de *P. aduncum* e *P. hispidinervum* foram cortadas a 0,4 m do solo, separando-se, para processamento, as folhas e os ramos secundários. A massa vegetal foi submetida à secagem por 6 dias em secador solar, até atingir 30% de umidade, sendo revolvida duas vezes ao dia para facilitar a aeração (PIMENTEL et al., 1998). Posteriormente, o material foi submetido à extração por arraste forçado de vapor de água, utilizando-se o sistema de

caldeira aquecida por gás, acoplada a um extrator (SIMÕES; SPITZER, 1999). Após a condensação, a mistura de cada óleo essencial foi recebida em coletores comunicantes e separada por decantação.

O rendimento dos óleos foi em média de 1,8%. A análise por cromatografia dos óleos essenciais foi realizada em cromatógrafo gasoso HP5890, coluna capilar de sílica fundida (DB-5, 30 m x 20 mm), tendo hélio como gás de arraste e programação de temperatura de 80°C a 140°C (4°C/min) e de 140°C a 240°C (20°C/min). O óleo de *P. aduncum* apresentou 74% de dilapiol, 3,9% de safrol e 2,8% de sarisan como componentes majoritários, já para *P. hispidinervum* a análise cromatográfica apontou o safrol como componente majoritário com 94,7% (Fig. 1).

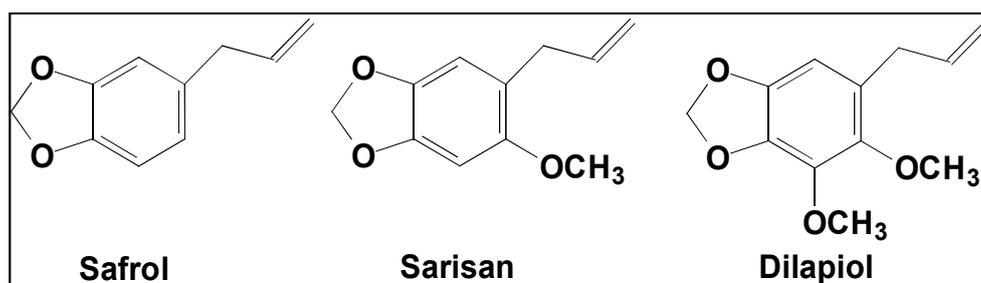


Fig. 1. Constituintes principais de *Piper hispidinervum* C.DC. e *Piper aduncum* L.

2.2.1.2. Bignoniácea

Para extração do óleo de *T. nocturnum* coletaram-se plantas que apresentavam secções de caule de até 1 cm de diâmetro. As folhas foram separadas dos ramos sendo as amostras imediatamente submetidas à extração por arraste de vapor de água, utilizando-se um destilador do tipo Clevenger. O rendimento de óleo das folhas foi de 0,8% e das cascas e talos novos de 0,7%. A análise do óleo essencial em cromatógrafo gasoso acoplado ao espectômetro de massa mostrou ser a mandelonitrila o principal constituinte deste óleo, que por hidrólise libera ácido cianídrico em quantidades consideráveis (Fig. 2).

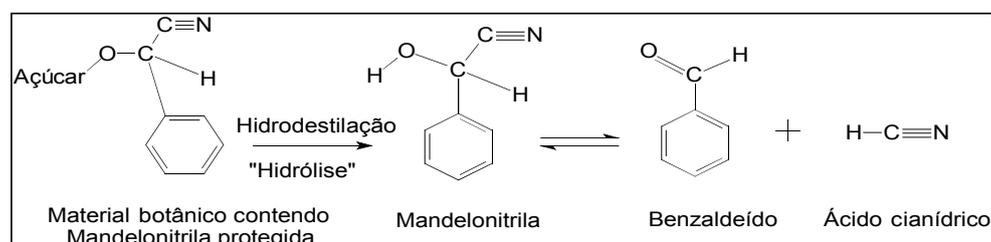


Fig. 2. Composição do óleo de *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur & K. Shum após hidrodestilação das folhas.

2.2.2. Óleo Não-essencial

2.2.2.1. Meliáceas

O óleo de andiroba, *Carapa guianensis* Aubl., foi adquirido no comércio local, sendo sua origem de fabricação artesanal, por isso não há garantias da qualidade e pureza. Desta forma o óleo foi emulsificado na proporção de 1 ml/100 ml de água, adicionando-se 2 ml de espalhante adesivo (Agral), e em seguida foram feitas diluições menores até obter a proporção de 10% do óleo.

2.3. Preparo e Extração do Material Vegetal

O preparo dos vegetais que não produzem óleos essenciais seguiu uma metodologia padronizada e adotada para todos eles. Um dia após a coleta, as estruturas vegetais foram secas à sombra até apresentarem aproximadamente 40% de umidade, com intervalo de secagem variando de 3 a 5 dias. Após este processo foram trituradas em moinho até obtenção do pó que foi submetido à extração alcoólica. Os tipos de extração utilizados foram:

2.3.1. Extração por Percolação em Álcool

Tomou-se uma alíquota de 200 g de vegetal em pó, adicionando-se 1 litro de álcool anidro p.a. A mistura foi depositada em um vidro âmbar deixando-se em repouso por um período de 72 horas. Finalmente filtrou-se o extrato a vácuo.

2.3.2. Extração por Percolação/Concentração do Extrato

Houve casos em que os extratos obtidos foram concentrados, para eliminar o solvente, utilizando-se um rotavapor a 55°C-60°C. Após a obtenção do concentrado, para utilizá-lo nos bioensaios, foi necessário uma ressuspensão em solução aquosa com auxílio do tensoativo Tween 20%.

2.3.3. Extração por Refluxo do Solvente

Tomou-se uma alíquota de 200 g de vegetal em pó, adicionando-se 1 litro de álcool anidro p.a. Neste caso, o extrato foi obtido por meio de aquecimento em álcool etílico p.a. à temperatura de refluxo do solvente (78°C) por 2 horas, filtrando-se a solução final a vácuo.

Independentemente do método utilizado para extrair compostos de interesse para avaliação, formaram-se soluções-estoque de cada um deles obtendo-se um volume médio de 100 ml, que posteriormente foram submetidas às diluições seqüenciais de 10 vezes, para comporem as concentrações avaliadas tanto nos bioensaios preliminares como nos definitivos com a finalidade de obter curvas e doses de concentração-mortalidade (DL50 e CL50).

2.4. Experimentação em Condições de Laboratório

2.4.1. Bioensaios Preliminares

Inicialmente foram realizados testes de ajuste com o propósito de determinar os padrões ideais dos seguintes fatores: tempo de exposição dos insetos aos compostos, volume do produto a ser utilizado e número de inseto por parcela experimental.

Realizaram-se testes preliminares para avaliar a intoxicação dos insetos por exposição de papel-filtro (contato em superfície contaminada), contato (tóxico), fumigação, ingestão e alteração na viabilidade dos ovos visando obter intervalos de concentrações dos óleos que ocasionarem mortalidade do inseto desde próximos de zero até próximos de 100%. Cada faixa de resposta foi determinada a partir de uma solução-estoque de 100 ml de princípio ativo dos compostos que posteriormente foi submetida a diluições seqüenciais até obter as concentrações a serem avaliadas. Assim, dentro desta ampla faixa de concentrações testadas nos bioensaios iniciais, foram determinadas faixas mais estreitas para serem avaliadas nos bioensaios definitivos.

As faixas de resposta obtidas para os ensaios definitivos variaram em função dos compostos utilizados e das espécies e estádios de desenvolvimentos dos insetos-alvo. Dentro destes intervalos foram utilizadas entre 5 e 11 concentrações para os bioensaios definitivos, além de um controle com apenas solvente. Essas concentrações foram usadas para determinar as respectivas curvas de concentração-mortalidade e cálculo da concentração/dose com probabilidade de causar 50% de mortalidade (CL_{50} e DL_{50}) dos insetos submetidos à experimentação, seguindo metodologia descrita por Finney (1971).

2.4.2. Bioensaios Definitivos

Em todos os bioensaios definitivos as placas de Petri/potes plásticos foram mantidas em câmara climatizada à temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70\% \pm 5\%$ e fotofase de 12h, até o momento da avaliação da mortalidade dos insetos. O tempo de exposição aos compostos foi de 48h, considerando-se a mortalidade cumulativa no período.

Utilizaram-se as seguintes espécies de insetos: a) larvas de 5º instar de *Tenebrio molitor* L., 1758; b) larvas de 3º instar de *Ascia monuste orseis* (Godart, 1819); c) adultos de *Cerotoma tingomarianus* Bechyné, *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 e *Zabrotes subfasciatus* (Boh.).

2.4.2.1. Exposição por Contato em Superfície Contaminada (Papel-filtro)

Bioensaios de concentração-mortalidade foram realizados utilizando-se placa de Petri (9,0 cm x 1,5 cm) e papéis-filtro impregnados com 0,5 ml dos compostos a serem avaliados. Após a aplicação do composto, os papéis-filtro foram colocados para secar por meia hora e posteriormente inoculados com 20 larvas ou 10 adultos das espécies-alvo por placa.

2.4.2.2. Exposição por Aplicação Tópica

Os ensaios consistiram na aplicação tópica de 0,5 µl das concentrações dos compostos obtidas nas faixas de resposta. A aplicação foi realizada com auxílio de uma microseringa na região dorsal do protórax, no caso de larvas e lagartas, e na região protorácica ventral no caso de insetos adultos, que foram previamente anestesiados por meio de congelamento em freezer a -8°C, por 5 minutos. Posteriormente, foram formados grupos de 10 ou 20 indivíduos, dependendo da espécie de inseto-alvo à semelhança da metodologia utilizada nos bioensaios para avaliar a exposição por contato (papel-filtro).

2.4.2.3. Exposição por Fumigação

Esses bioensaios foram realizados exclusivamente para insetos-praga de grãos armazenados (*Sitophilus zeamais* Mots., 1855 e *Zabrotes subfasciatus* Boh.), avaliando-se como inseticida os óleos essenciais, por apresentarem volatilidade acentuada.

Os bioensaios foram instalados, utilizando-se 30 g de grãos (ou milho ou feijão dependendo do inseto-alvo), que após a pesagem e determinação da umidade foram colocados em potes plásticos descartáveis com tampa hermética com capacidade para 100 ml. Na massa de grãos foram aplicados 2 ml de cada concentração dos óleos essenciais. Após o revolvimento para homogeneização, deixou-se a mistura secar até a completa volatilização do solvente, para em seguida confinar em cada frasco 20 indivíduos adultos da espécie-alvo a ser avaliada.

2.4.2.4. Efeito da Ingestão de Alimento Contaminado

Este tipo de bioensaio foi desenvolvido para as espécies de insetos-alvo *A. monuste orseis*, *C. tingomarianus* e *S. zeamais*, utilizando-se como alimento folhas de couve, folhas de feijoeiro e grão de milho, respectivamente.

2.4.2.4.1. Efeito da Ingestão de Grãos de Milho Contaminados com Óleos Essenciais sobre *S. zeamais*

Após os resultados de fumigação e utilizando as concentrações dos óleos essenciais que não causaram mortalidade a estas espécies, a fim de verificar se havia reduzido a alimentação das mesmas, foram montados bioensaios usando-se potes de plástico com tampa perfurada e recoberta com tela, contendo 20 g de milho por tratamento. Os grãos foram tratados com 2 ml dos óleos nas diferentes concentrações e deixados secar ao ar livre para serem inoculados com 20 adultos de *S. zeamais* em cada pote. O período experimental foi de 30 dias, avaliando-se a mortalidade diariamente. A umidade dos grãos de milho foi mensurada antes e ao final do período experimental, com a finalidade de corrigir o peso final dos grãos.

2.4.2.4.2. Efeito de Ingestão de Folhas Contaminadas com Extratos Vegetais

Para lagartas de *A. monuste*, discos de couve de 7 cm de diâmetro foram imersos nas concentrações dos extratos a serem avaliados e colocados para secar à temperatura ambiente, sendo em seguida transferidas para placas de Petri de igual diâmetro. Nessas placas foram inoculadas 10 lagartas de *A. monuste*. Avaliou-se o efeito dos extratos quanto ao consumo foliar e a mortalidade das lagartas durante 17 dias, observando-se adicionalmente a ocorrência de deformidades das sobreviventes.

Para adultos de *C. tingomarianus* folhas de feijão com área conhecida foram imersas nas diferentes concentrações dos extratos a serem avaliados seguindo-se a mesma metodologia descrita anteriormente. Nas placas de Petri foram introduzidos 10 adultos de *C. tingomarianus*. Avaliou-se o efeito dos extratos quanto ao consumo foliar e a mortalidade de adultos deste crisomélideo durante 5 dias.

Em ambos os casos, para a medição da área foliar oferecida e consumida, utilizou-se o integrador de área foliar modelo ADC AM-200.

2.4.2.5. Avaliação da Viabilidade dos Ovos

Para este tipo de bioensaio foram coletados ovos de *A. monuste* oriunda de criação massal mista entre laboratório (fase de lagarta a pupa) e telado (fase de adulto até a realização de posturas). Foram tomadas posturas de 80 ovos, em média, imergindo-as nas diferentes concentrações dos extratos/óleos essenciais a serem avaliados por 10 segundos, transferindo-as a seguir para placas de Petri forradas com algodão umedecido. As placas foram mantidas abertas até a total evaporação do solvente, sendo posteriormente fechadas e transferidas para câmara climatizada. A eclosão das lagartas foi avaliada diariamente durante 5 dias consecutivos.

2.4.3. Delineamento Experimental e Análise dos Dados

Para todos os bioensaios definitivos adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo cada bioensaio repetido três vezes, realizando-se uma análise conjunta dos resultados.

Os dados de mortalidade foram corrigidos pela fórmula de Abbott (1925) e sua relação com a concentração-resposta foi submetida à análise de Próbit, utilizando-se o programa de análises estatísticas SAS (SAS INSTITUTE, 1989). Após a estimativa das CL_{50} e DL_{50} , estas foram usadas como concentrações discriminatórias dos compostos na detecção da toxicidade em relação aos insetos em estudo.

Para os bioensaios de avaliação de ingestão de alimento contaminado e viabilidade de ovos realizou-se uma análise de regressão conjunta entre estas variáveis e as concentrações dos compostos submetidos aos bioensaios utilizando o procedimento SAS (SAS INSTITUTE, 1989).

2.5. Experimentação em Condições de Semicampo

Os ensaios foram conduzidos em ambiente telado com cobertura de vidro, utilizando-se gaiolas metálicas teladas com náilon, medindo 50 cm x 50 cm e 60 cm de altura, para proteger vasos de barro com capacidade de 3 litros de solo. Nesses vasos plantaram-se cinco sementes de feijão da cv. Pérola que, após a emissão da segunda folha definitiva, sofreram desbaste permanecendo apenas uma planta, constituindo assim uma parcela experimental.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com o número de tratamentos variando de 8 a 10 (dependendo do composto a ser avaliado), comparados com uma testemunha (pulverização com água) com quatro repetições. Após as plantas emitirem a terceira folha definitiva, foram realizadas pulverizações a cada 3 dias com os extratos a serem testados.

Vinte e quatro horas após a primeira pulverização, as gaiolas foram infestadas com cinco adultos de *C. tingomarianus* capturados no campo com rede entomológica. Diariamente, realizaram-se contagens dos insetos mortos repondo-se novos indivíduos, com o objetivo de avaliar o consumo foliar médio durante 10 dias.

Após este período foram retiradas as folhas das plantas, dispondo-as na forma de quadrados, para cálculo da área foliar consumida, utilizando-se integrador de área foliar modelo ADC AM-200.

2.6. Experimentação e Avaliações em Condições de Campo

2.6.1. Controle da Vaquinha-do-feijoeiro *C. tingomarianus*

2.6.1.1. Cultura do Feijão

Após a obtenção de resultados satisfatórios no controle de *C. tingomarianus* ao nível de semicampo, principalmente no que se refere aos extratos alcoólicos de *P. aduncum* e *P. hispidinervum*, instalou-se um experimento no campo para avaliar o efeito nestas condições experimentais.

A cultivar de feijão Pérola foi semeada no espaçamento 0,50 m entrelinhas em uma densidade aproximada de 200 mil plantas/ha. As parcelas experimentais mediram 10 m x 10 m, com uma bordadura de separação entre si de 3 m. Os tratamentos consistiram de pulverizações (300 L/ha) semanais de: 1) extrato de *P. aduncum* a 5% (v/v); 2) *P. hispidinervum* a 5% (v/v); 3) inseticida carbaryl (850 PM) a 1,5 g/litro de água; e 4) testemunha. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados com 5 repetições. A porcentagem de desfolhamento causada pelo inseto foi avaliada por meio de atribuição semanal de notas de zero a cem, comparando-se as médias dos tratamentos pelo teste de Scott & Knott ($P < 0,05$) dentro dos estágios de desenvolvimento do feijoeiro, definidos por Santos e Gavinales (1998) como: V3 (primeira folha trifoliolada), V4 (terceira folha trifoliolada), V5 (desenvolvimento vegetativo), R6 (floração), R7 (formação de vagens) e R8 (enchimento de vagens).

2.6.1.2. Cultura da Soja

Utilizou-se a cultivar de soja Gralha, linhagem de ciclo médio, semeada no espaçamento de 0,5 m, com estande de 15 plantas por metro linear e fizeram-se duas capinas, o suficiente para manter a área cultivada livre de invasoras.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos, as parcelas experimentais mediram 5,7 m x 10 m, totalizando 57 m² cada uma e os tratamentos utilizados consistiram em pulverizações de 300 L de água/ha contendo os produtos à base de: 1) carbaryl (2 ml/L de água); 2) *Piper aduncum* L. (extrato alcóolico a 5% v/v); 3) *Piper hispidinervum* C.DC. (extrato alcóolico a 5% v/v); e 4) testemunha (aplicação de água). Foram avaliadas as seguintes variáveis: a) porcentagem de danos às folhas; e b) produtividade (média da produção em kg do número total de plantas por parcelas x 300 mil plantas por hectare). As médias dos tratamentos foram comparadas por meio do teste de Scott & Knott a 5%.

Com relação à *C. tingomarianus*, adotaram-se os níveis de ação das principais pragas desfolhadoras da soja segundo Gazzoni et al. (1998): nível de 30% na fase vegetativa e 15% na fase reprodutiva. Atingindo esses níveis de desfolha as pulverizações foram processadas.

Para determinar o nível de dano foliar, foram marcadas 10 plantas em cada parcela, avaliando-se semanalmente os danos às folhas por meio de atribuição de notas de zero a cem, conforme a porcentagem de consumo da praga.

Os tratamentos foram aplicados por meio de um pulverizador costal manual, sempre ao final da tarde quando a temperatura já se apresentava mais amena.

2.6.1.3. Unidades de Observação em Áreas de Produtores

2.6.1.3.1. Cultura do Feijão

Em uma área de produtor cultivada com a cv. Pérola, realizaram-se semanalmente avaliações dos danos causados pela *C. tingomarianus* às folhas do feijoeiro, atribuindo-se notas de zero a cem em função da porcentagem de área consumida pela praga. Dependendo da etapa de desenvolvimento da cultura, foi determinado o nível de ação, segundo Fazolin e Estrela (2004), para decidir quanto à pulverização do extrato, aplicando-se o de *P. aduncum* na concentração de 5% (v/v). Foram realizadas avaliações idênticas na área manejada pelo produtor, o qual utilizou inseticida à base de carbaryl, visando comparar os níveis de danos e a produção final.

2.6.1.3.2. Unidade de Observação de Abacaxi

A unidade foi instalada com o objetivo de controlar a broca-do-fruto-do-abacaxi, *Strymon megarus* (Godt, 1824), por meio de pulverizações com óleo de *P. aduncum* a 0,5% (v/v). Esta área de cultivo de abacaxi havia sido explorada durante os últimos 8 anos, sem correção de solo e adubação. O produtor utilizou o inseticida à base de deltametrina (2 ml/litro de água) para o controle da broca adicionando Benzocreol à solução.

A propriedade possuía 51 mil plantas de abacaxi da cv. Rio Branco, sendo o espaçamento das plantas em fila dupla de 1,50 m x 0,50 m.

Inicialmente, avaliou-se a infestação da broca contando-se e retirando-se da área os frutos atacados. Semanalmente foi contado o número de frutos atacados pela broca em 600 plantas previamente marcadas, e o óleo foi pulverizado na concentração de 0,5% (v/v). Foram realizadas as mesmas avaliações na área manejada pelo produtor, com o objetivo de comparar os níveis de danos e a produção final. As avaliações foram realizadas semanalmente e as pulverizações em função do nível de infestação da broca.

3. Resultados

3.1. Bioensaios em Condições de Laboratório

3.1.1. Óleos Essenciais

Os óleos essenciais de *P. aduncum*, *P. hispidinervum* e *T. nocturnum* apresentaram toxicidade para a quase totalidade das espécies/estádios de insetos-alvo avaliados, por exposição por contato em superfície contaminada e contato tópico (Tabela 1).

Com relação ao efeito de contato por superfície contaminada com os óleos essenciais a menor CL_{50} observada foi para *A. monuste* ($0,90 \cdot 10^{-2} \mu\text{l}$ de óleo de *P. hispidinervum/cm^2*). No efeito de contato por aplicação tópica, manteve-se esta mesma tendência, com a menor DL_{50} ($0,94 \cdot 10^{-7} \mu\text{l}$ de óleo de *P. hispidinervum/mg* de inseto) para lagartas deste lepidóptero, observando-se neste caso o maior valor da DL_{50} ($0,56 \mu\text{l}$ de óleo de *P. aduncum/mg* de inseto) para larvas de *T. molitor*. Este resultado demonstra que lagartas de *A. monuste* são susceptíveis à exposição dos óleos essenciais das piperáceas avaliadas. Avaliações complementares, procurando pulverizar diferentes concentrações desses óleos essenciais em folhas de couve e feijoeiro, mostraram efeito fitotóxico em concentrações acima de 1%, o que pode limitar o seu uso em condições de campo, estendendo-se esta limitação às plantas que possuam folhas menos coriáceas.

Embora nas condições experimentais utilizadas não tenha sido possível separar claramente os efeitos de fumigação, ingestão e contato com grãos contaminados pelos óleos essenciais, estes apresentaram um grande potencial para controle de insetos-praga de grãos armazenados. Destacou-se neste aspecto o óleo essencial de *P. aduncum*, o qual apresentou a menor CL_{50} ($0,11 \mu\text{g/g}$ de grãos) para *Z. subfasciatus*, que também foi susceptível ao óleo de *T. nocturnum* (CL_{50} $0,25 \mu\text{g/g}$ de grãos), segundo menor valor dentre as CL_{50} (Tabela 1).

Avaliações complementares serão realizadas em experimentação futura para mensurar o resíduo deixado nos grãos, assim como alteração

na palatabilidade em função do tratamento com os óleos essenciais. Neste particular, a substituição do óleo de *T. nocturnum* por segmentos de caules da planta fresca parece ser uma alternativa viável para a utilização prática desta planta no expurgo de grãos armazenados em pequenas propriedades rurais no Acre, uma vez que o ácido cianídrico liberado no processo poderá garantir a eficácia deste uso.

Observou-se efeito ovicida significativo para *A. monuste*, quando os óleos essenciais de *P. hispidinervum* e *T. nocturnum* foram aplicados às posturas na concentração de 1% v/v (Tabela 1).

3.1.2. Óleo Não-essencial

O óleo de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) não apresentou efeito significativo sobre a maioria das espécies/estádios de desenvolvimento dos insetos submetidos à avaliação toxicológica, exceto sobre a *T. molitor*, cuja CL_{50} foi de 0,56 μ l de óleo de andiroba/cm² em contato em superfície contaminada.

Este óleo quando aplicado em folhas de couve e feijão também causou fitotoxicidade às plantas, provocando queimas das folhas em concentrações acima de 1%.

3.2. Avaliação da Toxicidade dos Extratos em Condições de Laboratório

Das 26 espécies de plantas submetidas à extração alcoólica, apenas 7 causaram mortalidade a alguma das espécies de insetos-alvo.

Os extratos alcoólicos de *P. aduncum* e *P. hispidinervum* destacaram-se pelo efeito tóxico e principalmente pela inibição alimentar. As larvas de *T. molitor* e adultos de *C. tingomarianus* submetidos à exposição por contato em superfície contaminada pelo extrato dessas duas piperáceas apresentaram os mesmos valores da CL_{50} (0,42 μ l de extrato/cm²), sendo *T. molitor* mais sensível ao efeito do extrato de *P. aduncum* e *C. tingomarianus* ao efeito de *P. hispidinervum*.

Para a exposição de larvas de *T. molitor* por via de contato tópico, os valores da DL_{50} foram semelhantes (0,015 μ l do extrato de *P. aduncum* e 0,016 μ l do extrato de *P. hispidinervum*/mg de inseto, respectivamente), demonstrando que os dois extratos são eficazes no controle deste inseto por esta via de contaminação. Já os adultos de *C. tingomarianus* mostraram-se mais susceptíveis ao extrato de *P. hispidinervum*, apresentando valor da DL_{50} de 0,0013 μ l do extrato/mg de inseto, o que representa uma dose letal cem vezes menor comparada àquela para larvas de *T. molitor*.

Deve-se destacar o efeito fumigante do extrato de *P. aduncum* para adultos de *S. zeamais*, embora obtido com um alto valor da CL_{50} (8,73245 μ l de extrato/g de grão), o que pode inviabilizar a sua utilização prática (Tabela 2).

O potencial de utilização prática dos extratos de *P. aduncum* e *P. hispidinervum* parece estar mais relacionado ao efeito de inibição alimentar do que à mortalidade dos insetos, uma vez que quando aplicados às folhas de feijoeiro na concentração de 4% para *P. aduncum* e 5% para *P. hispidinervum* proporcionaram uma redução significativa do consumo foliar de *C. tingomarianus* (Tabela 2). Além disso, ao contrário do que ocorreu com os óleos essenciais, os extratos não causaram fitotoxicidade nessas concentrações. Folhas de couve tratadas com o extrato de *P. aduncum* a 5% (v/v) também inibiram significativamente a alimentação de lagartas de *A. monuste* (Tabela 2).

Quanto ao aspecto da inibição de alimentação, levando-se em conta os outros extratos vegetais alcoólicos avaliados, podem ainda ser considerados promissores no controle de *C. tingomarianus*: *A. ovata*, *Guettarda* spp., *Borreria* spp. e *Esenbeckia* sp., todos utilizados na concentração de 7,5% (v/v) (Tabela 2).

Não foi observado efeito ovicida para nenhum extrato alcoólico avaliado.

3.3. Avaliação da Toxicidade dos Extratos em Condições de Semicampo

3.3.1. Avaliação da Toxicidade do Extrato de *P. aduncum*

Ao contrário do que foi observado nos bioensaios, ocorreu significativa mortalidade de adultos de *C. tingomarianus* nas condições experimentais de semicampo quando se utilizaram concentrações a partir de 1% (v/v) do extrato de *P. aduncum* (Fig. 3). A porcentagem de mortalidade dos insetos foi crescente até atingir o máximo de 43% na concentração de 10% (v/v).

Nessas condições experimentais houve um decréscimo significativo no consumo foliar por adultos de *C. tingomarianus*, à medida que maiores concentrações do extrato de *P. aduncum* foram pulverizadas nas folhas das plantas de feijoeiro (Fig. 4). Em concentrações acima de 5% (v/v) houve inibição de alimentação de aproximadamente 50% em relação à testemunha.

3.3.2. Avaliação da Toxicidade do Extrato de *P. hispidinervum*

Não houve mortalidade de adultos de *C. tingomarianus* em nenhuma das concentrações do extrato de *P. hispidinervum* avaliadas nas condições experimentais de semicampo.

À semelhança dos resultados obtidos com a pulverização das diferentes concentrações do extrato de *P. aduncum*, houve um decréscimo significativo no consumo foliar por adultos de *C. tingomarianus*, à medida que maiores concentrações do extrato de *P. hispidinervum* foram pulverizadas nas folhas das plantas de feijoeiro (Fig. 5). Em concentrações acima de 4% (v/v) houve inibição de alimentação na ordem de 69% em relação à testemunha.

Tabela 1. Toxicidade de óleos para *A. monuste orseis*, *C. tingomarianus*, *S. zeamais*, *Z. subfasciatus* e *T. molitor*.

Espécies de plantas	Espécies de insetos	Contato (papel-filtro)		Contato (tópico)		Fumigação		Ovicida
		CL ₅₀ (µl/cm ²)	DL ₅₀ (µl/mg de inseto)	DL ₅₀ (µl/mg de inseto)	CL ₅₀ (µl/g de grãos)	concentração promissora		
<i>Piper hispidinervum</i>	<i>Ascia monuste orseis</i>	0,00906	0,000000936	**	**	1%		
	<i>Sitophilus zeamais</i>	0,5199	0,0405	1,32320	**	**		
	<i>Zabrotes subfasciatus</i>	0,2862	0,01753	1,84521	**	**		
	<i>Tenebrio molitor</i>	0,0732	0,0000248	**	**	**		
	<i>Cerotoma tingomarianus</i>	0,03433	0,006183	**	**	**		
<i>Piper aduncum</i>	<i>Ascia monuste orseis</i>	**	0,00000213	**	**	**		
	<i>Sitophilus zeamais</i>	2,8795	0,0265	0,561	**	**		
	<i>Zabrotes subfasciatus</i>	0,07721	0,00895	0,1100	**	**		
	<i>Tenebrio molitor</i>	0,03323	0,55836	**	**	**		
	<i>Cerotoma tingomarianus</i>	0,06232	0,00165	**	**	**		
<i>Tanaecium nocturnum</i>	<i>Ascia monuste orseis</i>	0,1360	0,02059	**	**	1%		
	<i>Sitophilus zeamais</i>	0,013717	0,01372	1,235	**	**		
	<i>Zabrotes subfasciatus</i>	0,01180	0,00478	0,2457	**	**		
	<i>Tenebrio molitor</i>	0,091	0,000152	**	**	**		
	<i>Cerotoma tingomarianus</i>	0,0153	0,00212	**	**	**		
<i>Carapa guianensis</i>	<i>Ascia monuste orseis</i>	negativo	0,66398	**	**	**		
	<i>Sitophilus zeamais</i>	negativo	negativo	**	**	**		
	<i>Zabrotes subfasciatus</i>	negativo	negativo	**	**	**		
	<i>Tenebrio molitor</i>	0,55836	5,45987	**	**	**		
	<i>Cerotoma tingomarianus</i>	negativo	negativo	**	**	**		

** Efeitos não avaliados.

Tabela 2. Toxicidade de extratos vegetais para *A. monuste orseis*, *C. tingomarianus*, *S. zeamais*, *Z. subfasciatus* e *T. molitor*.

Espécies de plantas	Espécies de insetos	Contato (papel-filtro) CL ₅₀ (µl/cm ²)	Contato (tópico) DL ₅₀ (µl/mg de inseto)	Ingestão (concentração mais promissora)	Fumigação CL ₅₀ (µl/g de grãos)	Ovicida
<i>Piper aduncum</i>	<i>Ascia monuste orseis</i>	negativo	negativo	5%	**	negativo
	<i>Sitophilus zeamais</i>	negativo	negativo	negativo	8,73245	**
	<i>Zabrotes subfasciatus</i>	negativo	negativo	negativo	negativo	**
	<i>Tenebrio molitor</i>	0,4188	0,01508	negativo	**	**
	<i>Cerotoma tingomarianus</i>	negativo	negativo	4%	**	**
<i>Piper hispidinervum</i>	<i>Ascia monuste orseis</i>	negativo	negativo	negativo	**	negativo
	<i>Sitophilus zeamais</i>	negativo	negativo	negativo	negativo	**
	<i>Zabrotes subfasciatus</i>	negativo	negativo	negativo	negativo	**
	<i>Tenebrio molitor</i>	negativo	0,01609	negativo	**	**
	<i>Cerotoma tingomarianus</i>	0,417	0,0013	5%	**	**
<i>Antonia ovatta</i>	<i>Ascia monuste orseis</i>	negativo	negativo	negativo	**	negativo
	<i>Sitophilus zeamais</i>	negativo	negativo	negativo	negativo	**
	<i>Zabrotes subfasciatus</i>	negativo	negativo	negativo	negativo	**
	<i>Tenebrio molitor</i>	negativo	negativo	negativo	**	**
	<i>Cerotoma tingomarianus</i>	negativo	negativo	7,5%	**	**
<i>Esenbeckia</i> spp.	<i>Ascia monuste orseis</i>	negativo	negativo	negativo	**	negativo
	<i>Sitophilus zeamais</i>	negativo	negativo	negativo	negativo	**
	<i>Zabrotes subfasciatus</i>	negativo	negativo	negativo	negativo	**
	<i>Tenebrio molitor</i>	negativo	negativo	negativo	**	**
	<i>Cerotoma tingomarianus</i>	negativo	negativo	7,5%	**	**
<i>Guettarda</i> sp.	<i>Ascia monuste orseis</i>	negativo	negativo	negativo	**	negativo
	<i>Sitophilus zeamais</i>	negativo	negativo	negativo	negativo	**
	<i>Zabrotes subfasciatus</i>	negativo	negativo	negativo	negativo	**
	<i>Tenebrio molitor</i>	negativo	negativo	negativo	**	**
	<i>Cerotoma tingomarianus</i>	negativo	negativo	7,5%	**	**

Continua...

Tabela 2. Continuação.

<i>Borreria</i> spp.	<i>Ascia monuste orseis</i>	negativo							
	<i>Sitophilus zeamais</i>	negativo							
	<i>Zabrotes subfasciatus</i>	negativo							
	<i>Tenebrio molitor</i>	negativo							
	<i>Ceratomyia tingomarianus</i>	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	7,5%	negativo	negativo
<i>Hymenozoa</i> spp.	<i>Ascia monuste orseis</i>	negativo							
	<i>Sitophilus zeamais</i>	negativo							
	<i>Zabrotes subfasciatus</i>	negativo							
	<i>Tenebrio molitor</i>	negativo							
	<i>Ceratomyia tingomarianus</i>	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	5%	negativo	negativo

**Efeitos não avaliados.

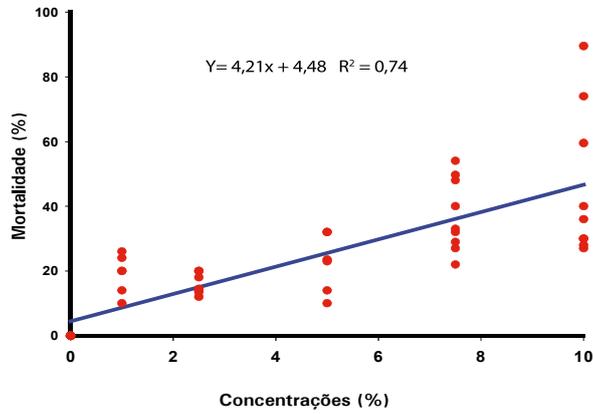


Fig. 3. Mortalidade de adultos de *C. tingomarianus* em plantas de feijoeiro pulverizadas com as diferentes concentrações do extrato de *P. aduncum*, em condições de telado (semicampo).

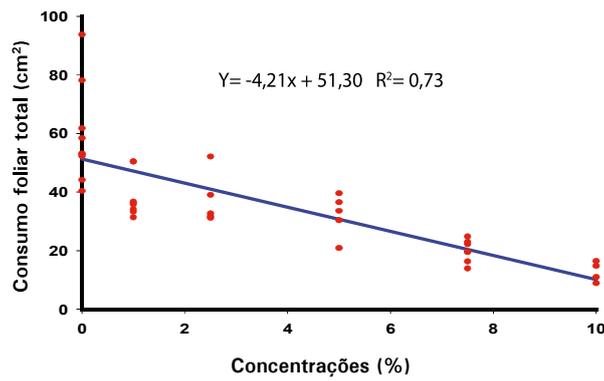


Fig. 4. Área foliar total consumida por adultos de *C. tingomarianus* em plantas de feijoeiro pulverizadas com diferentes concentrações do extrato de *P. aduncum*, em condições de telado (semicampo).

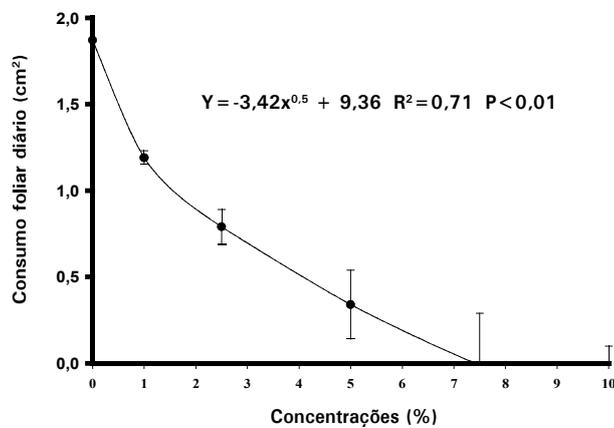


Fig. 5. Consumo foliar diário médio de adultos de *C. tingomarianus* em plantas de feijoeiro tratadas com diferentes concentrações do extrato de *P. hispidinervum*, em condições de telado (semicampo).

3.4. Avaliação da Toxicidade de Extratos e Óleos em Condições de Campo

3.4.1. Manejo Integrado da Vaquinha-do-feijoeiro em Áreas Experimentais

3.4.1.1. Cultura do Feijão

Durante a fase de desenvolvimento das plantas de feijoeiro nos estágios fenológicos V4 (desenvolvimento vegetativo) até R6 (florescimento), a população de *C. tingomarianus* no campo e, conseqüentemente, seus danos às folhas do feijoeiro não foram significativos impedindo assim uma diferenciação entre os tratamentos avaliados (Fig. 6). A partir do estágio R7 (formação de vagens), quando a tolerância da cultivar Pérola à desfolha é menor (FAZOLIN; ESTRELA, 2003), refletindo em consideráveis perdas na produção, houve um maior ataque da praga, ressaltando a diferença entre os menores níveis de danos às folhas das plantas observados nas parcelas submetidas à pulverização, tanto com extratos de piperáceas como com inseticidas, em relação à testemunha. Nessas condições não houve diferença significativa entre os extratos alcoólicos de *P. aduncum*, *P. hispidinervum* e o inseticida. Esses resultados não se alteraram até que as plantas de feijão atingissem os estágios de formação e de enchimento de vagens (R7 e R8, respectivamente). Se fosse adotado o nível de ação como 20% de desfolhamento nessas fases, baseado em Fazolin e Estrela (2004), a pulverização dos extratos de *P. aduncum* e *P. hispidinervum* impediria que este nível de dano fosse atingido nos estágios de desenvolvimento R7 e R8, considerados críticos quanto à influência negativa da desfolha na produção das plantas de feijoeiro.

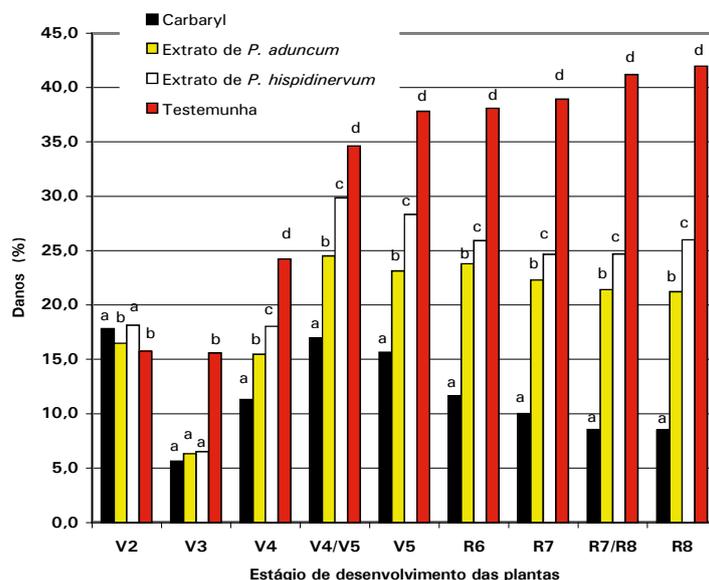
3.4.1.2. Cultura da Soja

Com exceção do estágio de desenvolvimento V3 (emissão do primeiro nó), em todas as demais etapas houve diferença significativa entre os valores da porcentagem de danos foliares de *C. tingomarianus* Bechyné na testemunha em relação aos tratamentos de pulverização com extratos e o inseticida carbaryl (Fig. 7). Em todos os estágios observou-se também que as parcelas pulverizadas com carbaryl apresentaram percentual de danos foliares significativamente inferiores às parcelas pulverizadas com os extratos de *P. aduncum* e *P. hispidinervum* (Fig. 7). Quanto aos extratos, com exceção dos estágios V3 e V5, houve diferença significativa entre os valores de danos foliares das parcelas pulverizadas com os extratos de *P. aduncum* e de *P. hispidinervum*, sendo o primeiro mais eficaz na proteção das plantas contra o ataque da praga (Fig. 7).

Pode-se observar também que na maioria dos estágios de desenvolvimento da soja cv. Gralha, a pulverização dos extratos das duas piperáceas não foi suficiente para promover o controle dos adultos de *C. tingomarianus*, a tal ponto que os valores percentuais dos danos foliares permanecessem abaixo daqueles adotados para o nível de ação (NA) da praga, nos diferentes estágios

de desenvolvimento das plantas de soja. Deve-se considerar, no entanto, que mesmo as parcelas pulverizadas com inseticida carbaryl, reconhecidamente eficaz no controle desse inseto, também apresentaram valores percentuais de danos acima do NA nos estágios R3, R6, R7 e R8, caracterizando-se assim a alta agressividade desta praga em relação à cultura da soja. Pode-se supor neste caso que a mortalidade da população dos insetos em função do inseticida foi, em determinados momentos, inferior à migração dos insetos para as áreas de cultivo, refletindo desta maneira no aumento dos valores da porcentagem de danos causados às folhas das plantas (Fig. 7).

A significativa diferença entre a porcentagem de danos causados às folhas da soja entre os tratamentos com inseticida e com os extratos de piperáceas não refletiu na produtividade, uma vez que não houve diferença significativa entre os tratamentos com extratos de *P. aduncum* (2.797,25 kg/ha), *P. hispidinervum* (2.722,25 kg/ha) e o inseticida carbaryl (2.798,25 kg/ha), todos diferindo significativamente da testemunha (2.045,75 kg/ha). Levando-se em conta que a produtividade média da soja brasileira é de 2.755 kg/ha (CONAB, 2006) em cultivo convencional que utiliza pulverização de inseticidas químicos em larga escala, pode-se considerar altamente satisfatória a produtividade obtida nas condições experimentais de Rio Branco utilizando-se a cv. Gralha pulverizada com inseticidas à base de extrato de *P. aduncum* e *P. hispidinervum*.

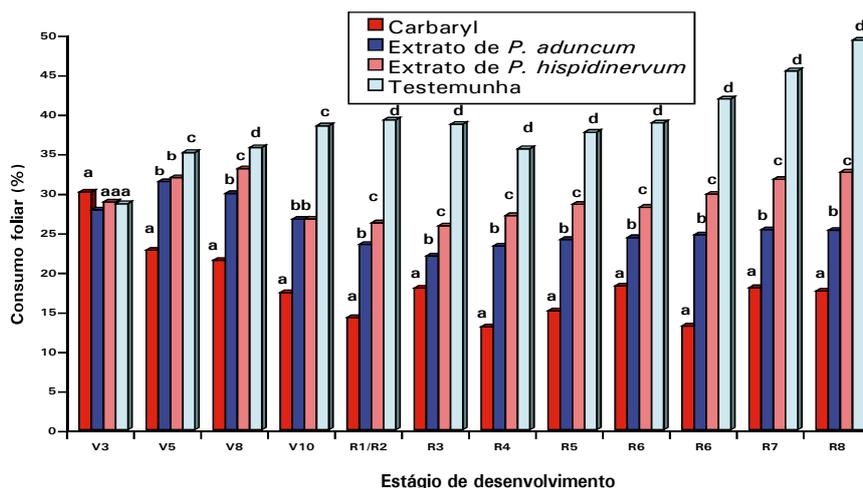


Onde: V2 = emissão de folhas cotiledonares; V3 = primeira folha trifoliolada; V4 = terceira folha trifoliolada; V5 = final do desenvolvimento vegetativo; R6 = floração; R7 = formação de vagens; e R8 = enchimento de vagens.

Fig. 6. Comparação dos danos foliares de *C. tingomarianus* em plantas de feijoeiro cv. Pérola tratadas com extratos de óleo essencial e inseticida carbaryl, em condições de campo, em função dos estágios de desenvolvimento das plantas*.

*Médias dentro de cada estágio de desenvolvimento, seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott & Knott ($P = 0,05$).

Esse resultado sugere também que a cv. Gralha é tolerante ao desfolhamento, necessitando de uma adequação dos valores dos níveis de ação a serem adotados durante as etapas de desenvolvimento das plantas.



Onde: V3 = emissão do primeiro nó; V5 = emissão do quinto nó; V8 = emissão do oitavo; V10 = emissão do décimo nó; R1 = início do florescimento; R2 = florescimento; R3 = início de formação de legumes; R4 = formação de legumes; R5 = início de enchimento de grãos; R6 = máximo volume de grãos; R7 = maturação fisiológica; R8 = maturação.

Fig. 7. Consumo foliar de *C. tingomarianus* em soja cv. Gralha, tratada com extratos de *P. aduncum* L., *P. hispidinervum* e carbaryl, nos diferentes estágios de desenvolvimento*.

*Médias dentro de cada estágio de desenvolvimento, seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott & Knott ($P = 0,05$).

3.5. Manejo Integrado de Pragas em Unidades de Observação

3.5.1. Cultura do Feijão (Manejo Integrado da Vaquinha-do-feijoeiro)

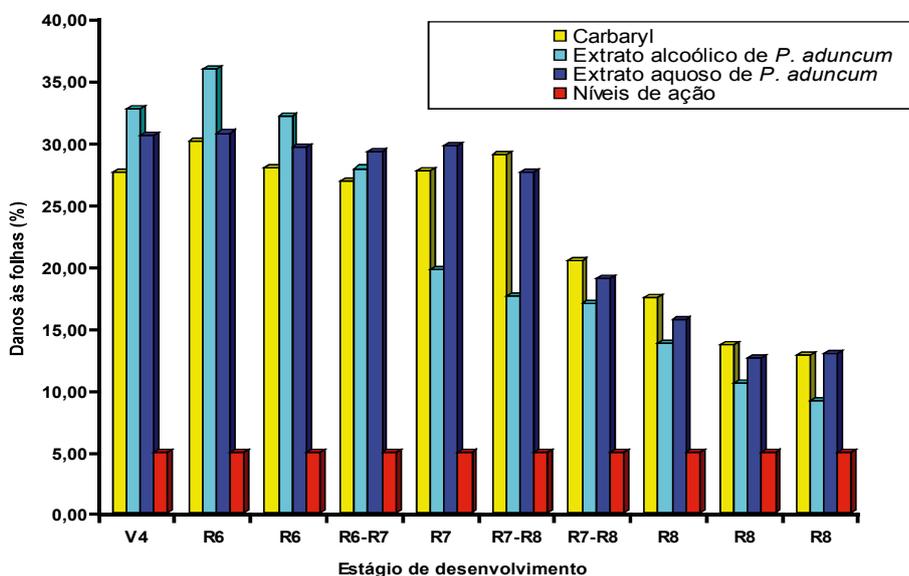
Os valores do desfolhamento das plantas de feijão atingiram o nível de ação, durante todo o período experimental, indicando a necessidade da pulverização para o controle da vaquinha (Fig. 8). As pulverizações com os extratos alcoólicos e aquosos de *P. aduncum* foram semanais, mas aquelas com carbaryl realizadas pelo produtor não obedeceram a essa periodicidade, uma vez que com a estiagem prolongada a previsão de baixa produtividade desestimulou o investimento do produtor no controle da praga.

Pode-se observar que a partir da etapa de formação de vagens (R7), os menores danos às folhas foram obtidos nas parcelas pulverizadas com o extrato alcoólico. No entanto, todos os tratamentos testados não foram eficazes em manter esses danos abaixo do nível de ação. Tal fato não pode ser atribuído unicamente à ineficácia dos tratamentos, uma vez que devido à estiagem

rigorosa, o enfolhamento das plantas ficou abaixo do esperado, comprometendo a oferta de alimento para as vaquinhas e alterando, significativamente, os níveis de danos para valores mais altos (Fig. 8). Dentro desse contexto, mesmo causando a mortalidade dos insetos pelo consumo das folhas contaminadas os tratamentos não impediram a alimentação devido à alta população da praga.

A estimativa de produtividade para as parcelas em função dos diferentes tratamentos foi a seguinte: parcela do produtor (888 kg/ha), parcela pulverizada com extrato alcoólico de *P. aduncum* (1.736 kg/ha) e parcela pulverizada com extrato aquoso de *P. aduncum* (390 kg/ha). Observou-se que mesmo com níveis de desfolha elevados, as parcelas pulverizadas com o extrato alcoólico de *P. aduncum* apresentaram uma produção de vagens satisfatória, diante das limitações apresentadas, refletindo em uma produtividade acima dos demais tratamentos (Fig. 8).

Devido à forte interferência dos fatores climáticos (seca severa) não se podem tirar conclusões seguras quanto à eficácia da pulverização do extrato alcoólico de *P. aduncum* no controle da vaquinha-do-feijoeiro, devendo ser instalada uma nova unidade de observação no local para uma avaliação definitiva.



Onde: V4 = terceira folha trifoliolada; R6 = floração; R7 = formação de vagens; e R8 = enchimento de vagens.

Fig. 8. Danos causados às folhas do feijoeiro por *C. tingomarianus*, em função dos estágios de desenvolvimento das plantas e da pulverização com carbaryl (produtor), extrato aquoso e alcoólico de *P. aduncum*.

3.5.2. Cultura do Abacaxi (Manejo Integrado da Broca-dos-frutos)

Observa-se que o óleo de *P. aduncum* reduziu em 12,5% os frutos atacados em relação ao tratamento convencional realizado pelo produtor (deltametrina + Benzocreol) e em 28,5% em relação à testemunha (Fig. 9). Por se tratar de uma praga cujo dano inviabiliza a utilização do fruto para quaisquer finalidades, reduzir a população da praga e, conseqüentemente, os danos aos frutos aos níveis observados permite inferir que o óleo de *P. aduncum* foi eficaz no controle do referido inseto.

Pelo método convencional de controle, o custo do produto para pulverização chega a R\$ 34,20/hectare. Já o uso do bioinseticida reduz as despesas para R\$ 25,61/hectare. O cálculo toma como base o preço de comercialização do litro de óleo de pimenta longa, que é produzido no Acre e comercializado a R\$ 16,10.

O óleo de *Piper aduncum* pode ser utilizado como inseticida no controle da broca-do-abacaxi por meio de pulverizações semanais ou quinzenais, dependendo da infestação da praga.

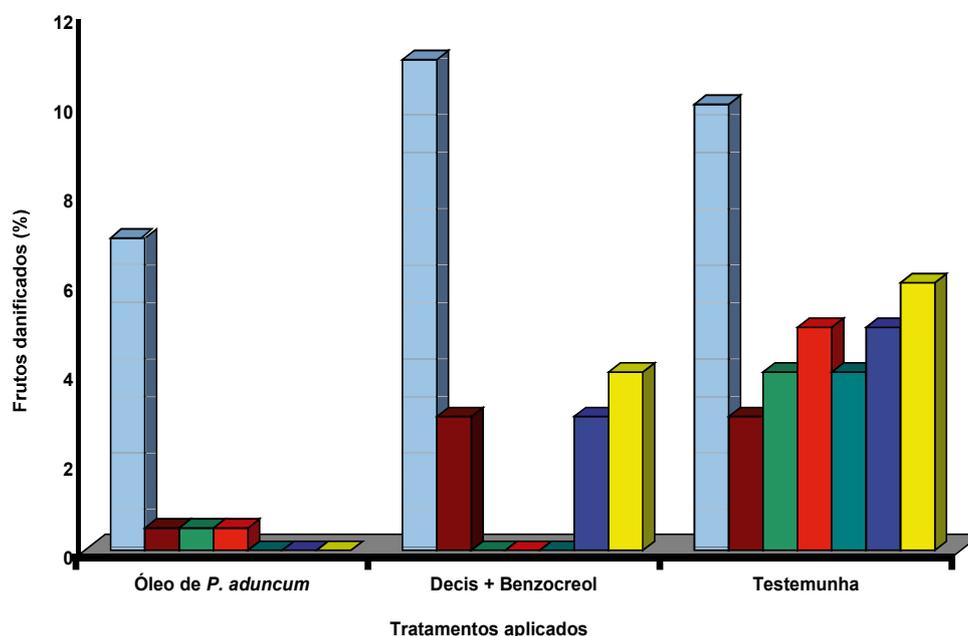


Fig. 9. Frutos danificados pela broca-do-fruto-do-abacaxi nas parcelas tratadas com óleo de *P. aduncum*, deltametrina + creolina (tratamento do produtor), em comparação com a testemunha (sem tratamento), no período de 7 semanas.

4. Conclusões e Recomendações

Os extratos de *P. hispidinervum* e de *P. aduncum* mostraram-se promissores no controle da vaquinha-do-feijoeiro. Torna-se necessário, portanto, o desenvolvimento de um processo prático de produção desses extratos na pequena propriedade rural. Como essas piperáceas são espontâneas, pioneiras e abundantes nos vales dos Rios Purus e Juruá, sendo constituintes importantes na composição de capoeiras, suas respectivas utilizações poderão refletir em um impacto social e econômico considerável na agricultura familiar do Estado.

Os óleos essenciais dessas piperáceas apresentaram potencial de utilização para plantas que possuam folhas mais coriáceas como café, citros e abacaxi, necessitando que sejam finalizadas as observações de campo quanto a sua aplicação em maior escala. Para a produção de óleos de *P. aduncum* poderá ser utilizado o mesmo processo de destilação para o óleo de *P. hispidinervum* em funcionamento no Acre, aumentando desta forma a capacidade de uso e produção desta infra-estrutura já instalada.

Algumas etapas deverão ser cumpridas para que o óleo de *P. aduncum* seja utilizado pelos produtores, dentre as quais:

- Comprovação científica da toxicidade do óleo ao grupo de pragas que se pretende controlar, visando ao manejo integrado delas.
- Avaliação do potencial de domesticação da pimenta-de-macaco, visando a sua produção em escala comercial.
- Viabilização do aproveitamento da infra-estrutura industrial já existente no Estado para a produção de safrol.
- Avaliação do rendimento industrial e do custo de produção do óleo de dilapiol.
- Avaliação do potencial de mercado consumidor interno e externo, visando à utilização do óleo na agricultura orgânica, uma vez que é evidente a crescente expansão do setor tanto no Brasil como mundialmente.
- Registro do óleo rico em dilapiol como inseticida, para utilização comercial.

Considerando que tanto o preparo da matéria-prima quanto o processamento industrial devam seguir a mesma metodologia desenvolvida no processamento de *P. hispidinervum* para obter o óleo safrol, a produção em escala comercial será apenas uma questão de tempo.

Além disso, novas ações de pesquisa foram iniciadas na Embrapa Acre com a finalidade de comprovar o efeito sinérgico do óleo de *P. aduncum* para inseticidas sintéticos do grupo dos piretróides e carbamatos.

Evidenciou-se também o potencial de utilização de óleos, talos e folhas de cipó-vick (*T. nocturnum*) para expurgo de grãos armazenados com ênfase ao milho. Resultados preliminares apontam como promissor o uso dos talos dessa

planta in natura para esse fim. Estão sendo realizadas também observações quanto à multiplicação desta espécie de forma a domesticá-la, no intuito de preservar as populações nativas desta planta da exploração predatória que poderia ocorrer caso fosse intensificada a sua utilização.

5. Referências

- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 18, n. 1, p. 265-267, 1925.
- AHN, Y. J.; LEE, S. B.; LEE, H. S.; KIM, G. H. Insecticidal and acaricidal activity of carvacrol and beta-thujaplicine derived from *Thujopsis dolabrata* var. *hondai* sawdust. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 24, p. 81-90, 1998.
- CONAB. **Avaliação da safra agrícola 2006/2007**, Brasília, DF: 2007, 24 p.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V. Efeito deterrente de medicamentos homeopáticos sobre *Cerotoma tingomarianus* Bechyné em plantas de feijão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INSETICIDAS NATURAIS, 1., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Academia Cearense de Ciências, 2000. p. 60.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V. Comportamento da cv. Pérola (*Phaseolus vulgaris* L.) submetida a diferentes níveis de desfolha artificial. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 5, n. 27, p. 978-984, 2003.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V. Determinação do nível de dano econômico de *Cerotoma tingomarianus* Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae) em *Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1-7, 2004.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; LIMA, A. P. de; AMARAL JÚNIOR, D. L.; PESSOA, J. de S. Efeito deterrente de extratos vegetais, sobre *Cerotoma tingomarianus* Bechyné em plantas de feijão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INSETICIDAS NATURAIS, 1., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Academia Cearense de Ciências, 2000. p. 59.
- FINNEY, D. J. **Probit analysis**. London, Cambridge University, 33 p. 1971.
- GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B. de; CORSO, I. C.; FERREIRA, B. S. C.; VILLAS BOAS, G. L.; MOSCARDI, F.; PANIZZI, A. R. **Manejo de pragas da soja**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1998. 44 p. (Embrapa-CNPSO. Circular técnica, 5).
- GOTTLIEB, O. R.; MORS, W. B. Potential utilization of Brazilian wood extractives. **Journal of the Science and Food Agriculture**, Washington, v. 28, n. 2, p. 96-215, 1980.
- GUEDES, R. N. C.; FRAGOSO, D. B. Resistência a inseticidas: bases gerais, situação e reflexões sobre o fenômeno em insetos-praga do cafeeiro. In: I ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO DE CAFÉ COM QUALIDADE, 1., 1999, Viçosa, MG. **Resumos...** Viçosa, MG: UFV, Departamento de fitopatologia, 1999. p. 99-120.
- HIRATA, R. Estrutura química-atividade biológica. **Química Nova**, São Paulo, v. 4, n. 18, p. 368-374. 1995.

HU, MAY; KLOCKE, J. A.; CHIU, S. F.; KUBO, I. Response of 5 insect species to a botanical insecticide, rhodojaponin-iii. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 86, p. 706-711, 1993.

JANPRASERT, J.; SATASOOK, C.; SUKUMALANAND, P.; CHAMPAGNE, D. E.; KAY, I. R.; COLLINS, P. J. The Problem of resistance to insecticides in tropical insect pests. **Insect Science and its Applications**, Washington, v. 8, p. 715-721, 1993.

KAY, I. R., COLLINS, P. J. The Problem of resistance to insecticides in tropical insect pests. **Insect Science and its Applications**, v. 8, p. 715-721, 1987.

KHAMBAY, B. P. S.; BATTY, D.; CAHILL, M.; DENHOLM, I.; MEAD-BRIGGS, M.; VINALL, S.; NIEMEYER, H. M.; SIMMONDS, M. S. J. Isolation, characterization, and biological activity of naphthoquinones from *Calceolaria andina* L. **Journal of Agricultural And Food Chemistry**, Washington, v. 47, p. 770-775, 1999.

KLOCKE, J. A.; HU, MAY; CHIU, S. F.; KUBO, I. Grayanoid diterpene insect antifeedants and insecticides from rhododendron-molle. **Phytochemistry**, v. 30, p. 1797-1800, 1991.

MARR, K. L.; TANG, C. S. Volatile insecticidal compounds and chemical variability of *Hawaiian zanthoxylum* (Rutaceae) species. **Biochemical Systematics and Ecology**, London, v. 20, p. 209-217, 1992.

MARTINEZ, S. S. The use of botanical insecticides in Brazil In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21., 2000, Foz do Iguaçu. **Abstracts...** Foz do Iguaçu: Sociedade Entomológica do Brasil, 2000. v. 1. p. 317.

OBERLIES, N. H.; ROGERS, L. L.; MARTIN, J. M.; MCLAUGHLIN, J. L. Cytotoxic and insecticidal constituents of the unripe fruit of *Persea americana*. **Journal of Natural Products**, Washington, v. 61, p. 781-785, 1998.

PIMENTEL, F. A.; CABRAL, W. G.; SILVA, M. R. da; PINHEIRO, P. S. N. **Processo de secagem de biomassa de pimenta longa (*Piper hispidinervum*)**. Rio Branco, AC: Embrapa -CPAF/AC, 1998. 2 p. (Embrapa-CPAF/AC. Comunicado técnico, 98).

PLETSCH, M.; SANT'ANA, A. E. G. Secondary compound accumulation in plants-The application of plant biotechnology to plant improvement. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CHEMISTRY OF THE AMAZON, 2., 1995, Manaus. **Anais...** Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1995, v. 5, p. 51-64.

SAITO, M. L.; LUCHINI, F. **Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente**. Jaguriúna: Embrapa-CNPMA, 1998. 46 p. (Embrapa-CNPMA. Documentos, 12).

SAS INSTITUTE. **SAS User's Guide: Statistics**. Version 6.12. Cary, NC, 1989.

SHAPIRO, J. P. Phytochemicals at the plant-insect interface. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, London, v. 17, p. 191-200, 1991.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. M. O. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. Porto Alegre: UFRS; Florianópolis, UFSC. 1999. p. 416.

SODERLUND, D. M. Molecular neurobiology and insecticide discovery. p. 309-319. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PESTICIDE CHEMISTRY, 8., 1995. **Options** 2000. Washington: ACS, 1995.

SOUZA, M. L. de. **Avaliação do uso de defensivos agrícolas na região de Rio Branco-AC**. 1997. 33 p. Monografia (Bacharelado em Ciências Agrárias) - UFAC, Rio Branco, AC.

VILLALOBOS, M. J. P. **Plaguicidas naturales de origen vegetal: Estado actual de la investigación**. Madrid: Ministerio de Agricultura Pesca Y alimentación, Madrid, 1996, 35 p.

WRBA, H.; ELMOFTY, M. M.; SCHWAIREB, M. H.; DUTTER, A. Carcinogenicity testing of some constituents of Black Pepper (*Piper nigrum*). **Experimental and Toxicologic Pathology**, Berlin, v. 44, n. 2, p. 6-65, 1992.