

UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS E EXTRATOS DE PLANTAS NO CONTROLE DE INSETOS

Cristiane Marangoni¹
Neusa Fernandes de Moura²
Flávio Roberto Mello Garcia³

RESUMO

As plantas, como organismos que coevoluem com insetos e outros microorganismos, são fontes naturais de substâncias inseticidas e antimicrobianas. Os inseticidas naturais, dentre os quais pode ser destacado o uso de produtos alternativos, como pós e extratos botânicos, e óleos essenciais de origem vegetal, podem ser utilizados tanto no manejo integrado de pragas em cultivos comerciais, como também, na agricultura biológica. Esses bioinseticidas constituem um recurso facilmente disponível por sua ocorrência natural, todavia podem ser esgotados se não forem constantemente repostos. O problema é maior quando se trata de planta exótica como o nim, fato que salienta a importância de estudos com plantas nativas ou silvestres, que possam ser encontradas e plantadas com maior segurança. A exploração das plantas deve ser feita de tal maneira que permita a preservação e a conservação das espécies. Outro ponto que deve ser considerado é a toxicidade dos produtos vegetais, as variações entre as espécies, as partes vegetais utilizadas e as formas de extração. A toxicidade de todo ingrediente ativo está obviamente associado à dosagem utilizada em relação ao peso do indivíduo, e é relacionada também a forma de aplicação.

Palavras-chave: controle, bioinseticidas, Agroecologia, Nim

ABSTRACT

Use of essential oils and plant extracts in the control of insects. Plants, as organisms that co-evolved with insects and other organisms, are natural sources of antimicrobial substances and insecticides. The natural insecticides, among which can mention the use of alternative products such as powders and botanical extracts and essential oils of vegetable origin, can be used both in integrated pest

¹ Cooperativa Central Oeste Catarinense, Aurora Alimentos, Chapecó – SC.

² EQA, Universidade Federal do Rio Grande, Santo Antonio da Patrulha – RS.

³ Lab. de Ecologia de Insetos, Depto. de Zoologia e Genética, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS. E-mail para correspondência: flavioirmg@hotmail.com

management in commercial crops, but also in organic farming. These insecticides are an easily available in its natural, but can be depleted if not replenished constantly. The problem is greater when it comes to exotic plants such as neem, a fact which underlines the importance of studies with native plants or wildlife, which can be found and planted more safely. The exploitation of plants must be made in such a way that permits the preservation and conservation of species. Another point to consider is the toxicity of plant products, variations between species, the plant parts used and the forms of extraction. The toxicity of any active ingredient is obviously associated with the dosage used in the weight of the individual, and is also related to the application form.

Key words: control, biopesticides, Agroecology, Nim

INTRODUÇÃO

Um país como o Brasil, com tantas peculiaridades climáticas e geográficas, abriga uma diversidade enorme de insetos e plantas. Além das espécies nativas e cultivadas para fins comerciais, tanto para consumo interno como para exportação, muitas espécies vegetais foram introduzidas por colonizadores e imigrantes, sendo responsáveis pela introdução de espécies exóticas de predadores fitófagos. Durante muitas décadas, o Brasil teve sua economia baseada no setor primário de produção e, ainda hoje, ocupa uma posição de destaque no abastecimento mundial de cereais, frutas e outros produtos de origem vegetal sendo, portanto, o controle de pragas nativas ou exóticas um desafio que persiste e tem se agravado ano após ano (Roel, 2001).

Antes do descobrimento do Brasil, os insetos endêmicos desse território limitavam-se a alimentar-se de plantas silvestres, situação que se modificou com o processo de colonização, quando parte dos insetos nativos passou a tirar alimento das novas plantas e, como estas normalmente apresentavam-se concentradas, houve multiplicação rápida e desequilibrada de insetos. Situação semelhante ocorreu com algumas das espécies estrangeiras, onde o clima mais favorável, predadores naturais em pequeno número e hospedeiros em grande concentração determinaram uma superpopulação (Roel, 2001; Júnior, 2003).

O desmatamento e a caça indiscriminada de pássaros insetívoros colaboraram para um desequilíbrio ainda maior que, aliado ao crescimento populacional rápido e contínuo, tem aumentado em muito a competição homem-inseto pelo mesmo tipo de alimentação e território, dificultando o controle de infecções hospitalares e doenças que têm nos insetos os vetores de transmissão. Todos esses fatores têm levado à busca

continua por novos agentes inseticidas eficientes, que representem maior segurança ao homem e ao meio ambiente (Mariconi, 1963; Vieira e Fernandes 1999).

CONTROLE QUÍMICO DE PRAGAS

Inseticidas são substâncias químicas utilizadas para matar, atrair e repelir insetos, sendo sua descoberta, isolamento, síntese, avaliação toxicológica e de impacto ambiental um vasto tópico de pesquisas no mundo inteiro e que tem se desenvolvido bastante nas últimas décadas.

A toxicidade de uma substância química em insetos não a qualifica necessariamente como um inseticida. Diversas propriedades devem estar associadas à atividade, tais como eficácia mesmo em baixas concentrações, ausência de toxicidade frente a mamíferos e animais superiores, ausência de fitotoxicidade, fácil obtenção, manipulação e aplicação, viabilidade econômica e não ser cumulativa no tecido adiposo humano e de animais domésticos (Mariconi, 1963; Júnior, 2003).

Dentro da classificação de inseticidas, são incluídas substâncias que repelem e que atraem insetos. Os inseticidas podem ser classificados segundo três pontos de vista: finalidade, modo de ação e origem. Destes, somente o último é de real importância e será abordado neste artigo.

O uso de inseticidas consome mundialmente valores da ordem de bilhões de dólares na tentativa de controlar insetos. Os produtos naturais inseticidas foram muito utilizados até a década de 40, quando os produtos sintéticos passaram a ganhar espaço a partir da II Guerra Mundial, devido a pesquisas em produtos biocidas. Estes se mostraram muito mais potentes e menos específicos que os naturais, até então utilizados no controle de pragas agrícolas, e foram quase totalmente substituídos (Mariconi, 1963; Vieira e Fernandes, 1999).

O controle químico, feito com utilização de inseticidas convencionais e específicos, é o que apresenta as maiores vantagens devido à sua eficiência e facilidade de uso em relação aos demais. Todavia, a contínua utilização do controle químico com agrotóxicos não seletivos, sem a rotação de produtos, pode causar desequilíbrios mediante a eliminação de insetos benéficos, explosões populacionais de pragas e, principalmente, a perda de eficácia de inseticidas mediante a seleção natural de linhagens de insetos resistentes a esses compostos químicos. Acrescenta-se ainda aspectos negativos relativos à contaminação do meio ambiente (solo, água, atmosfera e seres vivos), danos acidentais ocasionados pela má utilização de agrotóxicos e elevados custos.

Novas substâncias são necessárias, portanto, para o efetivo controle de pragas, oferecendo maior segurança, seletividade, biodegradabilidade, viabilidade econômica, aplicabilidade em programas integrados de controle de insetos e baixo impacto ambiental.

A BUSCA POR MODELOS NA NATUREZA

Uma abordagem para a seleção de novos inseticidas que preencham os requisitos de eficácia, segurança e seletividade, pode ser através do estudo de mecanismos de defesa de plantas. Extratos de plantas vêm sendo utilizados pelo homem desde a Idade Antiga, numa prática que persiste até hoje. Em Honolulu, no Havaí, o botânico Salen Ahmed coordenou um projeto pelo qual catalogou mais de 2000 espécies de plantas que são reconhecidas por suas propriedades inseticidas. Entre elas destacam-se:

- Saboneteira (*Sapindus saponaria* L.), que controla piolho e pragas de grãos armazenados;
- Esporinha (*Delphinium ajacis* L.), que atrai e mata larvas de gafanhotos;
- Cravo-de-defunto (*Tagetes minuta* L.), que, além de nematocida, é repelente de pulgões;
- Timbó (*Ateleia glazioviana* Baill), cujo princípio ativo é um alcaloide, a rotenona que é tóxica a animais de sangue frio;
- Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), que é o objeto dessa revisão, cujas propriedades inseticidas e nematocidas já foram comprovadas em nível de laboratório e campo (Neves *et al.*, 2003).

Comercialmente, entretanto, somente poucas dessas plantas, incluindo aquelas que contêm piretrinas, rotenoides e alcaloides, são utilizadas como fonte de inseticidas.

Nas últimas décadas, tem ocorrido um incremento no número de estudos voltados para a interação química inseto-planta, utilizando metabólitos secundários ou aleloquímicos de plantas visando ao controle de pragas (Harbone, 1982).

Villalobos (1996) ressaltou que o princípio ativo dos inseticidas botânicos é composto resultante do metabolismo secundário das plantas, sendo acumulado em pequenas proporções nos tecidos vegetais (Yoshida e Toscano, 1994; Hare e Morse, 1997; Zang *et al.*, 1997).

As plantas, como organismos que coevoluem com insetos e outros microorganismos, são fontes naturais de substâncias inseticidas e antimicrobianas,

já que as mesmas são produzidas pelo vegetal em resposta a um ataque patogênico. Inúmeras substâncias acumulam-se no vegetal para sua defesa contra microorganismos, algumas delas sendo denominadas de fitoalexinas. As plantas sintetizam e emitem inúmeros compostos voláteis (ácidos, aldeídos e terpenos) para atrair polinizadores e se defender de herbívoros. No que concerne à defesa contra herbívoros, as plantas desenvolveram dois tipos de defesa, a direta e a indireta. Na defesa direta, estão envolvidas substâncias como sílica, metabólitos secundários, enzimas e proteínas, além de órgãos como tricomas e espinhos que afetam diretamente a performance do inseto. Na defesa indireta, estão envolvidas substâncias emitidas pela planta, que atraem parasitas e predadores do inseto fitófago. Terpenos e fenilpropanoides voláteis sintetizados por espécies vegetais podem ter, dependendo do inseto em análise, propriedades atrativas (alimentação, polinização) e/ou deterrentes e inseticidas (Simas *et al.*, 2004).

Os inseticidas naturais, dentre os quais pode ser destacado o uso de produtos alternativos, como pós e extratos botânicos, e óleos essenciais de origem vegetal (Arruda e Batista, 1998), podem ser utilizados tanto no manejo integrado de pragas em cultivos comerciais, como também, na agricultura biológica. Esses óleos devem ser utilizados como um método de controle eficaz, para redução dos custos, preservação do ambiente e dos alimentos da contaminação química, tornando-se prática adequada à agricultura sustentável (Kéita *et al.*, 2001; Roel, 2001).

A diversidade da flora brasileira apresenta um imenso potencial para a produção de compostos secundários. Pletsch e Sant'Ana (1995) estimaram que 16% das 500 mil espécies de plantas que existem no mundo encontram-se na floresta amazônica. Contudo, a pesquisa de substâncias ativas derivadas de plantas no Brasil ainda é muito incipiente. Até o início da década de 1980, estimou-se que menos de 1% das espécies da flora brasileira eram conhecidas quanto aos seus constituintes químicos (Gottlieb e Mors, 1980) e, mesmo considerando ter havido incrementos significativos a partir desse percentual nas últimas duas décadas, há, evidentemente, uma grande lacuna de conhecimento a ser preenchida.

Atualmente, existe um mercado promissor para os bioinseticidas e inseticidas naturais. A produção de compostos químicos naturais representa 7,5% do mercado de produtos químicos, farmacêuticos, veterinários e de proteção de plantas (Primo Yufera, 1989). 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).

ALTERNATIVAS NATURAIS PARA O CONTROLE DE PRAGAS

Piretroides, Rotenoides e Alcaloides

Economicamente, o grupo mais importante de inseticidas naturais é o das piretrinas, representado por seis ésteres com estruturas químicas semelhantes que são extraídos das flores do piretro (*Chrysanthemum cinerariaefolium*). O piretro foi utilizado desde 1800, na Pérsia e na antiga Iugoslávia, e, a partir de 1828, passou a ser processado comercialmente para controle de insetos. Em 1939, os EUA chegaram a importar cerca de 7 mil toneladas de piretro por ano. O uso de produtos naturais declinou na década de 50 em consequência dos avanços na síntese de análogos de piretroides, como as aletrinas, que eram mais estáveis e mais efetivas. Atualmente, a demanda de piretro está em torno de 25 mil toneladas, e tem como principais produtores o Kênia, a Tanzânia e o Equador.

A rotenona e os rotenoides têm sido utilizados há longo tempo como inseticidas e como anestésicos temporários, auxiliando na captura de peixes. A partir dos anos 50, mais de 3,5 mil toneladas anuais de raízes de *Derris lonchocarpuse Tephrosia* spp contendo esses inseticidas foram importadas pelos EUA. Em 1972, cerca de 750 toneladas de raízes foram utilizadas em jardins e casas no combate a insetos e a ectoparasitas em animais.

Dentre os alcaloides naturais mais importantes utilizados no controle de pragas estão a nicotina e a nornicotina. O uso desses alcaloides iniciou-se no século XVI e atingiu 2,5 mil toneladas na metade do século XIX. Desde então, a produção anual vem declinando e, atualmente, abrange cerca de 1250 toneladas de sulfato de nicotina e 150 toneladas de nicotina, em virtude do alto custo de produção, odor desagradável, extrema toxicidade a mamíferos e atividade inseticida limitada (Junior, 2006).

Terpenoides

Os terpenos abrangem uma grande variedade de substâncias de origem vegetal e sua importância ecológica como defensivos de plantas está bem estabelecida. Vários monoterpenos foram isolados e avaliados quanto à toxicidade frente a diferentes insetos. Esses estudos envolveram α -pineno (1), β -pineno (2), 3-careno (3), limoneno (4), mircenno (5), α -terpineno (6) e canfeno (7) (Figura 1), e alguns resultados estão ilustrados na Tabela 1 (Júnior, 2003).

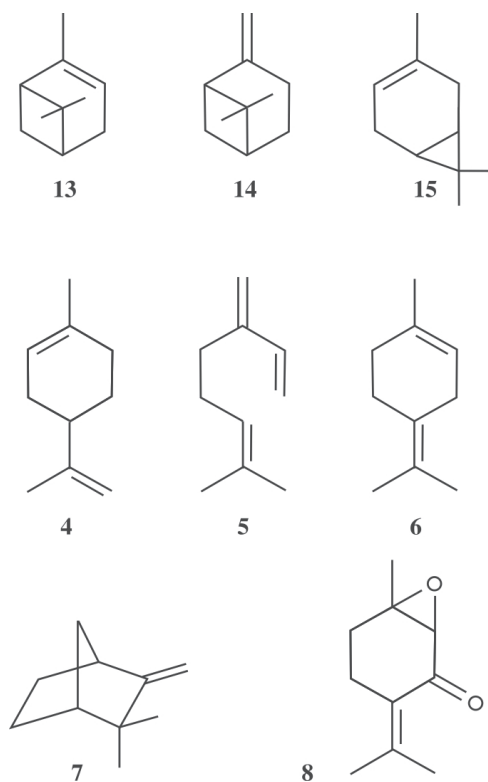


Figura 1. Terpenos.

Tabela 1. Percentual de mortalidade de insetos em 24 horas de exposição aos monoterpenos 1-7.

Insetos	Mortalidade (%)*
<i>Dendroctonus micans</i> : colonizador solitário	Larvas: 0 Adultos: 5-10
<i>Ips typographus</i>	Adultos: 7-20
<i>Rhyzophagus grandis</i> : predador específico de <i>D. micans</i>	zero
<i>Rhyzopagus dispar</i> : predador ocasional de <i>Ips</i>	100
<i>Formica rufa</i>	100
<i>Tenebrio molitor</i>	40-100

* resultados de testes separados com α - e β -pineno, 3-careno, limoneno, mirceno, α -terpineno e canfeno.

No nível inferior, os monoterpenos de estrutura relativamente simples como o limoneno (4), o mirceno (5) e a 1,2-epóxi-pulegona (8) (Figura 1), exercem funções de proteção às plantas que os produzem. Aparentemente, sua ação inseticida seria decorrente da inibição da acetilcolinesterase nos insetos, que é o caso da 1,2-epóxi-pulegona (8), tida como o principal agente inseticida de *Lippiasto e chadifolia* (Verbenaceae). A grande maioria de trabalhos na literatura que se refere à terpenoides superiores, faz referência a observações de atividades como inibidores ou retardadores de crescimento, danos na maturação, redução da capacidade reprodutiva, supressores de apetite, podendo levar os insetos predadores à morte por inanição ou toxicidade direta.

Limonoides

Os limonoides representam o nível máximo na sequência de produção de terpenoides em plantas que normalmente não são atacadas por insetos. Os limonoides são provavelmente, os maiores representantes da classe dos terpenos com atividade inseticida. São conhecidos como meliacinas, devido ao seu sabor amargo e suas principais fontes são espécies das famílias Meliaceae e Rutaceae.

Cerca de 100 triterpenoides têm sido identificados nasementes, madeira, cascas, folhas e frutos de *Azadirachta indica* (Meliaceae). A azadiractina, isolada pela primeira vez por Butterworth e Morgan (Júnior, 2003), e um grupo de outros limonoides estão intimamente associados à ação supressora de apetite ou inibidora de crescimento em insetos e têm sido extensamente estudados, com o objetivo de se conhecer a química, biossíntese, toxicologia e o potencial inseticida desse grupo de compostos (Júnior, 2003).

NIM – Bioprotetor Natural

O Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) é uma árvore da família Meliaceae, originária da Índia, onde foi utilizada durante séculos para controle de insetos pragas, nematoides, alguns fungos, bactérias, na medicina humana e animal, na fabricação de cosméticos, reflorestamento e paisagismo. Atualmente, são extraídos e comercializados compostos químicos ativos sobre mais de 200 espécies de insetos, incluindo também alguns moluscos. Estudos mostram que esses produtos são muito mais seguros que outros de origem sintética, insistentemente utilizados no controle de insetos, e que podem atuar como veneno sobre o sistema nervoso central do homem (Júnior, 2003; EMATER, 2006).

Os extratos de Nim, em especial seu ingrediente ativo mais potente, a azadiractina, inibem a alimentação dos insetos, afetam o desenvolvimento das larvas

e atrasam seu crescimento, reduzem a fecundidade e fertilidade dos adultos, alteram o comportamento, causam diversas anomalias nas células e na fisiologia dos insetos e causam mortalidade de ovos, larvas e adultos, servindo também como um ótimo repelente natural para uso na medicina veterinária, devido a sua eficiência e baixíssima toxicidade (Martinez, 2002).

O óleo de nim é colocado em posição de destaque como uma nova categoria de produtos ecologicamente corretos para a utilização na agricultura. Ele demonstrou ser totalmente isento de efeitos nocivos a todos os animais de sangue quente, peixes e a espécies diferentes de minhocas e demais organismos do solo (Garcia, 2000).

Princípio Ativo

O trabalho pioneiro de Butterworth e Morgan, em 1968 foi motivado por relatos de que o meliantriol, isolado das frutas frescas de *Melia azedarach* L., e o óleo de *Azadirachta indica* eram fagoinibidores de gafanhotos do deserto. A substância inibidora, denominada de azadiractina, não se relacionava ao meliantriol e era dotada de notável atividade fagorepelente. Sua estrutura foi proposta mais adiante por Zanno e colaboradores e finalmente corrigida por Krauset *al.* em 1985 (Júnior, 2003).

Do ponto de vista químico, uma característica comum às espécies da família Meliaceae é a presença de triterpenos oxigenados, conhecidos como meliacinas. Inclui-se, dentre estes, o mais promissor agente antialimentar descoberto até agora, a azadiractina, que está presente nas folhas, frutos e sementes do Nim. Outros compostos, como os triterpenoides, geduninas, nimbim, liminoides, dentre outras substâncias, agem juntamente aumentando a ação inseticida. A semente apresenta em média 467 mg de óleo e 3,6 mg de azadiractina por grama de semente (Neves *et al.*, 2003).

Foram isoladas seis substâncias do óleo do Nim: neemola ($C_{15}H_{30}O_3S$); margosina ($C_{28}H_{48}O_{10}$), glicosídeo; ácido palmítico; ácido oleico, ácido ttradecoico. Também, do óleo do Nim, isolaram-se três princípios ativos: Nimbim (0,1%), Nimbinim (0,01%) e Nimbidim (1,1%) (Neves *et al.*, 2003).

Das flores do Nim, isolou-se Na, K, Ca, Fe, Cl, CO_2 , SO_4 e SiO_2 , além de Nimbosterol ($C_{20}H_{34}O$) (0,03%), glicosídeo Nimbosterim (0,005%), flavonoide Nimbicetim $C_{15}H_6O_2(OH)_4$ (0,05%) e sesquiterpenos (0,5%) (Neves *et al.*, 2003).

A azadiractina assemelha-se a um esteroide tetranortriterpenoide (limonoide). A primeira proposta para a sua fórmula estrutural foi feita em 1972, mas só recentemente foi elucidada sua complicada molécula (Figura 2) (Aguayo, 2002).

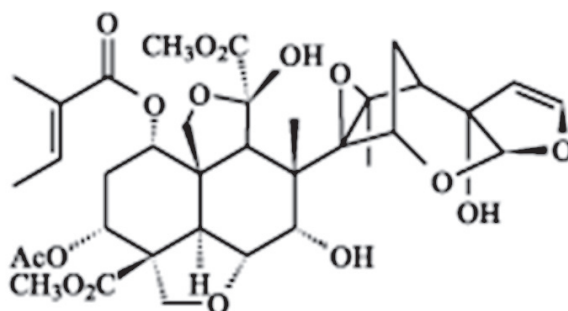


Figura 2. Molécula de azadiractina.

Um marco importante foi o trabalho desenvolvido por um grupo de cientistas do London Imperial College, que sintetizaram dois fragmentos que, conjugados, permitem a obtenção da azadiractina. Foi demonstrado que os dois fragmentos da azadiractina têm atividades inseticidas distintas. A porção decalínica interrompe o crescimento e desenvolvimento do inseto, enquanto que a porção hidroxifurânica mata os insetos por fago-inibição, entretanto essa atividade é menor que da molécula intacta de azadiractina (Figura 3) (Júnior, 2003).

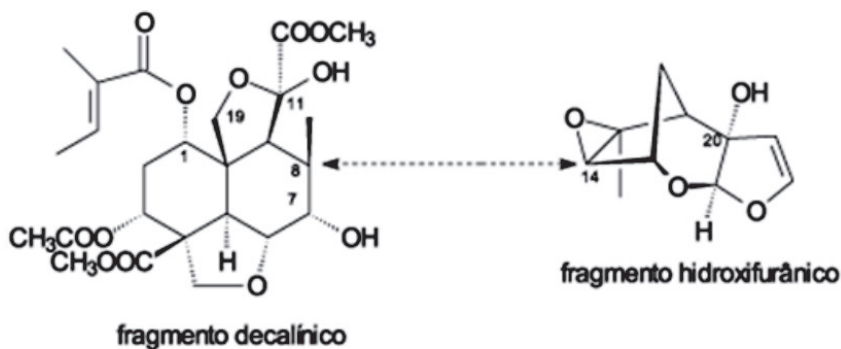


Figura 3. Fragmento decalínico e fragmento hidroxifurânico da molécula de azadiractina.

A molécula de azadiractina é muito complexa e ainda não pode ser sintetizada, assim, todos os produtos que contêm azadiractina são produzidos por extração da planta (Martinez, 2002).

Solúvel em água com álcool, muito sensível aos raios ultravioleta e aos meios mais ácidos ou básicos, a azadiractina apresenta rápida biodegradação, mantendo o efeito antialimentar no máximo por duas semanas. É formado por um grupo fechado de isômeros relacionados denominados AZ-A até AZ-G. O isômero AZ-A é o componente mais importante no que se refere à quantidade no extrato de sementes de Nim (Neves *et al.*, 2003).

Um número considerável de outros componentes foi isolado das sementes do Nim, tais como: solanina, solanol, solanoacetato-3-dia-acetilsolanina, azadiradion, 14-epoxiazaridion, gedunim, Nimbineur e diacetil Nimbinim (Puri, 1999; Neves *et al.*, 2003).

Mecanismos de Ação

A azedaractina pode tornar-se importante no controle de pragas, pois tem largo espectro de ação, é compatível com outras formas de manejo, não tem ação fitotóxica, é praticamente atóxica ao homem e não agride o meio ambiente. Os mecanismos de ação se diferenciam segundo principalmente o organismo a combater, onde a planta só age contra as pragas, preservando seus inimigos naturais (Neves *et al.*, 2003).

Não foram encontrados efeitos tóxicos a animais de sangue quente incluindo pássaros, peixes, minhocas e demais organismos de solo. Em 1985 o E.P.A. (Environment Protection Agency) aprovou o produto comercial Margosan-A, para controle de trips, moscas brancas, minadores de folha, lagartas em geral, pulgas, traças, broca de chifre, baratas, lagartas militares em estufas, viveiros, florestas e residências com base em estudo de toxicidade realizado com essa finalidade. Esse produto é um extrato dos frutos do Nim (Garcia, 2000).

Ação do Nim sobre Insetos

O Nim é utilizado há mais de 2000 anos na Índia para controle de insetos pragas (mosca branca, minadora, brasileirinho, carrapato, lagartas e pragas de grãos armazenados), nematoides, alguns fungos e bactérias. São mais de 413 o número de espécies de insetos pragas de cultivos e criações sensíveis ao Nim estudadas até 1995 por Schmuterer. Destas, existem no Brasil 125 espécies, as quais pertencem as ordens Coleoptera, Díptera, Heteroptera, Homoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Orthoptera, Thysanoptera, Neuroptera e alguns fungos. O Nim também controla várias espécies de nematoides e parasitas de animais (externos e vermes internos) e algumas espécies de fungos e bactérias fitoparasitas (Neves *et al.*, 2003; Junior, 2006).

Na tabela 2, apresenta-se uma relação das espécies de pragas e de agentes causais de doenças de interesse agrícola que mostraram alguma sensibilidade aos extratos de *Azadirachra indica*.

Tabela 2. Pragas e agentes causais de doenças de interesse agrícola.

PRAGAS	AGENTES CAUSAIS	NOME COMUM
COLEOPTERA	<i>Epilachna varivestis</i> <i>Leptinotarsa decemlineata</i> <i>Diabrotica undecimpunctata</i> <i>Diabrotica speciosa</i>	
DIPTERA	<i>Atherigona soccata</i> <i>Liriomyza sativae</i> <i>Liriomyza trifolii</i> <i>Carpophilus hemipterus</i>	mosca-minadora mosca-minadora polinizadores
HEMIPTERA	<i>Dysdercus cingulatus</i> <i>D. flavidus</i> <i>Aieurothrixus floccosus</i> <i>Nephotettix virescens</i> <i>Nilaparvata lugens</i> <i>Brevicoryne brassicae</i> <i>Piesma quadratum</i> <i>Planococcus citri</i> <i>Saissetia nigra</i> <i>Aonidiella aurantii</i> <i>Aonidiella citrina</i> <i>Bemisia tabaci</i> <i>Parasaissetia nigra</i> <i>Aphis gossypii</i> <i>Aphis umbrella</i> <i>Aphididdade</i>	cigarrinha-verde-do-fejeiro pulgão-preto cochonilha vermelha
ISOPTERA	<i>Microtermes sp.</i>	
LEPIDOPTERA	<i>Heliothis zea</i> <i>Heiothis virescens</i> <i>Diaphania nitidalis</i> <i>Plusia peponis</i> <i>Pseudoplusia includens</i> <i>Spodoptera frugiperda</i> <i>Spodoptera ssp.</i> <i>S. litura</i> <i>Agrotis ypsilon</i> <i>Diaphania hyalinata</i> <i>Pieris brassicae</i> <i>Trichoplusia includens</i> <i>Leucinodes orbonalis</i> <i>Mamestra brassicae</i> <i>Cydia pomonella</i> <i>Hypsipyla grandella</i> <i>Manduca sexta</i>	mede palmo do cartucho lagarta rosca broca

continua

PRAGAS	AGENTES CAUSAIS	NOME COMUM
ORTHOPTERA	<i>Schistocerca gregaria</i> <i>Locusta migratoria</i>	
PRAGAS DE GRÃOS ARMAZENADOS	<i>Cryptolestes pulsillus</i> <i>Bruchus chinensis</i> <i>Ephestia cautella</i> <i>Corcyra cephalonica</i> <i>Plutella xylostella</i> <i>Lasioderma serricone</i> <i>Rhizopherta dominica</i> <i>Sitophilus oryzae</i> <i>Sitotroga cerealeila</i> <i>Tribolium confusum</i>	
NEMATOIDES	<i>Meloidogyne incognita</i> <i>Ditylenchus cypei</i> <i>Pratylenchus brachyurus</i>	

Efeito Antialimentar

A azadiractina torna o alimento impalatável aos insetos por ação direta. Interfere nos quimiorreceptores das larvas, pela estimulação de células “deterrentes” específicas, que são células que causam comportamento antagônico à alimentação, situadas nas peças bucais – palpos maxilares e probólide, e também nas extremidades das pernas – nos tarsos (Blaney e Simmonds, 1990).

A essa ação antialimentar direta soma-se uma ação indireta, conhecida como efeito antialimentar secundário, que pode resultar de efeitos tóxicos causados pela azadiractina, mesmo sem que haja contato entre composto e as peças bucais do inseto. Desse modo, o consumo de alimento pode também ser reduzido após tratamento tópico, sobre o corpo, ou injeção de azadiractina na hemocele.

A azadiractina também prejudica a utilização dos nutrientes ingeridos, reduzindo a eficiência de conversão de alimento ingerido e a atividade das enzimas. A azadiractina pode, também, afetar diretamente as células dos músculos do canal alimentar, diminuindo a frequência de contrações e aumentando a flacidez muscular. Em consequência, o crescimento e o desenvolvimento dos insetos, bem como todos os eventos fisiológicos dependentes da alimentação adequada, de sua absorção e transformação no canal alimentar, ficam comprometidos (Tanzubile McCaffery, 1990).

Efeito Regulador de Crescimento

A azadiractina atua interferindo no funcionamento das glândulas endócrinas que controlam a metamorfose em insetos, impedindo o desenvolvimento na fase larval. Os principais hormônios envolvidos na regulação do crescimento dos insetos são os hormônios da ecdise (ecdisona e 20-hidróxi-ecdisona) e o hormônio juvenil (Martinez, 2002).

O efeito inibidor de crescimento ocorre em doses de microgramas e é devido à interferência na regulação neuroendócrina de hormônios nas larvas, atuando principalmente sobre os túbulos de Malpigue e no *corpus cardiacum* do inseto. Nos *corpus cardiacum*, as azadiractinas reduzem o “turnover” do material neuro secretório, fazendo com que os níveis de hormônios morfogenéticos dos insetos jovens e larvas sejam modificados e concomitantemente decresçam após a ingestão de azadiractina. Dessa forma, a metamorfose dos insetos jovens é inibida, assim como a reprodução dos adultos, sendo também conhecidos distúrbios ou inibição no desenvolvimento dos ovos (Júnior, 2003; Morduee Blachwell, 1993). Assim:

a) Pode haver completa inibição da ecdise e esta não se iniciar. Nesse caso, é muito comum que os insetos não morram, porém fiquem inativos por um período geralmente seguido de mortalidade.

b) A ecdise pode ser interrompida, causando a morte do inseto, tanto durante a fase de larva ou ninfa quanto durante o período de pupa.

c) A ecdise pode ser incompleta, produzindo, em caso da transformação de larva para pupa, indivíduos com características intermediárias, presentes em ambos os estágios referidos.

d) A ecdise pode ser imperfeita, causando deformidades de diversas naturezas. Pode deixar partes do tegumento velho, aderidas ao novo ou mutilar extremidades mais delicadas dos insetos, como as peças bucais e os tarsos. Assim, indiretamente, a ecdise imperfeita prejudica a alimentação e a locomoção.

É importante observar-se, pois, que os insetos que sobrevivem à ação do Nim tendem a apresentar anomalias, o que vem a se somar em prejuízos à população, já que esses insetos não têm condições de se alimentar, desenvolver e reproduzir normalmente (Martinez, 2002).

Foi identificada uma acentuada similaridade estrutural entre a ecdisona e a azadiractina, entretanto não está claro se os efeitos sobre essas taxas hormonais são diretos ou indiretos. Algumas evidências indicam que a azadiractina pode bloquear a liberação de várias substâncias localizadas no sistema nervoso central, assim como a formação de quitina, um polissacarídeo que forma o exoesqueleto de insetos, além de impedir a comunicação sexual, causa esterilidade e diminui a mobilidade (Júnior, 2003).

Efeitos sobre a Reprodução

A azadiractina afeta importantes processos relacionados à maturação reprodutiva tanto de machos como de fêmeas, retardando o início do acasalamento e do período de postura. O número de ovos por fêmea pode ser reduzido, em decorrência dos efeitos da azadiractina na síntese de vitelogenina e pela redução na retirada de proteínas do corpo gorduroso pelos oócitos, prejudicando seu desenvolvimento e maturação (Martinez, 2002).

Em machos, afeta a espermatogênese, atrasa o início do período de postura, reduz o número de cópulas, diminui a fecundidade das fêmeas pareadas com machos tratados e pode prevenir totalmente a cópula por inabilidade dos machos em copularem, quando submetidos a concentrações mais elevadas (Martinez, 2002).

Ação Dermal

Penetra através da cutícula dos insetos e inibe a síntese de quitina, provocando desidratação e morte (Garcia, 2000).

Efeito Repelente

Devido às mudanças no comportamento locomotor e estacionário dos insetos, em alguns casos, o acasalamento, assim como a comunicação sexual, é afetado (Garcia, 2000).

Resistência dos Insetos ao Nim

Será extremamente difícil aos insetos desenvolverem resistência aos ingredientes ativos do Óleo de Nim devido ao fato de serem inúmeros (cerca de 40 ingredientes ativos) e da forma como os mesmos atuam. Fica, portanto, extremamente difícil aos insetos desenvolverem qualquer tipo de resistência quando inúmeros mecanismos são afetados ao mesmo tempo (Garcia, 2000).

Utilização no Controle de Pragas

Todas as partes da planta possuem compostos tóxicos aos insetos, porém é no fruto que se encontra a maior concentração de azadiractina. O extrato aquoso de Nim é particularmente ideal para as pragas das culturas agrícolas (Neves *et al.*, 2003). Isso se deve à facilidade de preparação do produto, como descrito a seguir:

- 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;
- sementes moídas (1,5 a 3 kg para 100 litros de água); deixar repousar por 12 horas, coar e pulverizar;

- óleo das sementes (utilizar 250 a 500 ml em 100 litros de água e pulverizar, de acordo com Junior, 2006).

O Óleo de Nim é geralmente apresentado sob a forma de emulsão ou simplesmente na forma de óleo. O óleo é geralmente pulverizado sobre as plantas com pulverizadores costais, ou motorizados. Pode-se usar também atomizadores ou “fog” (geradoras de fumaça) na qual o produto é usado na forma pura sem diluição. No caso de moscas, é comum a preparação de iscas atrativas com açúcar. Aplicações via injeções em troncos de árvores são recomendadas para controle de lagartas minadoras de folha. A pulverização do solo ao redor de árvores e plantas controla traças que completam o seu ciclo no solo no interior de casulos (Garcia, 2000).

O Óleo de Nim tem efeito por contato e sistêmico, pois os ingredientes ativos ficam depositados na superfície das plantas e são absorvidos por elas. Os extratos podem ser absorvidos e conferir uma defesa de dentro para fora (Garcia, 2000).

O Óleo emulsionado de Nim para fins agrícolas é compatível com a maioria dos insumos aplicados na Agricultura Orgânica. Entre os produtos compatíveis, podemos citar o Biofertilizante, o ácido pirolenhoso, alguns fertilizantes foliares à base de Cálcio e Boro. Entretanto, não é recomendada sua aplicação com a Calda Bordaleza ou com a Calda sulfocálcica devido a sua reação alcalina (Garcia, 2000).

Organizações Mundiais

Organizações internacionais como a GTZ, da Alemanha, têm promovido a pesquisa, cultura e difusão do Nim como uma forma de reduzir a utilização de inseticidas sintéticos na agricultura. Um exemplo disso é o Baysiston, da Bayer, que está proibido na Alemanha, mas que continua sendo vendido no Brasil. O Conselho Nacional de Pesquisas (National Research Council) de Washington, EUA, chamou o Nim de “a árvore para resolver os problemas globais”. A FAO (Food and Agriculture Organization) chamou o Nim de “uma das maiores dádivas para a humanidade” (Garcia, 2000).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de inseticidas botânicos como uma estratégia dentro do Manejo de Pragas é promissora, principalmente através da utilização do Nim, todavia, devem ser ampliadas as pesquisas com outros extratos e óleos essenciais, ensaios em condições de campo e estudos de controle de qualidade para viabilizar uma maior adoção desses produtos naturais pelos técnicos e agricultores.

REFERÊNCIAS

- AGUAYO, G. S. 2002. **Insecticidas vegetales**. Disponível em: <<http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/GsilvaSp.htm>> Acesso em: 12 dez.2012
- EMATER, Instituto de Assistência Técnica e Extensão rural do RN. **Nim – Inseticida Orgânico**. Disponível em: <<http://www.emater.rn.gov.br/artigos>>. Acesso em: 24 maio 2006.
- ARRUDA, F.P.; BATISTA, J.L. 1998. Efeito da luz, de óleos vegetais e de cultivares de caupi na infestação do caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista Caatinga**, **11**(1/2):53-57.
- BLANEY, W.M.; SIMMONDS, M.S.J. 1990. A behavioural and electrophysiological study of the role of tarsal chemoreceptors in feeding by adults of *Spodoptera*, *Heliothis virescens* and *Helicoverpa armigera*. **Journal of Insect Physiology**, **36**:43-56.
- GARCIA J.L.M. 2000. **A importância do nim indiano, o bioprotetor natural**. São Paulo: Associação de Agricultura Orgânica de São Paulo. 15p.
- GOTTLIEB, O. R.; MORS, W. B. 1980 Potential utilization of Brazilian wood extractives. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **28**(2):96-215.
- HARBONE, J. B. 1982. **Introduction to ecological biochemistry**. 2.ed. London: Academic Press, 318p.
- HARE, J. D.; MORSE, J. G. 1997. Toxicity, persistence, and potency of sabadilla alkaloid formulations to citrus thrips (Thysanoptera: Thripidae). **Journal of Economic Entomology**, **90**:326-332.
- JÚNIOR, C. V. 2003. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, **26**(3):390-400.
- JUNIOR, H. A. 2006. **Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura**. Campinas, Casa da Agricultura. Disponível em: <<http://www.ceasacampinas.com.br/artigos>>. Acesso em: 24 maio 2006.
- KÉITA, S.M. *et al.* 2001. Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, **37**:339-349.
- MARICONI, F.A. 1963. **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas**. 2.ed. São Paulo: Agron. Ceres, 607 p.
- MARTINEZ, S.S. 2002. **O NIM - natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: IAPAR, 142p.

- MORDUE, A. J.; BLACHWELL, A. 1993. Azadirachtin: an update. **Journal of Insect Physiology**, **39**:903-924.
- NEVES, B. P. *et al.* 2003. **Cultivo e utilização do Nim Indiano**. Circular Técnica n. 62. Santo Antônio-GO: EMBRAPA, 12p.
- PLETSCH, M.; SANT'ANA, A. E. G. 1995. Secondary compound accumulation in plants – The application of plant biotechnology to plant improvement. **Chemistry of Amazon**, **5**:51-64.
- PRIMO YUFERA, E. 1989. Los métodos no contaminantes de la lucha contra las plagas van a provocar un cambio en los tratamientos. **Phytoma España**, **5**:4.
- PURI, H. S. 1999. **NEEM, the Divine Tree**. Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profile, Amsterdam: Harwood Academic Publishers, 182p.
- ROEL, A.R. 2001. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o Desenvolvimento Rural Sustentável. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, **1**(2):43-50.
- SHAPIRO, J. P. 1991. Phytochemicals at the plant-insect interface. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, **17**:191-200.
- SIMAS, N. K. *et al.* 2004. Produtos naturais para o controle da transmissão da dengue – atividade larvicida de *Myroxylon balsamum* (óleo vermelho) e de terpenoides e fenilpropanoides. **Química Nova**, **27**(1):46-49.
- TANZUBIL, P. B.; McCAFFERY, A. R. 1990. Effects of azadirachtin and aqueous neem seed extracts on survival, growth and development of the African armyworm, *Spodoptera exempta*. **Crop Protection**, **9**:383-386.
- VIEIRA, P. C.; FERNANDES, J. B. 1999. **Farmacognosia: da Planta ao Medicamento**. Florianópolis, Porto Alegre: UFSC, UFRGS, 918 p.
- VILLALOBOS, M. J. P. 1996. **Plaguicidas naturales de origen vegetal: estado actual de la investigación**. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 35 p. (Monografías INIA, 92).
- YOSHIDA, H. A.; TOSCANO, N. C. 1994. Comparative effects of selected natural insecticides on *Heliothis virescens* (Lepidoptera, Noctuidae) larvae. **Journal of Economic Entomology**, **87**:305-310.
- ZANG, X. J.; FUKUDA, E. K.; ROSEN, J. D. 1997. Method for the determination of veratridine and cevadine, major components of the natural insecticide sabadilla, in lettuce and cumpers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **45**(5):1758-1761.