

USO DE INSETICIDAS BOTÂNICOS NO CONTROLE DE PRAGAS

Márcio Dionízio Moreira
Marcelo Coutinho Picanço
Ézio Marques da Silva
Shaiene Costa Moreno
Júlio Cláudio Martins

1. INTRODUÇÃO

Há um número muito grande plantas cuja atividade inseticida têm sido estudada. As plantas das famílias Meliaceae, Rutaceae, Asteraceae, Annonaceae, Labiatae e Canellaceae são consideradas as mais promissoras (Jacobson, 1990). Os compostos com ação insticida obtidas dos diversos órgãos das plantas são denominados inseticidas botânicos.

Na Índia, por volta de 2.000 A.C., já fazia-se o uso de inseticidas botânicos (provenientes de plantas) no controle de pragas. No Egito durante a época dos Faraós e na China por volta do ano de 1.200 A.C. inseticidas derivados de plantas já eram usados para controle de pragas de grãos armazenados aplicados diretamente nos grãos ou por fumigação destes. Já no século 16 os europeus já faziam uso de diversas plantas para efetuarem o controle de pragas. Entretanto, após a 2^a Guerra Mundial com o advento dos inseticidas organo sintéticos o uso de inseticidas botânicos foi reduzido grandemente (Flint & van den Bosch, 1981; Casida & Quistad, 1998; Thacker, 2002).

Nas últimas duas décadas com o aumento dos problemas da resistência de insetos a inseticidas organo sintéticos, ressurgência e erupção de pragas, e os problemas advindos do uso indiscriminado de inseticidas organo sintéticos sobre inimigos naturais, meio ambiente e homem e sobretudo o desenvolvimento da agricultura orgânica (onde o uso de defensivos organo sintéticos é proibido) aumentou o interesse no mundo inteiro pelos inseticidas botânicos. Adiciona-se ainda o rápido aumento do custo de síntese de novos produtos e a crescente dificuldade de se descobrir novas classes de compostos com ação inseticida. Enquanto os dezenove principais pesticidas foram introduzidos no período de 1961 a 1970, oito foram introduzidos no período de 1971 a 1980 e somente três na primeira metade do período de 1981 a 1990. Espera-se que a taxa de introdução de novos pesticidas continue a diminuir a não ser que novas inovações sejam introduzidas no desenvolvimento destes produtos (Berenbaum, 1988; Chiu, 1988; Clough et al., 1994, Thacker, 2002).

O termo produto natural refere-se a metabólitos ou compostos de origem natural de animais (microrganismos, artrópodes, répteis, toxina de cobras, etc.) ou vegetais (algas, plantas, etc.). Esses compostos são produtos do metabolismo secundário (Mann, 1995). Eles parecem não ser essenciais para o organismo que o produz em contraste com os produtos do metabolismo primário como os carboidratos, lipídeos, aminoácidos, nucleotídeos, etc. (Mann, 1995). Provavelmente estão relacionados com mecanismos de defesa das plantas (Coley & Barone, 1996; Hochuli, 2001; Catehouse, 2002).

Os produtos naturais podem ser usados como medicamentos, como praguicidas para controle de insetos pragas, doenças, nematóides, plantas daninhas, etc. (Arnason et al., 1990; Bell et al., 1990). Tais compostos podem ser explorados diretamente ou indiretamente (Arnason et al., 1990; Bell et al., 1990).

O efeitos dos inseticidas botânicos sobre os insetos é variável podendo ser tóxico, repelente, causar esterilidade, modificar o comportamento, o desenvolvimento ou reduzir a alimentação (Arnason et al., 1990; Bell et al., 1990).

Há uma concepção errônea de que os inseticidas botânicos são sempre menos tóxicos ou mais seguros que os inseticidas sintéticos. Há inseticidas botânicos registrados que são tóxicos a peixes, insetos benéficos (polinizadores, inimigos naturais de pragas, etc.) e mamíferos. A dose letal para se matar 50% dos animais de teste (DL_{50}), ratos ou coelhos por exemplo, expressa a toxicidade de substâncias a mamíferos. Quanto menor a (DL_{50}) mais tóxico é o produto ao organismo. Alguns inseticidas botânicos são mais tóxicos ao homem do que certos produtos sintéticos (Tabela 1). Apesar dos inseticidas botânicos serem naturais por serem extraídos de plantas, necessariamente não são seguros ou tóxicos ao homem. Por isso a aplicação de inseticidas botânicos não dispensa o uso de equipamento de proteção individual (EPI) especialmente para os produtos em formulação comercial, semi-comerciais ou de preparo caseiro.

Em particular as plantas tropicais constituem rica fonte de substâncias com ação inseticida, sendo que o mesmo ocorre com plantas de regiões áridas e semi-áridas (Isman, 1989; Amaral et al., 1999).

Segundo Cloyd (2004) há várias vantagens e desvantagens advindas da utilização dos inseticidas botânicos.

Vantagens:

- ✓ Degradação rápida: Sobretudo em condições alta luminosidade, umidade e chuva. Ou seja esses produtos possuem menor persistência no ambiente reduzindo seu impacto a organismos benéficos, homem e ambiente.

- ✓ Ação rápida: Matam o inseto, paralisam ou reduzem sua alimentação quase imediatamente após sua aplicação.
- ✓ Baixa toxicidade a mamíferos: Muitos inseticidas botânicos têm baixa toxicidade a mamíferos (grande DL₅₀) e alguns na dose recomendada não são tóxicos ao homem, abelhas e outros mamíferos.
- ✓ Seletividade: São geralmente menos danosos a insetos e ácaros benéficos principalmente devido ao seu baixo efeito residual.
- ✓ Baixo fitotoxicidade: A maioria do inseticidas botânicos não são fitotóxicos.

Desvantagens:

- ✓ Rápida degradação: Por isto podem ser exigidas muitas aplicações para se obter o controle satisfatório de ácaros e insetos-praga.
- ✓ Toxicidade a organismos não-alvo: Alguns inseticidas botânicos como a nicotina e a rotenona são muito tóxicos a mamíferos e peixes, respectivamente.
- ✓ Disponibilidade e custo: Muitos inseticidas botânicos não estão disponíveis comercialmente e podem ser mais caros que os inseticidas organo sintéticos.
- ✓ Falta dados de pesquisa: A falta de resultados de pesquisa quanto a eficácia, efeitos secundários e toxicidade crônica.
- ✓ Os compostos bioativos podem variar conforme a espécie e variedade da planta, elementos climáticos (como luz, temperatura, umidade relativa e chuvas) e a posição geográfica do cultivo (latitude e altitude), horário de coleta, qualidade do solo, tratos culturais, fenologia da planta, etc. (Shalaby et al., 1988; Russo et al., 1998; Andrade & Casali., 1999; Carvalho et al., 1999).

2. FORMAS DE EMPREGO DOS INSETICIDAS BOTÂNICOS NO CONTROLE DE PRAGAS

A utilização dos inseticidas botânicos pode ser:

- ✓ Preparo do produto “in natura” (cru) em pó, e extração aquosa ou alcóolica. (Guerra, 1985; Santos et al., 1988).
- ✓ Formulações concentradas comerciais e semi-comerciais (Mordue & Blackell, 1993).
- ✓ Purificação e isolamento de compostos puros obtidos de extratos de plantas.
- ✓ Moléculas modelos para síntese de novos agroquímicos, com características desejáveis, mais ativos, seletivos e com menores riscos ao homem e meio ambiente (Cutler, 1988; Isman, 1989; Hedin et al., 1994; Nair, 1994).

- ✓ Incorporados, via engenharia genética, em plantas cultivadas minimizando os danos ocasionados por insetos pragas, microorganismos e plantas invasoras (Cutler, 1988; Elanovich, 1988).

3. INSETICIDAS BOTÂNICOS PARA OS QUAIS EXISTEM PRODUTOS COMERCIAIS

Os inseticidas botânicos comercializados no mundo podem ser obtidos de uma só espécie vegetal ou de misturas de obtidas de mais de uma espécie de planta (Tabela 3).

3.1. Óleo de nim

É extraído da semente da árvore de neem, *Azadirachta indica* da família Meliaceae, que se desenvolve nas regiões tropicais e subtropicais dos diversos continentes. Essa planta de origem asiática e é considerada a planta inseticida mais importante do mundo (Brunherotto & Vendramim, 2001). Apresenta diversos compostos com atividade biológica, sendo que o principal composto é a azadiractina. A azadiractina é tóxica a insetos, tem efeito de repelência, além de inibir a alimentação e crescimento destes (Mordue & Blackell, 1993).

Como inibidor alimentar pouco se sabe sobre o modo de ação da azadiractina. Em geral ela bloqueia os impulsos advindos de receptores dos respondem a fagoestimulantes e/ou estimula células envolvidas em inibição alimentar (Chapman, 1974; Dethier, 1982).

A azadiractina apresenta diversos efeitos endócrinos. O maior efeito é a modificação dos níveis de ecdisteróides na hemolinfa por agir sobre os sítios de produção de ecdisteróides como as células da epiderme e os oenócitos (Rembold & Sieber, 1981). O córpora cardíaca também tem sido sugerido como alvo de ação da azadiractina interferindo na liberação do hormônio protoracicotrópico, do hormônio da eclosão, bursicom ou na liberação de hormônios tróficos (Sieber & Rembold, 1983; Mordue et al., 1986; Rembold, et al., 1989). A azadiractina também bloqueia a liberação de alatropinas no interior do córpora cardíaca e conseqüentemente bloqueia a síntese e liberação de hormônio juvenil (Beckage et al., 1988; Malczewska et al., 1988).

Diversos outros efeitos da azadiractina podem ser observados em insetos como: alteração na diferenciação de tecidos (por exemplo os omatídeos e discos marginais das asas), melanização da cutícula (Schülter, 1985, 1987; Malczewska et al., 1988) e interferir na mitose de forma semelhante à colchicina (Schülter, 1987). Os músculos dos insetos também são

afetados reduzindo a locomoção e atividade de vôo (von Nicol & Schmutterer, 1991; Wilps et al., 1992). Em cortes histológicos no intestino de insetos verifica-se que com o aumento da dose de azadiractina a que estes são submetidos ocorre desarranjo e rompimento das mitocôndrias (Cottee, 1984). Entretanto, não está claro se os músculos são afetados diretamente pela azadiractina ou se isto ocorre devido ao inibição do córpora cardíaca impedindo a liberação do hormônio adipocinético (Mordue & Blackell, 1993). A azadiractina reduz a imunossupressão dos insetos a agentes patogênicos e afeta o ritmo circadiano destes (Palmer, 1990; Azambuja et al., 1991).

O óleo de nim é mais ativo do que a azadiractina pura. Beard (1989) verificou que a azadiractina não é tóxica ao homem nas doses empregadas no controle de insetos. Entre os inseticidas botânicos comercializados atualmente o óleo de nim está entre os menos tóxicos ao homem (Cox, 2002) (Tabela 1). Normalmente apresenta baixíssima toxicidade a organismos benéficos. É considerado inseticida de contato mas apresenta atividade sistêmica e translaminar (Naumann et al., 1994; Cox, 2002; Gonçalves-Gervásio, 2003). A azadiractina apresenta persistência de 3 a 6 dias no solo e de 8 a 13 dias em ambientes aquáticos (Sundaram et al., 1997).

A atividade inseticida do nim foi reportada para mais de 400 espécies de insetos das quais 100 destas têm ocorrência no Brasil (Penteado, 1999). O extrato de sementes de nim, na forma do produto comercial Margosan-O e outros produtos (Tabela 2), é utilizado no controle de moscas-brancas, tripses, cochonilhas, lagartas e besouros (Martinez & Emden, 2001; Cox, 2002).

3.2. Outras Meliáceas

A *Trichilia pallida* e a *Melia azadarach* são outras plantas importantes da família Meliaceae as quais tem sido reportadas por apresentarem atividade inseticida. *M. azadarach* tem efeito no controle de grilos, gafanhotos e pulgões e *T. pallida* a moscas-brancas e lagartas (Souza & Vendramim, 2000; Roel et al., 2000; Brunherotto & Vendramim, 2001; Souza & Vendramim, 2001). Por pertencerem à mesma família *Azadirachta indica* estas plantas podem conter compostos similares, entretanto provavelmente não possuem azadiractina. Gonçalves-Gervásio & Vendramim (2004) verificaram que os extratos aquoso e de clorofórmico de *T. pallida* não afetou o parasitismo nem o desenvolvimento do parasitóide *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) enquanto que os extratos aquoso e de clorofórmico de nim afetou tanto o parasitismo quanto a emergência.

3.3. Piretrina ou piretro

É extraído de sementes ou flores de *Chrysanthemum cinerariaefolium* e *Chrysanthemum cinereum* (Asteraceae). As piretrinas tem baixa toxicidade a mamíferos (Tabela 1). Elas causam paralisia aos insetos agindo por contato e ingestão. Esse inseticida faz parte do grupo dos piretróides, e se liga aos canais de sódio mantendo-os abertos resultando em estado de hiperexcitabilidade e interrompendo a transmissão do impulso nervoso. As células nervosas dos mamíferos também são suscetíveis, entretanto possuem uma enzima que convertem mais rapidamente estes compostos em outros produtos inócuos (Bloomquist, 1996; Glynn-Jones, 2001; Klaassen & Watkins III, 2003). Esse inseticida tem efeito residual curto degradando rapidamente quando exposto a luz e ao ar o que significa que para o controle de pragas em ambientes abertos são necessárias aplicações mais frequentes do inseticida (Cox, 2002). É usada principalmente em locais fechados sobretudo em residências para o controle de pragas domissanitárias (Reigart & Roberts, 1999). Tem atividade inseticida sobre grande número de artrópodes como pulgas, baratas, mosquitos, pulgões, tripses, moscas das frutas, gafanhotos, lagartas, cochonilhas, percevejos, besouros, pulgas, piolhos e ácaros (Reigart & Roberts, 1999; Cox, 2002). Há diversos produtos comerciais registrados e disponíveis no mercado mundial (Tabela 2).

3.4. Rotenona

Composto inseticida presente em *Lonchocarpus* spp., encontrada na América do Sul e *Derris* spp., encontrada na Ásia, e diversas outras leguminosas tropicais. A extração da raiz da planta resulta numa série de compostos conhecidos como rotenóides. A rotenona causa efeito tóxico inicialmente nos músculos e nervos cessando rapidamente a alimentação dos insetos e causando sua morte algumas horas ou dias após a exposição. A rotenona é um potente inibidor da respiração celular bloqueando a cadeia de transporte de elétrons nas mitocôndrias por ligar-se ao NADH:Q oxireductase (Complexo I) e impedindo a oxidação do NADH₂ (Lummen, 1998; Glynn-Jones, 2001; Klaassen & Watkins III, 2003; Tada-Oikawa, 2003). Possui uma das maiores toxicidades aguda entre os inseticidas botânicos sendo mais tóxico a insetos do que muitos inseticidas orgânicos sintéticos (Tabela 1). Os inseticidas comerciais à base de rotenona apresentam baixa toxicidade ao homem não havendo relatos de intoxicação de pessoas por este inseticida nos Estados Unidos onde seu uso é freqüente (Reigart & Roberts, 1999). Tem ação inseticida por ingestão e contato sendo instável a luz, ao calor e ao ar. Exposta a luz a rotenona tem um período de vida médio de 1 a 3 dias. Quando aplicada em pulverizações sobre a superfície das plantas promove proteção por aproximadamente uma

semana. É um inseticida e acaricida de largo espectro de ação sendo usado contra lagartas, besouros, pulgas, pulgões, formigas, cigarrinhas, moscas, cochonilhas e ácaros. A rotenona é usada extensivamente contra o besouro do Colorado *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) que constitui uma das mais importantes pragas de batata no hemisfério norte (Costa et al., 1997; Cox, 2002). Vários produtos comerciais têm rotenona como princípio ativo (Tabela 2).

3.5. Sabadilha

A sabadilha é extraída de sementes de *Schoenocaulon officinale*, uma planta da família Liliaceae nativa da América Central e do Sul. Os principais compostos ativos são alcalóides conhecidos coletivamente como veratrina. Dentre esses os de maior atividade inseticida são a veratridina e a cavadina. A sabadilha mata algumas espécies de insetos imediatamente enquanto outros sobrevivem em estado de paralisia por vários dias antes de morrerem por perda das funções nervosas (Cloyd, 2004). Esses alcalóides são neurotoxinas que modificam a abertura dos canais de sódio mantendo-os abertos por mais tempo que o normal, este mecanismo foi observado especialmente para veratridina (Zlotkin, 1999; Denac, 2000). A sabadilha é um dos inseticidas botânicos comercializados menos tóxicos ao homem (Tabela 1). A sabadilha penetra no corpo dos insetos e ácaros pela cutícula e por ingestão (Cloyd, 2004). Similarmente a rotenona e a piretrina possui efeito residual curto degradando-se rapidamente quando exposta ao ar, a luz e a umidade. É um inseticida de largo espectro de ação, sendo usado contra cochonilhas, lagartas, cigarrinhas, tripes, besouros, moscas, entretanto não é efetivo contra pulgões e ácaros (Reigart & Roberts, 1999; Cox, 2002).

3.6. Rianóides

São extraídos da casca de *Ryania speciosa* (Flacourtiaceae), uma planta da América do Sul (Ware, 1892). O extrato dessa planta contém uma série de rianóides (Jefferies et al., 1992) que causam a paralisia dos insetos imediatamente após a aplicação. Dentre esses compostos o mais estudado é a rianodina. Fill & Coronado (1988) demonstraram que a rianodina ataca os canais liberadores de cálcio no retículo sarcoplasmático alterando a permeabilidade das vesículas ao cálcio. Em concentrações nanomolares a rianodina ativa irreversivelmente os canais liberadores de cálcio e em altas concentrações tende a bloqueá-los (Usherwood, 1962). Age por contato ou ingestão possuindo baixa toxicidade a mamíferos não sendo, normalmente, prejudicial a insetos parasitóides e predadores, entretanto pode ser muito tóxica a ácaros predadores. Possui o maior efeito residual dentre os inseticidas botânicos

comercializados atualmente, apresentando atividade após duas semanas depois da aplicação (Cox, 2002). Também possui largo espectro de ação sendo utilizada no controle de lagartas, tripes, besouros, ácaros, percevejos, moscas-brancas e pulgões (Reigart & Roberts, 1999; Cox, 2002).

3.7. Nicotina

É um alcalóide simples extraído de *Nicotiana* spp. especialmente do fumo *Nicotiana tabacum* (Solanaceae). A nicotina é uma toxina que age sobre o sistema nervoso e com efeito muito rápido. É uma competidora da acetilcolina por ligar-se aos receptores de acetilcolina nas sinapses dos axônios (Reigart & Roberts, 1999). A nicotina na sua forma pura é extremamente tóxica a mamíferos e particularmente perigosa por penetrar na pele, olhos e mucosas, podendo levá-los à morte. Normalmente é mais ativa quando aplicada nas horas mais quentes do dia, sendo totalmente degradada em 24 horas, não deixando qualquer resíduo tóxico. A nicotina pode ser fitotóxica a algumas plantas ornamentais como a roseira. A nicotina é usada para controle de artrópodes sugadores como pulgões, moscas-brancas, cigarrinhas, tripes de ácaros principalmente em casas-de-vegetação e jardins possuindo efeito de contato e fumigação (Reigart & Roberts, 1999; Cox, 2002).

3.8. Óleo de citrus

É extraído da casca da laranja e de outras frutas cítricas. Os dois principais compostos são o limoneno, o qual representa 90% do extrato cru, e o linalol, em menor quantidade. Também estão presentes no óleo essencial da casca de citrus entre compostos como aldeídos, cetonas, esterres e álcoois. O modo de ação do limoneno não é completamente entendido. O limoneno causa aumento da atividade dos nervos sensoriais resultando em perda de coordenação e convulsão. A super estimulação do sistema motor leva a uma rápida paralisia corporal. O uso desses dois compostos é considerado seguro ao homem, sendo que estes empregados extensivamente nas indústrias de alimento, cosméticos e perfumes. Entretanto em altas concentrações esses causam irritação na pele e são tóxicos a mamíferos. Ambos são inseticidas de contato, tendo também espectro fumigante. Estão disponíveis comercialmente em shampoos e aerossóis. Esses produtos tem sido combinado em caldas contendo sabão para o controle de pulgões, cochonilhas, pulgas, piolhos, carrapatos e ácaros. O limoneno e o linalol volatilizam rapidamente sem deixar resíduos podendo ser fitotóxicos à plantas ornamentais.

3.9. Piperinas

O extrato de pimentas do gênero *Piper* (Piperaceae), apresenta uma série de amidas, sendo a mais comum a piperina. Essas substâncias agem como neurotoxinas afetando as funções do sistema nervoso central causando rápida paralisia do inseto (Scott et al., 2002). O mecanismo de ação envolve a rota central ceratogênica. O composto N-alquilamida age no sítio 2 dos canais de sódio (Ottea et al., 1990) sendo que este é diferente do mecanismo de ação dos piretróides. Estas são também inibidoras do citocromo P450 agindo como sinergistas (Scott et al., 2002; Scott et al., 2003). A piperina apresenta baixa toxicidade a mamíferos (Scott et al., 2003) (Tabela 1). Existem muito poucos produtos comerciais a base de piperina. Em testes de laboratório esta foi eficiente no controle de besouros-praga de grãos armazenados como *Sitophilus orizae* L. (Coleoptera: Curculionidae), *Rhyzopertha dominica* (Fabr.) (Coleoptera: Bostrichidae) e *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) e contra o besouro da batata do Colorado *L. decemlineata* (Paula et al., 2001; Scott et al., 2002; Scott et al., 2003). Boff & Almeida (1995) verificaram que os extratos acetônicos e metanólicos de *Piper nigrum* em concentrações acima de 20mg/mL causaram 90% de mortalidade a lagartas da traça de cereais *Sitotroga cerealella* (Oliv.) (Lepidoptera: Gelechiidae) com efeitos residuais até os 60 e 90 dias, respectivamente. Chahad & Boof (1994) também verificaram que os extratos acetônicos e metanólicos dessa planta apresentaram causaram mortalidades de 25 a 98% a larvas de *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). A piperina apresenta alto efeito inseticida a lagartas como o curuquerê *Ascia monuste orseis* Godart (Lepidoptera: Pieridae) que constitui importante praga de brássicas no Brasil, além de possuir efeito inseticida sobre o pulgão das brássicas *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) e o cupim *Cornitermes cumulans* (Kollar) (Isoptera: Termitidae) (Paula et al., 2000 e 2001).

3.10. Dialil-disulfito

O extrato de alho, *Allium sativum* (Liliaceae), possui vários compostos organosulfurados com atividade inseticida dentre estes o principal é o dialil-disulfito (Thomas & Callaghan, 1999). Há muito pouca informação acerca do mecanismo de ação desse composto. Em condições o alho não apresenta toxicidade ao homem. Os extratos do alho são inseticidas de largo espectro de ação. Entretanto estes extratos apresentam baixa seletividade em favor de inimigos naturais o que limita seu uso (Olkowski, 1995). Deve ser utilizado preferencialmente em jardins (Olkowski, 1995). Existem produtos comerciais registrado nos Estados Unidos, à base de alho, para o controle de algumas pragas sendo recomendado como repelente, inseticida, nematicida, fungicida e antibactericida (Prakash & Rao, 1997). Como

inseticida é utilizado contra pulgões, lagartas (especialmente a lagarta das maçãs), mosca-dos-chifres e pulgas, sendo também usado como carrapaticida.

3.11. Eucaliptol

O principal constituinte do óleo essencial de eucalipto é o 1,8-cinol ou eucaliptol. Sua concentração é bastante variável entre as espécies de eucalipto: *Eucalyptus citriodora* (55%), *Eucalyptus globulus* (71%), *Eucalyptus punctata* (66%), *Eucalyptus maculata* (51%), *Eucalyptus maidessii* (70%) e *Eucalyptus smithii* (84%) (Chagas et al., 2002) As folhas de *E. citriodora* são repelentes ao caruncho do feijão *A. obtectus* (Mazzonetto & Vendramim, 2003) e possui atividade inseticida aos besouros *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) e *R. dominica*. Guerra (1985) afirma que o eucalipto pode ser usado para proteção de grãos contra pragas de grãos armazenados em geral.

4. INSETICIDAS BOTÂNICOS QUE NÃO POSSUEM PRODUTOS COMERCIAIS DESENVOLVIDOS

4.1. α -Tomatina

Algumas espécies de tomate selvagens e a espécie cultivada (*Lycopersicon esculentum*), possuem em suas folhas e caule o alcalóide α -tomatina. A concentração desta substância é variável nas espécies de *Lycopersicon*. A α -tomatina esta relacionada a mecanismos de resistência em tomateiros a insetos-praga. Essa substância causa alta mortalidade a broca gigante do tomate *Helicoverpa zea* (Bod.) (Lepidoptera: Noctuidae). Essa substância apresenta alta atividade inibidora do crescimento de lagartas de *Spodoptera exigua* (Hueb.) (Lepidoptera: Noctuidae) e *H. zea*, entretanto parece que sua atividade inseticida é dependente da concentração de 3 beta-hidroxil-esterol e fitoesteróis presentes na folha dos tomateiros (Kennedy, 2003). Normalmente a sensibilidade dos insetos a α -tomatina diminui com o aumento da idade destes. A α -tomatina pode causar efeitos adversos sobre himenópteros parasitoides (Kennedy, 2003). Também há evidências de que a α -tomatina influencia a predação fazendo com que predadores possam rejeitar lagartas que se alimentaram deste composto (Traugott & Stamp, 1996). Guerra (1985) indica extratos da planta de tomate também para o controle de pulgões.

4.2. Manipueira

É o subproduto da mandioca (*Manihot esculenta*) aspecto leitoso e de coloração amarelo clara obtido na prensagem para fabricação de farinhas. A manipueira possui composição variada incluindo enxofre e compostos cianogênicos (Ponte, 1999). A manipueira em pó além da facilidade de manuseio, transporte e menor volume, pode ser armazenada, a temperatura ambiente, por dois ou mais anos. Esta apresenta atividade nematicida, bactericida, acaricida, fungicida, herbicida e inseticida servindo também como adubo (Ponte, 1999; Freire, 2001). Pode ocasionar efeitos fitotóxico dependendo da concentração utilizada (Ponte, 1999).

4.3. Sabão de extratos vegetais

O sabão mais usado no controle de insetos é o sabão de coco. O sabão é mais efetivo quando acrescentado com outros produtos naturais de atividade inseticida. Provavelmente por quebrar a tensão superficial da cutícula dos insetos facilitando a ação de outros inseticidas naturais. O sabão usado sozinho apresentam atividade inseticida contra cochonilhas, pulgões e insetos em geral de corpo mole. Em associação com querosene serve para o combate de grilos e paquinhas (Guerra, 1985). Com o querosene por serem imissíveis é necessário forte agitação.

4.4. Óleo de soja

Os óleos vegetais também apresentam certa atividade inseticida, provavelmente decorrente de sua aderência sobre a cutícula do inseto bloqueando os orifícios da traquéia matando o inseto por asfixia. Barbosa et al. (2002) em aplicação protetora em grãos armazenados, comparando diversos produtos, verificaram que o óleo de soja reduziu a oviposição e a intensidade de ataque do caruncho *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) aos grãos de feijão. O óleo de soja também é recomendado para o controle de ácaros, pulgões, cochonilhas, lagartas em instares iniciais.

4.5. Cumarina e Flavonóides

O mentrasto *Ageratum conyzoides* (Asteraceae) apresenta propriedades antialimentares, esterilizante por meio de inibição do desenvolvimento ovariano e propriedades inseticidas. Tais efeitos devido a presença de precocenos 1 e 2 (Fagoonee & Umrit, 1981), os quais agem inibindo o desenvolvimento e a secreção de hormônios pelo corpora alata, e devido a presença de flavonóides e cumarina os quais tem atividade tóxica (Moreira, 2001; Moreira et al., 2004). A cumarina age ligando-se de forma irreversível ao

citocromo P450 comprometendo a capacidade destoxicativa do inseto e inibindo a cadeia de transporte de elétron, provavelmente tendo como sítio de ação o citocromo c oxirredutase (complexo III), com mecanismo similar ao dos β -metoxiacrilatos (Moreira, 2004). Esse inseticida botânico tem ação inseticida contra lagartas, besouros, formigas e mosca doméstica (Moreira, 2002) e barata.

5. INSETICIDAS BOTÂNICOS DE USO POPULAR SEM ATIVIDADE COMPROVADA CIENTIFICAMENTE

Uma grande variedade de plantas com atividade inseticida podem ser listadas a partir do conhecimento popular sendo de grande importância para a busca de produtos com atividade biológica. Esses entretanto necessitam serem melhor estudados para terem sua atividade comprovada e caracterizada. É possível através do preparo caseiro, manual ou industrial obter-se extratos vegetais com boa ação inseticida e viáveis no controle de pragas. Guerra (1985) e Santos et al. (1988) referem-se a diversas plantas como: camomila (*Matricaria amomilla*), estramônio (*Datura stramonium*), gerânio (*Pelargonio zonale*), cila vermelha (*Urginea maritima*), alamanda (*Alamanda nobilis*), arruda (*Ruta graveolens*), purgueira (*Jatropha curcas*), timo ou tomilho (*Thimus vulgaris*), caiapó (*Cayaponia tayuya*), feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), tiririca (*Cyperus rotundus*), estemona (*Stemona tuberosum*), papagaio (*Euphorbia* sp.), cataria (*Nepta cataria*), teucríio (*Teucrium abyonicum*), barata (*Haplophyton cimicidum*), etc. que apresentam atividades inseticidas ou repelentes e que carecem de maiores estudos.

6. RECEITAS DE PREPARO DE INSETICIDAS BOTÂNICOS

A seguir são descritas algumas receitas de preparo de inseticidas botânicos.

6.1. Fumo

6.1.1. Extrato de Fumo

Adquira 500g de fumo e pique em pedaços, coloque numa vasilha com tampa. Despejar 2 litros de água fervendo e tampar. Deixe em repouso por 24 horas. Após esse período, agitar e filtrar em pano fino, espremendo bem para retirar o máximo de extrato. Colocar num frasco de 2 L de capacidade e adicionar 200 mL de álcool etílico. Completar com o filtrado até atingir os dois litros. Este material deve ser guardado em lugar fresco, não ser exposto a luz e deve ser usado imediatamente no controle de pulgões (Guerra, 1985; Santos et al., 1988).

6.1.2. Macerado de fumo

Para preparo do macerado de fumo deve-se picar 5-10 cm de fumo de corda e colocar em um litro de água por um dia em recipiente não-metálico com tampa. Diluir em 5 litros de água e pulverizar as plantas. Controla cochonilhas, lagartas e pulgões (Guerra, 1985; Santos et al., 1988).

6.1.3. Mistura de sabão e extrato de fumo

Aqueça 5 litros de água e adicione 250 de sabão em pó biodegradável. Deixe esfriar e adicione 250 mL de extrato de fumo. Pulverizar sobre as plantas. Controla cochonilhas com carapaça e ácaros (Guerra, 1985; Santos et al., 1988).

6.2. Pimenta vermelha

Esmagar 100 g de pimenta malagueta, juntar 2 litros de água e deixar em repouso por um dia. Filtrar e adicionar 20 gotas de detergente e mexer. Pulverizar sobre as plantas, age como repelente de insetos. Não é preciso diluir. Efeito inseticida contra pulgões, cochonilhas, tripses e vaquinhas (Guerra, 1985; Santos et al., 1988).

6.3. Piretro

É obtido de plantas do gênero *Chrysanthemum*, da família Asteraceae, dela é obtido o piretro que pode ser utilizado no controle de insetos como: pulgões, lagartas e vaquinhas. Para a extração do piretro macera-se as flores da planta. Sua ação pode ser aumentada com uso do extrato de gergelim (*Sesamum indicum*) (Guerra, 1985; Santos et al., 1988).

Uma maneira simples de se obter esse extrato é colocar 40 gramas de piretro seco e triturado numa garrafa e adicionar 400 mL de benzina Após 24 horas, filtrar o material. Tirar filtrado da garrafa. Em seguir, passar novamente pelo filtro sem ter jogado fora a borra, isso deve ser feito 10 vezes. Ao final na ultima filtração, espremer bem todo o material retido no filtro. O filtrado vai para um banho-maria onde vai evaporar lentamente. Depois que evaporar e restar cerca de dois copos tipo americano, deve-se concentrar até o volume de 10 mL. Para uso a solução deve ser diluída até 0,1% de substância ativa. Para tanto, os 10 mL do extrato concentrado obtido deverá ser diluído em 190 mL de querosene (Guerra, 1985; Santos et al., 1988).

6.4. Alho

Para preparar o extrato de alho deve-se esmagar 4 dentes de alho em 1 litro de água e deixar amolecer por 12 dias. Coar e diluir em 10 litros de água (Guerra, 1985; Santos et al., 1988).

6.5. Timbó

6.5.1. Pó de timbó

Obtido da maceração de partes, da raiz da planta, secas. Depois de macerado fazer a separação da parte mais fina por peneiramento. O pó resultante então se destinará ao preparo de soluções líquidas, como suspensão em água e sabão. Em geral o pó é misturado a outro material inerte, como a argila, o gesso, talco ou enxofre o que controla por polvilhamento uma grande quantidade de insetos-praga (Guerra, 1985; Santos et al., 1988).

6.5.2. Extrato acetônico de timbó

Utilizar 50 gramas do pó das raízes e adicionar 100 mL de acetona. Agitada se e fica em repouso por um dia. Decorrido o tempo, será filtrada a solução, dando o extrato acetônico. Esse extrato para ser usado deve ser diluído em álcool 42°GL (20 mL do extrato e completar o volume com álcool para um litro). É eficiente no controle de carrapatos de bovinos e eqüinos e piolhos de porco (Guerra, 1985; Santos et al., 1988).

6.5.3. Extrato aquoso de timbó

A forma de se fazer é bem simples bastando macerar em água as das partes das plantas como: as raízes, as cascas, as folhas ou frutos (sementes). A solução que se vai obter será pulverizada sobre as plantas atacadas por insetos ou ácaros (Guerra, 1985; Santos et al., 1988).

6.5.4. Pó de timbó com enxofre

Pegar uma parte de pó de timbó para uma de enxofre e três de talco ou argila em recipiente e misture bem. Usado desta forma para o controle de lagartas das crucíferas em polvilhamento (Guerra, 1985; Santos et al., 1988).

6.5.5. Pó de timbó com Piretro

Misturar 645g de extrato de piretro a um pouco de espalhante adesivo. Acrescentar 125g de pó de timbó agitando. Diluir em 100 litros de água. O espalhante adesivo pode ser substituído pela pectina caseira (Guerra, 1985; Santos et al., 1988).

6.6. Nim

6.6.1. Extrato de Nim

Os extratos de Nim podem ser feitos da seguinte maneira:

Folhas e ramos finos verdes picados: 1250 gramas para 100 litros de água. Deixar repousar a mistura durante 12 horas, no mínimo, coar e pulverizar imediatamente.

A - Sementes moídas: 1,5 a 3 Kg para 100 litros de água. Deixar repousar por 12 horas, coar e pulverizar;

B - Óleo das sementes: utilizar 250 a 500 mL em 100 litros de água e pulverizar.

6.6.2. Extrato de Sementes

Pegue aproximadamente dois quilos de sementes de nim. Triture e deixe imerso em uma vasilha com água por um dia. Enquanto isso prepare meio litro de água com sabão. Depois de um dia, coar o material em um pano. Observe que a medida que vai ocorrendo a filtragem, o pano deve ser espremido para que se retire o óleo da semente triturada. A solução está pronta para ser usada para pulverização, adicionando-se água mais o sabão diluído até atingir o volume de 40 litros.

6.6.3. Extrato de folhas secas

Pegue uma quantidade suficiente de folhas de tal forma que após seca e pesadas atinjam um quilo. As folhas seca devem ser trituradas e deixadas imersas em água por um dia . Depois deste tempo deve-se coar o material obtendo uma solução que será usada em pulverizações. Para pulverizar deve-se adicionar junto a calda um sabão e completar o seu volume para 40 litros. Mexer bem para o sabão e a solução se misturem.

6.7. Óleo vegetal comestível

Usar 300 mL de óleo comestível por 100 Kg de feijão seco. Misturar o óleo com os grãos. Uso exclusivo para grãos armazenados (Santos et al., 1988).

6.8. Líquido de castanha de caju

Colocar uma porção de castanhas de caju numa panela de barro. Levar ao fogo até sair bastante líquido. Retirar do fogo e coar. Uso exclusivo para grãos armazenados (Guerra, 1985; Santos et al., 1988).

6.9. Tomateiro

Coleta-se 250 g de folhas juntamente com o caule. Coloca-se em um recipiente adicionado 500 mL de álcool etílico 95^o GL. Após 48 horas filtra-se em um pano fino e ao material filtrado é adicionado água até completar dois litros. Este material deve ser guardado em lugar fresco e não exposto a luz e deve ser usado imediatamente para o controle de pulgões (Guerra, 1985; Santos et al., 1988).

6.10. Sabão de coco

Solução 1:

Diluir 5 Kg de sabão de coco em água em água quente. Completar com água para o volume de 200 litros. Solução ideal para controle de pulgões (Santos et al., 1988).

Solução 2:

Diluir em 500 mL de água 250 gramas de raspa de sabão de coco e adicionar ainda 15 gramas de bórax. Agitar bem para promover a completa diluição do sabão e do bórax, além de promover uma boa homogeneização. Uso capilar para o controle de piolhos em seres humanos.

6.11. Eucalipto

Coleta-se uma quantidade que seja suficiente para que se possa utilizar em paiol de milho de forma que alterne entre camadas de folhas de eucalipto e milho. Proteger o milho contra pragas de grãos armazenados (Santos et al., 1988).

6.12. Preparo das misturas de óleo

A solução é constituída de 300 mL de óleo vegetal e junta ao óleo acrescenta-se mais 30 gramas de sabão ou 30 mL e completa o volume para 5 litros com água. Deve-se agitar bem para uma boa homogeneização. É eficaz no controle de cochonilhas de carapaça.

6.13. Manipueira

É um líquido leitoso amarelado que obtido durante a prensagem das raízes da mandioca *M. esculenta*, durante a fabricação da fécula ou da farinha de mandioca. A manipueira tem ação acaricida (três pulverizações de 1 parte de manipueira/ 2 partes de água), inseticida (três pulverizações de 1 parte de manipueira/ 1 parte de água) e carrapaticida (três pulverizações de 1 parte de manipueira, 1 parte de óleo e mamona e 2 partes de água). Os

insetos em que a manipueira apresenta maior eficácia de controle são as cochonilhas e pulgões (Santos et al., 1988).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, C.L.F.; OLIVEIRA, J.E.Z.; CASALI, V.W.D. **Plantas medicinais e aromáticas: melhoramento genético**. Viçosa, UFV, 1999. 153p.
- ANDRADE, F.M.C.; CASALI, V.W.D. **Plantas medicinais e aromáticas: relação com o ambiente, colheita e metabolismo secundário**. Viçosa, UFV, 1999. 139p.
- ARNASON, J.T.; PHILOGÈNE, B.J.R.; MORAND, P. **Insecticide of plant origin**. Washington, DC, American Chemical Society. v. 387. 1990. 214p.
- AZAMBUJA P.; GARCIA E.S.; RATCLIFFE N.A.; WARTHEN J. D. Jr. Immune-depression in *Rhodnius prolixus* induced by the growth inhibitor, azadirachtin. **Journal of Insect Physiology**, 37: 771-777. 1991.
- BARBOSA, F.R.; YOKOYAMA, M; PEREIRA, P.A.A.; ZIMMERMANN, F.J.P. Controle do caruncho-do-feijoeiro *Zzbrotos subfasciatus* com óleo de vegetais, munha, materiais inertes e malathion. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37: 1213-1217, 2002.
- BEARD, J. Tree may hold the key to to curbing Chagas' parasite. **New Scientist**, 124: 1688-1731. 1989.
- BECKAGE N.E.; METCALF, J. S.; NIELSON, B.D.; NESBIT, D.J. Disruptive effects of azadirachtin on development of *Cotesia congregata* in host tobacco hornworm larvae. **Archives in Insect Biochemistry and Physiology**, 9: 47-65, 1988.
- BELL, A. FELLOWS, L.E.; SIMMONDS, M.S.J. Natural products from plants for the control of insect pests. In: HODGSON, E.; KUHR, R.J. **Safer insecticide development and use**. New York and Basel, Marcel Dekker, 1990, p.337-383.
- BERENBAUM, M.R. North American ethnobotanicals as sources of novel plant-based insecticides. In: ARNASON, J.T.; PHILOGÈNE, B.J.R.; MORAND, P. **Insecticide of plant origin**. Washington, DC, American Chemical Societ. v.387. 1988, p.44-58.
- BLOOMQUIST, J.R. Ion Channels as target for insecticides. **Annual Review of Entomology**, 41: 163-190, 1996.
- BOEKE, S.J.; BOERSMA, M.G. ALINK, G.M. van LOON, J.J.A.; van HUIS,A.; DICKE, M.; RIETJENS, M.C.M. Safe evaluation of neem (*Azadirachta indica*) derived pesticides. **Journal of Ethnopharmacology**, 94: 25-41. 2004.
- BOFF, M.I.C.; ALMEIDA, A.A. de. Efeito residual de extratos de *Piper nigrum* (L.) sobre larvas neonatas de *Sitotroga cerealella* (Oliv.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 24: 115-121, 1995.
- BRUNHEROTTO, R.; VENDRAMIM, J.D. Bioatividade de extratos aquosos de *Melia azedarach* L. sobre o desenvolvimento de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro. **Neotropical Entomology**, 30: 455-459, 2001.
- CARVALHO, L.M.; CASALI, V.W.D. **Plantas medicinais e aromáticas: relação com luz estresse e insetos**. Viçosa, UFV, 1999. 148p.
- CASIDA, J.E.; QUISTAD, G.B. Golden age of insecticide research: past, present, or future? **Annual Review of Entomology**, 43: 1-16, 1998.

- CATEHOUSE, J.A. Plant resistance toward insect herbivores: a dynamic interaction. **New Phytologist**, 156: 145-169, 2002.
- CHAGAS, A.C.S.; PASSOS, W.M.; PRATES, H.T.; LEITE, R.C.; FURLONG, J.; FORTES, I.C.P. Efeito acaricida de óleos essenciais e concentrados emulsionáveis de *Eucalyptus* spp em *Boophilus microplus*. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, 39: 247-253, 2002.
- CHAHAD, S.; BOFF, M.I.C. Efeito de extratos de pimenta preta sobre larvas de *Culex (Culex) quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae) **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 23: 13-18, 1994.
- CHAPMAN R. F. Chemical inhibition of feeding by phytophagous insects- a review. **Bulletin of Entomological Research**, 64: 339-363. 1974.
- CHIU, SHIN-FOON. Recent advances in research on botanical insecticides in China. In: ARNASON, J.T.; PHILOGÈNE, B.J.R.; MORAND, P. **Insecticide of plant origin**. Washington, DC, American Chemical Society. v. 387. 1988, p.69-77.
- CLOUGH, J.M. EVANS, D.A. FRAINE, P.J.DE; FRASER, T.E.M.; GODFREY, C.R.A.; YOULE, D. IN: HEDIN, P.A.; MENN, J.J.; HOLLINGWORTH, R.M. **Natural and engineered pest management agents**, Washington, DC. American Chemical Society, 1994, p.37-53.
- CLOYD, R. Natural indeed: Are natural insecticide safer and better then conventional insecticide? **Illinois Pesticide Review**, 17: 1-3, 2004.
- COLEY, P.D.; BARONE, J.A. Herbivory and plant defenses in tropical forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 27: 305-335. 1996.
- COSTA, J.P. da; BELO, M.; BARBOSA, J.C. Efeito de espécies de timbó (*Derris* spp.: Fabaceae) em populações de *Musca domestica* L. **Annais da Sociedade Entomológica do Brasil**. 26: 163-168, 1997.
- COTTEE P. K. **A physiological investigation into the role of secondary plant compounds as feeding deterrents**. Ph.D. thesis, University of Aberdeen, U.K. 1984.
- COX, C. Pyrethrins/Pyrethrum. **Journal of Pesticide Reform**, 22: 14-20, 2002.
- CUTLER, G.H. Natural products and their potential in agriculture. In: CUTLER, G.H. **Biologically active natural products: potential use in agriculture**. Washington, DC. American Chemical Society, 1988, p.1-22.
- DENAC, H.; MEVISSSEN, M.; SCHOLTYSIK, G. Structure, function and pharmacology of voltage-gatage-gate sodium channels. **Naunyn Schmiedeberg's Arch Pharmacol**, 362: 453-479, 2000.
- DETHIER V. G. Mechanisms of host plant recongnition. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 31: 49-56. 1982.
- ELAKOVICH, S.D. Terpenoids as models for new agrochemicals. In: CUTLER, G.H. **Biologically active natural products: potential use in agriculture**. Washington, DC. American Chemical Society, 1988, p.250-261.
- FAGOONEE, I.; UMRIT, G. Anti-gonadotropic hormones from the goatweed, *Ageratum conyzoides*. **Insect Science Appllication**, 1: 373-376, 1981.
- FILL, M.; CORONADO, R. Ryanodine receptor channel of sarcoplasmatic reticulum. **Trends Neuroscience**, 11: 453-457, 1988.

- FLINT, M.L.; VAN DEN BOSCH, R. **Introduction to integrated pest management**. New York, Plenum, 1981, 240p.
- FREIRE, F.C.O. **Uso da manipueira no controle do oídio da cerigueira: resultados preliminares**. Fortaleza, EMBRAPA, 2001, 3p. (Comunicado Técnico).
- GLYNNE-JONES, A. Pyrethrum. **Pesticide Outlook**, October, 2001. p.195-198.
- GONÇALVES-GERVÁSIO, R. C. R. **Efeito de extratos de *Trichilia pallida* Swartz e *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) sobre *Tuta absoluta* (Meyrick) e seu parasitóide *Trichogramma pretiosum* Riley**. 2003. 100p. Tese (Doutorado em Entomologia) – ESALA/USP, Piracicaba, 2003.
- GONÇALVES-GERVÁSIO, R.C.R.; VENDRAMIM, J.D. Efeito de extratos de meliáceas sobre o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, 33: 607-612, 2004.
- GUERRA, M.S. **Receituário caseiro: alternativas para o controle de pragas e doenças de plantas cultivadas e seus produtos**. Brasília, EMBRATER, 1985, 166p.
- HEDIN, P.A.; MENN, J.J.; HOLLINGWORTH, R.M. Development of natural products and their derivatives for pest control in the 21st century. In: HEDIN, P.A.; MENN, J.J.; HOLLINGWORTH, R.M. **Natural and engineered pest management agents**, Washington, DC., American Chemical Society, 1994, p.2-10.
- HOCHULI, D.F. Insect herbivory and ontogeny: How do growth and development influence feeding behavior, morphology and host use. **Austral Ecology**, 26: 563-570, 2001.
- ISMAN, M.B. Toxicity and fate of acetylchromenes in pest insects. In: ARNASON, J.T.; PHILOGÈNE, B.J.R.; MORAND, P. **Insecticide of plant origin**. Washington, DC, American Chemical Society. v.387, 1989, p.44-58.
- JACOBSON, M. Botanical pesticides: past, present and future. In: ARNASON, J.T.; PHILOGÈNE, B.J.R.; MORAND, P. **Insecticide of plant origin**. Washington, DC, American Chemical Society. v. 387. 1989, p.69-77.
- JEFFERIES, P.A.; TOIA, R.F.; BRANNIGAN, B.; PESSAH, I. CASIDA, J.E. Ryania insecticide: analysis and biological activity of 10 natural ryanoids. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 40: 142-146, 1992.
- KENNEDY, G.G. Tomato, pests, parasitoids, and predators: tritrophic Interactions involving the genus *Lycopersicon*. **Annual Review of Entomology**, 48: 51-72, 2003.
- KLAASSEN, C.D.; WATKINS III, J.B. **Essential of toxicology**. New York, McGraw Hill, 2003, 533p.
- LUMMEN, P. Complex I inhibitors as insecticides and acaricides. **Biochimica et Biophysica Acta**, 1364: 287-296, 1998.
- MALCZEWSKA, M.; GELMAN, D.B.; CYMBOROWSKI, B. Effects of azadirachtin on development, juvenile hormone and ecdysteroid titres in chilled *Galleria mellonella* larvae. **Journal of Insect Physiology**, 34: 725-732. 1988.
- MANN, J. **Secondary metabolism**. Oxford, Clarendon, 1995, 374p.
- MARTINEZ, S.S.; EMDEN, H.F. Growth disruption, abnormalities and mortality of *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) caused by azadirachtin. **Neotropical Entomology**, 30: 113-125, 2001.

- MAZZONETTO, F.; VENDRAMIM, J.D. Efeito de pós de origem vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado. **Neotropical Entomology**, 32: 145-149, 2003.
- MORDUE (LUNTZ) A. J.; EVANS K. A. AND CHARLET M. Azadirachtin, ecdysteroids and ecdysis in *Locusta Migratoria*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, 85: 297-301. 1986.
- MORDUE (LUNTZ) A. J.; BLACKWELL, A. Azadirachtin: a update. **Journal of Insect Physiology**, 39: 903-924, 1993.
- MOREIRA, M.D. **Isolamento, identificação e atividade inseticida de constituintes químicos de *Ageratum conyzoides***. 2001. (Tese de Mestrado em Entomologia) - Viçosa, UFV, 2001, 60p.
- MOREIRA, M.D.; PICANÇO, M.C.; BARBOSA, L.C. DE A.; GUEDES, R.N.C.; SILVA, E.M. DA. Toxicity of leaf extracts of *Ageratum conyzoides* to Lepidoptera pests of horticultural crops. **Biological Agriculture and Horticulture**, 22: 251-260, 2004.
- NAIR, M.G. Natural products as sources of potential agrochemicals. In: HEDIN, P.A.; MENN, J.J.; HOLLINGWORTH, R.M. **Natural and engineered pest management agents**, Washington, DC. American Chemical Society, 1994, p.143-161.
- NAUMANN, K.; RANKIN, L.J.; ISMAN, M.B. Systemic action of neem seed extract on Mountain pine beetle (Coleoptera: Scolytidae) in lodgepole pine, **Forest Entomology**, 87: 1580-1585, 1994.
- OLKOWSKI, W.; DAAR, S.; OLKOWSKI, H. **The organic gardener's handbook of natural insect and disease control**. Emmaus, Pennsylvania, Rodale. 1995.
- OTTEA, J.A.; PAYNE, G.T.; SODERLUND, D.M. Action of insecticidal N-alkylamides at site 2 of the volta-sensitive sodium channel. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 38: 1724-1728, 1990.
- PALMER J. D. comparative studies of tidal rhythms. IX. The modifying roles of deuterium oxide and azadirachtin on circalunidian rhythms. **Marine Behavioural Physiology**, 17: 167-175. 1990.
- PAULA, V.F.; BARBOSA, L.C.A.; DEMUNER, A.J.; PILÓVELOSO, D.; PICANÇO, M.C. Synthesis and insecticidal activity of new amide derivatives of piperines. **Pest Management Science**, 56: 168-174, 2000.
- PAULA, V.F.; BARBOSA, L.C.A.; PICANÇO, M.C.; PILÓVELOSO, D. Toxicidade de amidas derivadas da piperina para larvas de *Ascia monuste orseis* (Godart) (Lepidoptera, Pieridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, 45: 10-15, 2001.
- PENTEADO, S.R. **Defensivos alternativos e naturais para uma agricultura saudável**. Campinas, CATI, 1999, 79p.
- PONTE, J.J. **Cartilha da manipueira: uso do composto como insumo agrícola**. Fortaleza, Secretaria da Ciência e Tecnologia do Ceará, 1999. 53p.
- PRAKASH, A.; RAO, J. **Botanical pesticides in agriculture**. USA, CRC. 1997, 461p.
- REIGART, J.R.; ROBERTS, J.R. Biologicals and insecticides of biological origin In: REIGART, J.R.; ROBERTS, J.R. **Recognition and management of pesticide poisonings**. National Pesticide Information Center (NPIC). 1999. http://npic.orst.edu/RMPP/rmpp_ch7.pdf. Acessado em 15 de março de 2005.

- REMBOLD, H.; GARCIA, E. S. Azadirachtin inhibits *Trypanosoma cruzi* infection of its triatomine insect host, *Rhodnius prolixus*, **Naturwissenschaften**, 76: 77-78. 1989.
- REMBOLD, H.; SIEBER, K.P. Inhibition of oogenesis and ovarian ecdysteroid synthesis by azadirachtin in *Locusta migratoria migratorioides* (R. & F.). **Zeitschrift fur Naturforschung**, 36: 466-469, 1981.
- ROEL, A.R.; VENDRAMIM, J.D.;FRIGHETTO, R.T.S.; FRIGHETTO, N. Efeito do extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) no desenvolvimento e sobrevivência da lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, 59: 53-58, 2000.
- RUSSO, M.; GALLETI, G.C. BOCCHINI, P.; CARNACINI, A. Essential oil chemical composition of wild populations of Italian oregano spice (*Origanum vulgare* ssp. *Hirtum* (Link) letswaart): A preliminary evaluation of their use in chemotaxonomy by cluster analysis, 1. Inflorescences. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, 46: 3741-3746, 1998.
- SANTOS, J.H.R. dos; GADELHA, J.W.R.; CARVALHO, M.L.; PIMENTEL, J.V.F.; JÚLIO, P.V.M.R. **Controle alternativo de pragas e doenças**. Fortaleza, UFC, 1988, 216p.
- SCHLÜTER U. Occurrence of weight gain reduction and inhibition of metamorphosis and storage protein formation in last instars of the beetle, *Epilachna varivestis*, after injection of azadirachtin. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 39: 191-195. 1985.
- SCHLÜTER, U. Effects of azadirachtin on developing tissues of various insect larvae. In: INTERNATIONAL NEEM CONFERENCE, 3, 1987. GTZ Eschborn. **Proceedings...** GTZ Eschborn, SCHMUTTERER H.; ASCHER K.R.S., p.331-348.
- SCOTT, I.M.; JENSEN, H.; SCOTT, J.G.; ISMAN, M.B.; ARNASON, J.T.; PHILOGÈNE, B.J.R. Botanical insecticides for controlling agricultural pests: piperamides and the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). **Archives of Biochemistry and Physiology**, 54: 212-225, 2003.
- SCOTT, I.M.; PUNIANI, E.; DURST, T.; PHELPS, D.; MERALI, S.; ASSABGUI, R.A.; SÁNCHEZ-VINDAS, P.; POVEDA, L.; PHILOGÈNE, B.J.R.; ARNASON, J.T. Insecticidal activity of *Piper tuberculatum* Jacq. Extracts: synergistic interaction of piperamides. **Agricultural and Forest Entomology**, 4: 137-144, 2002.
- SHALABY, A.S.; GAMASY, A.M.; GENGAHI, S.E.; KHATTAB, M.D. Post harvest studies on herb and oil of *Mentha arvensis* L. **Egyptian Journal of Horticulture**, 15: 213-224, 1988.
- SIEBER K. P. AND REMBOLD H. The effects of azadirachtin on the endocrine control of moulting in *Locusta migratoria*. **Journal of Insect Physiology**, 29: 523-527. 1983.
- SOUZA, A.P. DE; VENDRAMIM, J.D. Atividade inseticida de extratos aquosos de Meliáceas sobre a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, 30: 133-137, 2001.
- SOUZA, A.P.; VENDRAMIM, J.D. Atividade ovicida de extratos aquosos de meliáceas sobre a mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo b em tomateiro. **Scientia Agricola**, 57: 403-406, 2000.
- SUNDARAM, K.M.S.; SUNDARAM, A.; CURRY, J.; SLOANE, L. Formulations selection, and investigation of azadirachtin-A persistence in some terrestrial and aquatic components of a forest environment. **Pesticide Science**, 51: 74-90, 1997.

- TADA-OIKADA, S.; HIRAKU, Y.; KAWANISHI, M.; KAWANISHI, S. Mechanism for generation of hydrogen peroxide and change of mitochondrial membrane potential during rotenone-induced apoptosis. **Life Science**, 73: 3277-3288, 2003.
- THACKER, J.R.M. **An Introduction to arthropod pest control**. Cambridge, Cambridge University. 2002, 360p.
- THOMAS, C.J. & CALLAGHAN, A. The use of garlic (*Allium sativa*) and lemon peel (*Citrus limon*) extracts as *Culex Pipiens* larvicides: persistence and interaction with an organophosphate resistance mechanism. **Chemosphere**, 39: 2489-2496, 1999.
- TRAUGOTT, MS; STAMP, NE. Effects of chlorogenic acid and tomatine fed caterpillars on the behavior of an insect predator. **Journal Insect Behavior**, 9: 461-76, 1996.
- USHERWOOD, P.N.R. The action of the alkaloid ryanodine on insect skeletal muscle. **Comparative Biochemistry and Physiology**, 6: 181-199, 1962.
- VON NICOL, C.M.Y.; SCHMUTTERER, H. Kontaktwirkungen des Samenöls des Niembaumes *Azadirachta indica* (A. Juss.) bei gregären Larven der Wüstenhuschreke *Schistocerca gregaria* (Forsk.). **Journal of applied Entomology**, 111: 197-205, 1991.
- WARE, G.W. **Fundamentals of pesticides: a self-instruction guide**. Frersco, Thompson, 1982. p.78-79.
- WILPS H. KIRKLIONIS E. AND MUSCHENICH K. The effects of neem oil and azadirachtin on mortality, flight activity, and energy metabolism of *Schistocerca gregaria* (Forsk.)- a comparison between laboratory and field locusts. **Comparative Biochemistry and Physiology**, 102: 67-71, 1992.
- ZLOTKIN, E. The insect voltage-gated sodium channel as target of insecticides. **Annual Review of Entomology**, 44: 429-455, 1999.

Tabela 1. DL₅₀ dérmica e oral (mg de ingrediente ativo/ Kg de peso vivo de ratos) de nove inseticidas botânicos e dois inseticidas organo sintéticos comerciais.

Inseticida	DL₅₀ (mg/Kg)	
	Dérmica	Oral
Nicotina	50	50-60
Rotenona	940-3.000	60-1.500
Carbaril*	>4.000	850
Malatiom*	4.100	885-2.800
Riania	4.000	750-1.200
Piretrina	>2.000	1.200-1.500
Linalol	3.578-8.374	2.440-3.180
Piperina	100	200-330
Sabadilha	-	4.000-5.000
Limoneno	-	>5.000
Nim	-	13.000

*Inseticida organo sintético comercial.

Tabela 2. Principais inseticidas botânicos comercializados no mundo.

Nome técnico do inseticida	Planta do qual é extraído	Família da planta	Ação	Nome comercial do inseticida	Pragas-alvo	Uso comercial	
						País	Culturas ou Animais
Óleo de Nim	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	Inseticida Acaricida	Neem oil tga,i, Neem Oil Insecticidal Soap Concentrate, Dyna-Gro Neem Oil, Natuneem*	Ácaros, moscas-brancas, pulgões, psilídeos e tripes	EUA Índia Brasil Austrália	Leguminosas Olerícolas Fruteiras Ornamentais
Azadiractina	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	Inseticida Repelente Acaricida	Margosan-O [®] , BioNeem*, Neemesis, Azatin, Neemgold, Neemax, Neemix, Econeem, Repelin	Ácaros, tripes, lagartas, moscas-brancas, moscas-das- frutas, psilídeos e pulgões	EUA Índia Brasil Austrália África Canadá	Ornamentais Fruteiras Olerícolas
Nicotina	<i>Nicotiana rustica</i>	Solanaceae	Inseticida Acaricida	Nicotine smoke generator	Tripes, pulgões e moscas	EUA	Ornamentais
Limoneno	<i>Citrus</i> spp.	Rutaceae	Inseticida Repelente Acaricida	Orange guard, Concern TM Citrus Home Pest Control	Ácaros, formigas, moscas e pulgões	EUA	Uso doméstico Ornamentais
Piretrina	<i>Chrysanthemum</i> spp.	Asteraceae	Inseticida Acaricida	Yard and Garden Insect Killer, Chempro pyrenone multipurpose spray, Ecozone Pyrethrum Insect Powder, PyGanic EC - Liquid Pyrethrum, Beskill pyrene oil concentrate	Ácaros, besouros, formigas, moscas, moscas-brancas, pulgões e lagartas	EUA	Ornamentais Cogumelos Fruteiras Olerícolas Cereais
Rotenona	<i>Serjania</i> spp.	Sapindaceae	Inseticida Acaricida	Earth Friendly Fruit Tree Spray or Dust, Agway Rotenona dust	Ácaros, pulgões, besouros e tripes	EUA	Ornamentais Fruteiras Olerícolas

Continua

Continuação

Nome técnico do inseticida	Planta do qual é extraído	Família da planta	Ação	Nome comercial do inseticida	Pragas-alvo	Uso comercial	
						País	Culturas ou Animais
Capsaicina	<i>Capsicum</i> spp.	Solanaceae	Repelente	Hot Pepper Wax	Ácaros, pulgões e moscas	EUA	Fruteiras Olerícolas
Piretrina + Rotenona	<i>Chrysanthemum</i> spp. <i>Serjania</i> spp.	Asteraceae Sapindaceae	Inseticida	Bonide Liquid Rotenona/Piretrina Spray Garden Dust	Formigas	EUA	Ornamentas Fruteiras Olerícolas
Garlic	<i>Allium sativum</i>	Liliaceae	Inseticida Acaricida	Garlic Barrier	Ácaros, pulgões, tripes e moscas	EUA	Ornamentas Fruteiras Olerícolas
Azadiractina + Óleo de alho + Capsaicina	<i>Azadirachta indica</i> <i>Allium sativum</i> <i>Capsicum</i> spp.	Meliaceae Liliaceae Solanaceae	Inseticida Repelente	Anti-pest-o rtu	Insetos em geral	EUA	Uso geral
Óleo de eucalipto	<i>Eucalyptus</i> spp.	Mirtaceae	Inseticida Acaricida Repelente	Fuzzie buddie	Ácaros, pulgas, e mosquitos.	EUA	Gatos Cães
Piretrina + Óleo de canola	<i>Chrysanthemum</i> spp. <i>Brassica napus</i>	Asteraceae Brassicaceae	Inseticida Acaricida	Pyola Insecticidal Spray Take down garden spray rtu	Pulgões, ácaros, tripes, psílídeos, formigas e moscas	EUA	Ornamentais Fruteiras Olerícolas
Óleo de Neem + Óleo de Citronela + Extrato de <i>Capsicum</i>	<i>Azadirachta indica</i> <i>Cymbopogon winterianus</i> <i>Capsicum</i> spp.	Meliaceae Poaceae Solanaceae	Inseticida	Combat*	Pulgões, cochonilhas, ácaros, lagartas e tripes	Brasil	Ornamentais Frutíferas Hortaliças

* Usado no Brasil.

Tabela 3. Plantas de uso como inseticida de acordo com a sabedoria popular.

Nome comum	Nome científico	Família	Utilização
Aboboeira	<i>Curcubita pepo</i>	Cucurbitaceae	Repelente à moscas hematófagas.
Abricó-do-pará	<i>Mammea americana</i>	Clusiaceae	Controle das lagartas <i>Diaphania</i> spp., <i>Spodoptera frugiperda</i> e <i>Plutella xylostella</i>
Alamandra	<i>Allamanda nobilis</i>	Apocynaceae	Controle de pulgões.
Alfafa	<i>Medicago sativa</i>	Papilionaceae	Controle de mosquitos.
Alfavaca ou mangericão branco	<i>Ocimum basilicum</i>	Lamiaceae	Controle de moscas.
Anis	<i>Pimpinella anisum</i>	Umbeliferae	Repelente de traças.
Araticum	<i>Anona palustre</i>	Annonaceae	Controle de piolhos.
Arruda	<i>Ruta graveolens</i>	Rutaceae	Controle de pulgões.
Atanásia	<i>Tanacetum vulgare</i>	Compositae	Repelente a formigas.
Calendola	<i>Calendola officinalis</i>	Asteraceae	Controle de insetos em geral.
Camomila catinga, macela galega	<i>Anthemis</i> spp.	Asteraceae	Controle de insetos em geral.
Chagas ou capuchinho	<i>Tropaeolum majus</i>	Tropaeolaceae	Repelente a insetos.
Coentro	<i>Coriandrum sativum</i>	Umbelliferae	Controle de ácaros e pulgões.
Espirradeira	<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae	Controle de piolhos.
Esporinha	<i>Delphinium</i> sp.	Ranunculaceae	Controle de gafanhotos.
Fruta-do-conde, pinha ou condessa	<i>Anona squamosa</i>	Annonaceae	Controle de insetos em geral.
Hortelã	<i>Mentha piperita</i>	Labiatae	Repelente à formigas.
Papagaio	<i>Euphorbia</i> sp.	Euphorbiaceae	Controle de insetos em geral.
Saboneteira	<i>Sapindus saponaria</i>	Sapindaceae	Controle de pragas de grãos armazenados.
Urtiga	<i>Urtica urens</i>	Urticaceae	Controle de pulgões e repelente ao percevejo <i>Phthia picta</i> .

Fonte: Guerra (1985).