

Revisão de Literatura

ATIVIDADE INSETICIDA DO NIM (*Azadirachta indica* A. Juss)

Aldeni Barbosa da Silva

Doutor pelo Dpto. Fitotecnia, UFPB-CCA/Areia, PB. 58397-000. E-mail: silva.aldeni@hotmail.com

Jacinto de Luna Batista

Professor adjunto do Dpto. Fitotecnia, UFPB-CCA/Areia, PB. E-mail: jacinto@cca.ufpb.br

Carlos Henrique de Brito

Professor adjunto do Dpto. Ciências Biológicas, UFPB-CCA/Areia, PB. 58397-000. E-mail: chbrito1@hotmail.com

Resumo: A agricultura intensiva brasileira vem avançando lentamente na busca de tecnologias e processos que minimizem problemas de poluição e degradação dos recursos naturais e que, ao mesmo tempo, ofereçam produtos seguros para a saúde do consumidor final. A preservação e manutenção de inimigos naturais nos agroecossistemas são imprescindíveis para o estabelecimento do controle biológico natural, evitando-se efeitos indesejáveis como seleção de populações de insetos-praga resistentes aos agrotóxicos, aparecimento de pragas secundárias e ressurgência de pragas. Na tentativa de se reduzir impactos ao ambiente causados por produtos sintéticos, vem crescendo o número de pesquisas com produtos naturais, sendo que a planta com atividade inseticida, *Azadirachta indica*, conhecida comumente por nim, é considerada uma das mais importantes em várias partes do mundo. Durante os últimos anos, 25 diferentes ingredientes ativos do nim foram descobertos e pelo menos nove afetam o crescimento ou comportamento dos insetos. Os ingredientes típicos do nim são os triterpenóides, também chamados de limonóides, dos quais a azadiractina, nimbina e salanina são os mais importantes, com efeitos específicos nas diferentes fases de crescimento dos insetos. Diante disso, este trabalho teve como objetivo demonstrar a atividade inseticida no nim sobre insetos-pragas e predadores nos diversos agroecossistemas.

Palavras-chave: meio ambiente, extratos vegetais, controle alternativo, plantas inseticidas

ACTIVIDAD INSECTICIDA DEL NIM (*Azadirachta indica* A. Juss)

Resumen: La agricultura intensiva brasileña viene avanzando lentamente en la búsqueda de tecnologías y procesos que minimicen problemas de polución y degradación de los recursos naturales y que, al mismo tiempo, ofrezcan productos seguros para la salud del consumidor final. La preservación y mantenimiento de enemigos naturales en los agroecossistemas son imprescindibles para el establecimiento del control biológico natural, evitándose efectos indeseables como selección de poblaciones de insectos-plaga resistentes a los agrotóxicos, aparición de plagas secundarias y ressurgência de plagas. En la tentativa de reducirse impactos al ambiente causados por productos sintéticos, viene creciendo el número de investigaciones con productos naturales, siendo que la planta con actividad insecticida, *Azadirachta indica*, conocida comumente por nim, es considerada una de las más importantes en varias partes del mundo. Durante los últimos años, 25 diferentes ingredientes activos del nim fueron descubiertos y por lo menos nueve afectan el crecimiento o comportamiento de los insectos. Los ingredientes típicos del nim son los triterpenóides, también llamados de limonóides, de los cuáles la azadiractina, nimbina y salanina son los más importantes, con efectos específicos en las diferentes fases de crecimiento de los insectos. Delante de eso, este trabajo tuvo como objetivo demostrar la actividad insecticida en el nim sobre insectos-plagas y predadores en los diversos agroecossistemas.

Palabras-llave: medio ambiente, extractos vegetales, control alternativo, plantas insecticidas

INSECTICIDAL ACTIVITY OF NEEM (*Azadirachta indica* A. Juss)

Abstract: Intensive farming Brazilian is slowly advancing in the search for technologies and processes that minimize problems of pollution and degradation of natural resources and at the same time, provide safe products for the health of the consumer end. The preservation and maintenance of natural enemies in agroecosystems are essential for the establishment of natural biological control, avoiding side effects such as selection of populations of insect pests resistant to pesticides, emergence of secondary pests and resurgence of pests. In an attempt to reduce impacts to the environment caused by synthetic products, is increasing the number of studies with natural products, and the plant with insecticidal activity, *Azadirachta indica*, commonly known by neem is considered one of the most important in many parts of the world. In recent years, 25 different active ingredients of neem were discovered and at least nine affect growth or behavior of insects. The typical ingredients of the neem triterpenoids are also called limonoids, which the azadirachtin, nimbina and salanina are most important, with specific effects at different stages of growth of insects. Thus, this study aimed to demonstrate the activity in neem insecticide on insect pests and predators in different agroecosystems.

Keywords: environment, plant extracts, alternative control, plant insecticides

INTRODUÇÃO

A preocupação da sociedade com o impacto da agricultura no ambiente e a contaminação da cadeia alimentar com pesticidas vem alterando o cenário agrícola, resultando na presença de segmentos de mercado ávidos por produtos diferenciados, tanto aqueles produzidos sem uso de pesticidas, como por aqueles portadores de selos de que os pesticidas foram utilizados adequadamente (BETTIOL & GHINI, 2001).

Essas pressões têm levado ao desenvolvimento de sistemas de cultivo mais sustentáveis e, portanto, menos dependentes do uso de pesticidas. O conceito de agricultura sustentável envolve o manejo adequado dos recursos naturais, evitando a degradação do ambiente de forma a permitir a satisfação das necessidades humanas das gerações atuais e futuras (BIRD et al., 1990). Esse enfoque altera as prioridades dos sistemas convencionais de agricultura em relação ao uso de fontes não renováveis, principalmente de energia, e muda a visão sobre os níveis adequados do balanço entre a produção de alimentos e os impactos no ambiente. As alterações implicam na redução da dependência de produtos químicos e outros insumos energéticos e o maior uso de processos biológicos nos sistemas agrícolas (BETTIOL & GHINI, 2001).

A preservação e manutenção de Inimigos Naturais (INs) nos agroecossistemas são imprescindíveis

para o estabelecimento do controle biológico natural, evitando-se efeitos indesejáveis como seleção de populações de insetos-praga resistentes aos agrotóxicos, aparecimento de pragas secundárias e ressurgência de pragas. Permite redução na dependência de pesticidas, acarretando menor contaminação do solo, água, fauna e do próprio homem, além da diminuição dos custos de produção (GRAVENA, 2003).

Na tentativa de se reduzir impactos ao ambiente causados por produtos sintéticos, vêm crescendo o número de pesquisas com produtos naturais, sendo que a planta com atividade inseticida, *Azadirachta indica* A. Juss, conhecida comumente por nim, é considerada uma das mais importantes em várias partes do mundo (MEDINA et al., 2004).

O nim, *A. indica*, árvore da família Meliaceae, é conhecido há séculos, e nas últimas décadas seu estudo tem se difundido devido às substâncias inseticidas presentes nas folhas e frutos. O nim foi usado primeiramente contra pragas caseiras e de armazéns, mas na Índia, seu país de origem, tem uso restrito às pragas da cultura do arroz (VIDIGAL et al. (2007). Segundo Saxena (1993), a pasta do nim tem sido empregada nas culturas do arroz e da cana de açúcar desde 1930 visando o combate à *Diatraea saccharalis* e cupim. Frutos, sementes, óleo, folhas, casca do caule e raízes têm os mais variados usos antimicrobianos, nos distúrbios urinários, diarreias e doenças do couro cabeludo. O óleo e seus isolados inibem

o desenvolvimento de fungos sobre o homem e animais, e a ação antimalárica é atribuída ao gedunine, um limonóide. Tabletes e injeções contendo em suas formulações extratos de nim são usados no tratamento de malária crônica (SAXENA, 1993).

Dentre os mais de 40 terpenóides já identificados na planta que possuem ação contra insetos, a azadiractina é o composto mais eficiente (MORDUE (LUNTZ) & NISBET, 2000; SCHMUTTERER, 1995). Esses compostos apresentam toxicidade extremamente baixa aos vertebrados, e persistência bastante curta no ambiente (CARNEIRO, 2008).

Os compostos bioativos de nim são utilizados na forma de pós, extratos aquosos e/ou orgânicos (metanólico, etanólico, acetônico, clorofórmico, hexânico), óleos e pasta, além de frações parcialmente purificadas e formulações ricas em azadiractina (SAXENA, 1989). O local de origem, idade das sementes e solvente utilizado na extração, pode ocasionar variações nos teores do princípio ativo e na sua atividade biológica (SCHMUTTERER, 1987).

Este trabalho teve como objetivo demonstrar a atividade inseticida no nim sobre insetos-pragas e predadores nos diversos agroecossistemas.

CONSIDERAÇÕES SOBRE PLANTAS INSETICIDAS

A agricultura intensiva brasileira vem avançando lentamente na busca de tecnologias e processos que minimizem problemas de poluição e degradação dos recursos naturais e que, ao mesmo tempo, ofereçam produtos seguros para a saúde do consumidor final. Sem dúvida, o principal eixo das inovações em curso é a procura da redução/eliminação do uso de agrotóxicos e, conseqüentemente, dos seus impactos sócio-ambientais (KITAMURA, 2003).

Este procedimento vem ao encontro do ressurgimento e incentivo à busca de novos inseticidas de origem vegetal, já que a opinião pública retrata os produtos naturais como mais seguros que os sintéticos. Apesar desta afirmação não ser sempre cientificamente comprovada, por outro lado o mercado permite preços especiais para produtos chamados “orgânicos” ou “naturalmente produzidos” (SCHLÜTER, 2006).

Os inseticidas de origem vegetal foram utilizados muito antes do advento dos inseticidas sintéticos, principalmente em países de clima tropical, pela maior incidência de pragas nestas regiões. Sendo que, com o desenvolvimento dos inseticidas sintéticos a partir da II Guerra Mundial, os inseticidas botânicos acabaram sendo deixados de lado já que os inseticidas sintéticos, à primeira vista, se mostraram aparentemente mais eficientes, além de econômicos no controle de insetos (VIEIRA et al., 2001).

Toda planta verde possui certa resistência, pelo menos, contra algum herbívoro. Esta resistência, em sentido amplo, vai desde os mecanismos de escape

temporal, resultantes de assincronismos fenológicos, até a biossíntese de moléculas complexas laterais (NORRIS & KOGON, 1984). Planta resistente é sinal de planta inseticida ou repelente (Vendramin & Castiglioni, 2000), pode-se dizer ainda que planta resistente a um inseto-praga refere-se a um genótipo potencialmente capaz de interagir com o ambiente e produzir um fenótipo que torna inviável a presença da praga como sua consumidora. Este fenótipo nada mais é, em última análise, do que a capacidade das substâncias naturais (determinadas pelos genes de resistência), que agem como inseticidas ou repelentes em relação às pragas (MAIRESSE, 2005).

Do universo das espécies botânicas mais utilizadas atualmente como fonte de aleloquímicos, encontram-se as famílias Meliaceae, Rutaceae, Asteraceae, Annonaceae, Lamiaceae e Canellaceae (JACOBSON, 1989; TRINDADE et al., 2000). Resultados promissores têm elevado as espécies da família Meliaceae a um grau de destaque, tanto pelo número de espécies com atividade inseticida quanto pela eficiência de seus extratos (VENDRAMIM & SCAMPINI, 1997).

Atualmente, dentre as espécies vegetais com atividade inseticida, a mais estudada é o nim, Meliaceae sub-tropical, também conhecida como “Margosa tree” ou “Indian Lilac”, nativa das regiões áridas da Ásia e África, e que se encontra distribuída também na Austrália e América (AHAMED & GRAINGE, 1986; SCHMUTTERER, 1988, 1990; SAXENA, 1989; MORDUE & BLACKWELL, 1993; TRINDADE et al., 2000).

CARACTERÍSTICAS GERAIS DO NIM

As folhas do nim são verdes-escuras, composta, imparipenadas, simples e sem estípulas. Suas flores são hermafroditas, de cor branca, aromáticas com inflorescência densa, pentâmeras, com estames formando tubo. O fruto é uma baga ovalada, com comprimento de 1,5 a 2,0cm. Quando maduro, apresenta polpa de cor amarelada com casca branca. Dependendo do local de plantio, as árvores produzem frutos até duas vezes por ano, com uma produção que varia de 30 a 50 kg por árvore. O início da frutificação ocorre entre o terceiro e quinto ano de idade. As sementes são intermediárias, apresentando bom índice de germinação em substrato arenoso. Elas produzem óleo marrom que contém a substância chamada azaractina e, também, outros componentes potencialmente bioativos, que são eficientes no controle de grãos armazenados. As raízes, do tipo pivotante, atingem até 15m de profundidade, o que lhe confere resistência a seca. As folhas e sementes do nim servem de matéria-prima para fabricação de inseticidas, fertilizantes naturais, produtos medicinais e de higiene, como sabonete, pomada, xampu e creme dental (RADWANSKI & WICKENS, 1981; NEVES & NOGUEIRA, 1996; NEVES, 2004).

A espécie é perenifólia com fuste, normalmente, reto com diâmetro entre 25 a 30 cm, aos 8 anos de idade.

A arquitetura de copa varia de oval a esférica. A madeira, com densidade entre 0,56 a 0,85 g.cm⁻³, é bastante valiosa no mercado internacional. Apresenta cor avermelhada, dura e resistente ao ataque de cupim e ao apodrecimento. O incremento médio anual (IMA) da espécie não ultrapassa os 12 m³.ha.ano. Na Índia, a madeira produzida é usada nas indústrias civil e moveleira (KOUL et al., 1990; HEGDE, 1995; NEVES & NOGUEIRA, 1996; NEVES, 2004).

PRINCÍPIOS ATIVOS DO NIM

Durante os últimos anos, 25 diferentes ingredientes ativos do nim foram descobertos e pelo menos nove afetam o crescimento ou comportamento dos insetos. Os ingredientes típicos do nim são os triterpenóides, também chamados de limonóides, dos quais a azadiractina, nimbina e salanina são os mais importantes, com efeitos específicos nas diferentes fases de crescimento dos insetos. Todas as partes da planta possuem esses ingredientes, porém a composição entre os mesmos depende da região da planta e, portanto, os efeitos dos extratos variam segundo a matéria prima. Geralmente, a concentração desses três ingredientes é mais alta nas sementes, porém dependem das condições ambientais e do tratamento durante o processamento, o despulpamento, a secagem e armazenamento das sementes (CIOCIOLA JR. & MARTINEZ, 2002; MARTINEZ, 2002; MENEZES, 2005).

MECANISMOS DE AÇÃO DO NIM COMO INSETICIDA NATURAL

Nimbina e salanina causam principalmente efeitos repelentes e antialimentar em vários insetos das ordens Coleoptera (adultos), Hemiptera (adultos) e Orthoptera (CHITWOOD, 1992; CIOCIOLA JR. & MARTINEZ, 2002; MARTINEZ, 2002; NEVES et al., 2003; MENEZES, 2005).

A azadiractina e seus derivados causam, geralmente, inibição de crescimento e alteram a metamorfose de larvas de Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera e Diptera e ninfas de Orthoptera. Atua como antialimentar, principalmente em adultos de Coleoptera, Hemiptera e Orthoptera. É também repelente ou deterrente de oviposição e regulador de crescimento em diferentes ordens de insetos (RUSCOE, 1972; REMBOLD et al., 1982; MARTINEZ, 2002).

A repelência de postura foi observada em alguns insetos, como no bicho-mineiro do café, *Leucoptera coffeella*. O óleo emulsionável (1,25 ml/L) e os extratos aquosos de folhas (20%) e de sementes (1,5%) quando pulverizados sobre plântulas de café causam repelência de postura, obtendo-se redução superior a 50% no número de ovos depositados quando comparado com plântulas não pulverizadas com nim (MARTINEZ, 2002).

Sua interferência no sistema neuroendócrino dos insetos é manifestada por uma desordem hormonal em

diferentes etapas do processo de crescimento do inseto, afetando os hormônios da ecdise (ecdisona e 2-hydroxyecdisona) e o hormônio juvenil (MARTINEZ, 2002). Assim, os insetos não são capazes de desenvolver-se de maneira normal e resultam deformações do tegumento, asas, pernas e outras partes do corpo. A maioria desses efeitos pode ser notada nos estágios larval ou ninfal, quando o nim é efetivamente mais ativo.

A azadiractina também pode reduzir a fecundidade das fêmeas e causar esterilidade parcial ou total dos ovos (MARTINEZ, 2002). Quando lagartas de *Anticarsia gemmatalis* são pulverizadas com óleo emulsionável de nim em diferentes concentrações, a fecundidade das fêmeas adultas é levemente reduzida em concentrações acima de 2,25 ml/L, mas a fertilidade é drasticamente afetada, sendo que, não se observa germinação dos ovos depositados pelas fêmeas tratadas com concentração do óleo igual ou superior a 5 ml/L. A eclosão das lagartas de *L. coffeella*, a partir de ovos tratados com solução de óleo emulsionável a 1,25 ml/L, é reduzida em mais de 50% (MARTINEZ, 2002).

Essa substância pode apresentar efeito antialimentar, tornando o alimento impalatável aos insetos, como demonstrado para gafanhotos e lepidópteros. Quando os insetos ingerem a azadiractina, param de comer e morrem depois de vários dias. Também atua como repelente, mantendo os insetos afastados das áreas tratadas com nim (CIOCIOLA JR. & MARTINEZ, 2002; MARTINEZ, 2002; KATHRINA & ANTONIO, 2004).

Os derivados do nim afetam ao redor de 400 espécies de insetos pertencentes às ordens Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, ácaros e nematóides, proporcionando um efetivo controle de várias classes de pragas, entre elas *Bemisia tabaci*, *Liriomyza sativae*, *Spodoptera* spp., *Helicoverpa zea*, *Heliothis virescens* e *Aculops lycopersici*. Estudos realizados em cultivo de tomate, pepino e repolho demonstraram que o extrato aquoso de nim controla com eficiência as larvas de Lepidoptera e insetos sugadores (MENEZES, 2005).

Os Lepidoptera são extremamente sensíveis, e a supressão total da alimentação em lagartas pode ser obtida a concentrações que variam de 0,001 a 50 ppm. Os insetos sugadores (percevejos, cigarrinhas e cochonilhas) apresentam menor vulnerabilidade aos efeitos do nim, mas especificamente aos efeitos hormonais, respondendo a concentrações entre 100 e 500 ppm. Porém, os efeitos repelentes e antialimentares são fortes a moderados (CIOCIOLA JR. & MARTINEZ, 2002; MARTINEZ, 2002; KATHRINA & ANTONIO, 2004; MENEZES, 2005).

A azadiractina pode afetar os insetos tanto por ingestão como por contato, porém, em geral, sua ação por ingestão é significativamente superior. Por exemplo, lagartas do cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda*, pulverizadas com extrato de folhas de nim a 1% (p/v), tiveram mortalidade de 32,2% após 10 dias, enquanto que lagartas da mesma espécie não pulverizadas, porém

alimentadas com folhas de milho tratadas com o mesmo extrato tiveram 87,3% de mortalidade (MARTINEZ, 2002; MENEZES, 2005).

EFEITO SOBRE INSETOS-PRAGAS

Góes et al. (2003), avaliando o efeito de extratos de algumas espécies vegetais no controle de *S. frugiperda* observaram que no décimo dia, houve diferença significativa entre as médias de mortalidade, constatando-se que o extrato de nim (*A. indica*) mostrou-se o mais eficiente no controle de *S. frugiperda*.

Lopez et al. (1998), avaliando a atividade antiforrageamento de vários extratos vegetais, inclusive de nim, utilizando *Kaloterms flavicollis*, observaram que o extrato mostrou elevado efeito antialimentar em concentrações maiores ou iguais a 7 µg/ cm², e uma mortalidade de 100 % após 15 dias, em uma dose de 28 µg/ cm². Do mesmo modo, Grace e Yates (1992), avaliando a preferência alimentar de *Coptotermes formosanus*, impregnaram papel com a formulação comercial Margosan-O contendo óleo de nim, e observaram que os cupins evitaram o papel tratado com 1000 ppm, embora o tratamento contendo 100 ppm tenha causado mortalidade significativa desta espécie de cupim.

De acordo com Castiglione e Vendramim (2003), a formulação comercial nimkol, à base de folhas de nim, foi tóxica para *Heterotermes tenuis* em concentrações de 0,3% de ingrediente ativo, enquanto que em testes de preferência alimentar essa mesma espécie de cupim apresentou repelência ao extrato aquoso de folhas de nim na concentração de 5%.

O nim na forma de óleo e extrato aquoso mostrou ação de contato e ingestão, confirmando efeito repelente, regulador de crescimento e antialimentar, agindo por contato ou ingestão sobre diversas ordens de insetos, incluindo Isoptera (CARVALHO & FERREIRA, 1990). De acordo com Soares et al., (2008), a ação do extrato aquoso e óleo de nim sobre *Nasutitermes corniger* é lenta, causando mortalidade expressiva nessa espécie após 24 horas.

Justiniano et al. (2009) avaliaram a eficácia do óleo de nim no controle do ácaro-da-leprose, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes), em citros, e observaram que o óleo de nim, a partir de 1,5% de v/v, controlou eficientemente *B. phoenicis*, sendo que efeitos significativos de repelência do nim foram observados a partir desta concentração, assim como promoveu a maior quantidade de ácaros aderida ao adesivo, permitindo inferir a ação de repelência do inseticida natural.

Maneguim & Martinez (1998), Gonçalves et al. (2001) e Nakano (2001) observaram redução considerável na sobrevivência de espécies de ácaros, em avaliações realizadas após 24 e 48 horas, através da pulverização de extrato de sementes de nim e óleo emulsionável. Martinez (2003) relata mortalidade de cerca de 67% sobre ninfas e adultos de ácaro-da-leprose, quando pulverizados com 5 ml/L de óleo emulsionável de nim.

Prates et al. (2003) avaliaram a atividade inseticida do extrato aquoso das folhas do nim sobre a lagarta-do-cartucho do milho, em laboratório, e observaram uma CL₅₀ = 2,67 mg mL⁻¹, demonstrando, portanto, que o extrato aquoso das folhas de nim apresentaram efeito inseticida sobre a lagarta-do-cartucho do milho.

Trindade et al. (2000) estudaram o efeito tóxico do extrato metanólico da amêndoa da semente de nim, obtido pelo aparelho de Soxhlet, na mortalidade de ovos e lagartas de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), e observaram que o extrato não afetou a viabilidade dos ovos, embora os valores tenham variado de 51,7% a 80,6%, e que Lagartas recém-eclodidas foram colocadas em tubos contendo um foliolo de tomateiro, previamente imerso em extrato, nas concentrações de 2000; 4000; 6000 e 8000 mg L⁻¹ e acondicionados na câmara climatizada à 27 ± 1°C; UR: 65 ± 10% e fotofase: 12 h. Aos quatro dias, causaram mortalidade de 82, 68, 94,7 e 100%, respectivamente, sendo que, ao sexto dia, todas as concentrações tinham causado 100% de mortalidade da fase larval.

Avaliou-se a bioatividade de extratos aquosos a 3% (p/v) de três meliáceas, *Melia azedarach* L. (frutos verdes), *Trichilia pallida* Swartz (ramos) e *A. indica* (sementes), em relação à mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B, criada em tomateiro, observando-se que o extrato de *A. indica* causou maior mortalidade ninfal, porém, não afetou a duração das fases de ovo e de ninfa, assim como a longevidade e fecundidade (SOUZA & VENDRAMIM, 2000).

Santos et al., (2004) avaliaram os efeitos de extratos aquosos de pó de amêndoas de nim sobre o desenvolvimento, sobrevivência e fecundidade de *Aphis gossypii*, observando que os percentuais de mortalidade durante o período ninfal para os pulgões mantidos sobre discos foliares de algodoeiro imersos nas duas maiores concentrações, foram, respectivamente, 60,0% e 100,0%. Com exceção da maior concentração (1.410,0 mg/100 mL), as demais não prolongaram as fases de desenvolvimento dos pulgões. A taxa líquida de reprodução foi de 35,0 ninfas/fêmea na testemunha e de 0,0 ninfa/fêmea no grupo dos pulgões expostos à concentração de 1.400 mg/100 mL, desde o nascimento.

Estudou-se a potencialidade de um inseticida formulado à base de Azadiractina a 1% para o controle de *Bemisia argentifolii* em meloeiro sob condições de casa de vegetação e de campo, obtendo-se uma resposta progressiva de controle de ninfas em casa de vegetação. No campo, os melhores resultados foram obtidos com do uso de Azadiractina, a 4 e 8 ml/L de calda, com eficiência de 67,83 e 70,13%, respectivamente, para controle de adultos, e Azadiractina a 8,0 ml/L, com eficiência de 88,10% e Azadiractina + Permethrin, cuja eficiência foi de 85,71%, para controle de ninfas (SILVA et al., 2003).

EFEITO SOBRE INSETOS PREDADORES

Silva (2009) estudou os aspectos biológicos e a toxicidade de produtos de origem vegetal a *Euborellia annulipes*, observando que houve relação direta e positiva entre o avanço dos estádios do predador e o aumento da tolerância desses aos extratos botânicos; o extrato de nim aumentou a oviposição por fêmeas de *E. annulipes*; o extrato aquoso de nim possui ação seletiva sobre posturas do predador *E. annulipes*; houve aumento do período ninfal de *E. annulipes* na medida em que se aumentou a concentração de Nim.

Costa et al. (2007) estudaram o efeito da aplicação do óleo da semente de nim no desenvolvimento, sobrevivência e fecundidade do predador *E. annulipes*, e observaram que houve aumento do período ninfal de *E. annulipes* na medida em que se aumentou a concentração de nim; o extrato aquoso de nim nas concentrações utilizadas não afetou a oviposição de *E. annulipes*, mas interferiu no número de ninfas por postura; o efeito toxicológico dos extratos de nim aplicado sobre o adulto teve influência na reprodução à medida que o intervalo entre a aplicação dos extratos e a oviposição do predador diminuiu.

Cosme et al. (2007) avaliaram os efeitos da azadirachtina sobre ovos e larvas de primeiro e quarto instares do predador *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus). Nim-I-Go® (azadirachtina) foi utilizado nas concentrações de 1%, 5% e 10%, correspondendo a 10 mg/L, 50 mg/L e 100 mg/L de azadirachtina, respectivamente. A azadirachtina reduziu a viabilidade de ovos, e a 50 e 100 mg/L foi tóxico para larvas de quarto instar de *C. sanguinea*. Em função da baixa toxicidade apresentada, azadirachtina 10 mg/L apresenta característica favorável para uso em associação com *C. sanguinea*, para o controle de pragas na cultura algodoeira.

Para o crisopídeo *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae), Vogt et al. (1998) relataram que a aplicação de formulações de nim em laboratório provocou alterações na cutícula e músculos dos insetos tratados, mandíbulas mal formadas, desorientação das microfibrilas, destruição das mitocôndrias e fibras musculares mais espaçadas, além de mortalidade.

Mourão et al. (2004) estudaram a toxicidade relativa dos extratos de folha, semente e óleo de torta de nim ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* (Denmark & Muma) (Acari: Phytoseiidae) em laboratório, e observaram que as concentrações dos extratos de nim que mataram 99% de *Oligonychus ilicis*, após 72h de exposição foram: 277,4; 520,9 e 10,9 mg/ml, para folha, semente e óleo de torta, respectivamente. A concentração discriminatória do extrato de óleo de torta de nim para fêmeas adultas de *O. ilicis* foi altamente tóxica ao ácaro *I. zuluagai*, as dos extratos de folha e de semente foram seletivos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os métodos de controle de insetos-praga, o uso de produtos químicos causa inúmeras consequências negativas sobre a fauna benéfica, a ressurgência de pragas, e sobre a contaminação do ambiente, além de ocasionar o desenvolvimento de populações resistentes, desequilíbrio biológico, efeitos prejudiciais ao homem e outros animais (Kogan, 1998), fazendo-se, portanto, necessária à busca de alternativas que minimizem os efeitos adversos dos agrotóxicos sobre o meio ambiente.

A utilização de produtos de origem vegetal constitui-se numa alternativa segura para o uso inadequado de agrotóxicos. Devido aos inúmeros resultados obtidos com a utilização do nim, este representa uma alternativa potencial a ser explorada pelos agricultores na produção de produtos sem a presença de resíduos químicos, e com um custo bem mais reduzido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHAMED, S.; GRAINGE, M. Potential of the neem tree (*Azadirachta indica*) for pest control and rural development. **Economic Botany**, v. 40, p. 201-209, 1986.
- BETTIOL, W.; GHINI, R. Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos. 2001, p. 1-13. In: MICHEREFF, S. J.; BARROS, R. **Proteção de Plantas na Agricultura Sustentável**. Recife: UFRPE, 2001, 368 p.
- BIRD, G. W.; EDENS, T.; DRUMMOND, F.; GRODEN, E. Design of pest management systems for sustainable agriculture. In: Francis, C.A.; Flora, C.B.; King, L.D. (Eds.) **Sustainable agriculture in temperate zones**. New York: John Wiley & Sons, 1990. p.55-110.
- CARNEIRO, S. M. T. P. G. Efeito do Nim (*Azadirachta indica*) sobre Oídio e Antracnose. **Informe da Pesquisa nº 155**, IAPAR, agosto, 2008.
- CARVALHO, S. M.; FERREIRA, D. T. Santabárbara contra a vaquinha. **Ciência Hoje**, v.11, n.65, p.65-67, ago. 1990.
- CASTIGLIONI, E.; VENDRAMIM, J. D. Evaluación de repelencia de *Heterotermes tenuis* (Isoptera, Rhinotermitidae) a derivados de meliáceas. **Agrociencia**, v.7, n.1, p.52-58, 2003.
- CHITWOOD, D. J. Nematicidal compounds from plants. In: NIGG, H. N.; SEIGLER, D. (Ed.). **Phytochemical resources for medicine and agriculture**. New York: Plenum, 1992. p. 185-204.

- CIOCIOLA Jr., A. I.; MARTINEZ, S. S. **Nim: alternativa no controle de pragas e doenças**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. 24 p.
- COSME, L. V.; CARVALHO, G. A.; MOURA, A. P. Efeito de inseticidas botânico e sintéticos sobre ovos e larvas de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae) em condições de laboratório. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.74, n.3, p. 251-258, jul./set., 2007.
- COSTA, N. P.; OLIVEIRA, H. D.; BRITO, C. H.; SILVA, A. B. Influência do nim na biologia do predador *Euborellia annulipes* e estudos de parâmetros para sua criação massal. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 2, 2007.
- GÓES, G. B.; NERI, D. K. P.; CHAVES, J. W. N.; MARACAJÁ, P. B. Efeito de extratos vegetais no controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Caatinga**, v. 16, n. 1/2, p. 47-49, 2003.
- GONÇALVES, M. E. C.; OLIVEIRA, J. V.; BARROS, R.; TORRES, J. B. Efeito de extratos vegetais sobre estágios imaturos e fêmeas adultas de *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae). **Neotropical Entomology**, Piracicaba, v. 30, n. 2, p. 305-309, 2001.
- GRACE, J. K.; YATES, J. R. Behavioural effects of a neem insecticide on *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Tropical Pest Management**, v.38, n.2, p.176-180, 1992.
- GRAVENA, S. O controle biológico na cultura algodoeira. **Informe Agropecuário**, v.9, n.1, p.3-15. 2003.
- HEGDE, N. G. Neem and small farmers: constraints at grass root level. **The Indian Forester**, v. 121, n. 11, p. 1040-1048, 1995.
- JACOBSON, M. Focus on phytochemical pesticides, v. 1: **The Neem Tree**. CRC Press, Boca Raton, FL. 178p. 1989.
- JUSTINIANO, W.; PEREIRA, M. F. A.; AMORIM, L. C. S.; MACIEL, C. D. G. Eficiência do óleo de Neem no Controle do Ácaro da Leprose dos Citros *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 1, p. 38-42, jan./mar. 2009.
- KATHRINA, G. A.; ANTONIO, L. O. J. Controle biológico de insectos mediante extractos botânicos. In: CARBALL, M.; GUAHARAY, F. (Ed.). Control biológico de plagas agrícolas. Managua: CATIE, 2004. p. 137-160. (Serie Técnica. Manual Técnico/CATIE, 53).
- KITAMURA, P. C. Agricultura sustentável no Brasil: avanços e perspectivas. **Ciência & Ambiente**, 27ª ed., p. 7-28, 2003.
- KING, L. D. (Eds.) Sustainable agriculture in temperate zones. New York: John Wiley & Sons, 1990. p. 55-110.
- KOGAN, M. Integrate pest management historical, perspectives and contemporary developments. **Annual Review Entomology**. v. 43, p. 243-270, 1998.
- KOUL, O.; ISMAN, M. B.; KETKAR, C. M. Properties and uses of neem, *Azadirachta indica*. **Canadian Journal of Botany**, v. 68, n. 1, p. 1-11, 1990.
- LOPEZ, M. A.; OCETE, R.; CHI, D.; DARVAS, B.; COLL, J. Antifeedant effect of several botanic extracts on *Kaloterme flavicollis* Fabr. (Isoptera: Kalotermitidae). **Boletín de Sanidad Vegetal**, v.24, n.1, p.11-22, 1998.
- MAIRESSE, L. A. S. **Avaliação da bioatividade de extratos de espécies vegetais enquanto excipientes de aleloquímicos**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de Santa Maria, Santa Maria, 2005, 330p.
- MARTINEZ, S. S. **O nim, *Azadirachta indica* – Natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: IAPAR, 2002. 142 p.
- MARTINEZ, S. S. O uso do Nim no café e em outras culturas. **Agroecologia Hoje**, Botucatu, v. 4, n. 21, p. 13-14, 2003.
- MEDINA, P.; BUDIA, F.; DEL ESTAL, P.; VINUELA, E. Influence of azadirachtin, a botanical insecticide, on *Chrysoperla carnea* (Stephens) reproduction: toxicity and ultrastructural approach. **Journal of Economic Entomology**, v.97, n.1, p.43-50, 2004.
- MENEGUIM, A. M.; MARTINEZ, S. S. Avaliação da eficiência de extratos de neem (*Azadirachta indica*) no controle de ácaros. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 17., 1998. **Resumos...** Rio de Janeiro: Sociedade Entomológica do Brasil, 1998. p. 1053.
- MENEZES, E. L. A. Inseticidas Botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. **Documentos 205**, Embrapa, Seropédica/RJ, 2005.
- MORDUE, A. J.; BLACKWELL, A. Azadirachtin: an update. **Journal Insect of Physiology**, v. 39, n. 11, p. 903-924, 1993.
- MORDUE, A. J. & NISBET, A. J. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 4, p. 615-632, 2000.

- MOURÃO, S. A.; SILVA, J. C. T.; GUEDES, R. N. C.; VENZON, M.; JHAM, G. N.; OLIVEIRA, C. L.; ZANUNCIO, J. C. Seletividade de Extratos de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) ao Ácaro Predador *Iphiseiodes zuluagai* (Denmark & Muma) (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, v.33, n. 5, p. 613-617, 2004.
- NAKANO, O. Emprego do nim visando ao controle dos ácaros *Tetranychus urticae* e *Tetranychus telarius*. In: **Nim: o protetor natural múltiplo**. Piracicaba: ESALQ, 2001.
- NEVES, B. P.; NOGUEIRA, J. P. M. Cultivo e utilização do nim indiano no Brasil. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1996. 32p. (Embrapa-CNPAP. Circular Técnica, 28).
- NEVES, B. P.; OLIVEIRA, I. T.; NOGUEIRA, J. C. M. Cultivo e utilização do nim indiano. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA/CNPAP, 2003. 12 p. (**Circular Técnica, 62**).
- NEVES, E. J. M.; Importância dos fatores Edafoclimáticos para uso do Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) em Programas Florestais e Agroflorestais nas diferentes regiões do Brasil. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, n. 49, p. 99-107, jul./dez. 2004.
- NORRIS, D. M.; KOGAN, M. **Bases bioquímicas y morfológicas de la resistência**. In: Mejoramiento de Plantas Resistentes a Insectos. Editorial Limusa S. A., D. F., p. 43-80, 1984.
- PRATES, H. T.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. Atividade de extrato aquoso de folhas de nim (*Azadirachta indica*) sobre *Spodoptera frugiperda*. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 437-439, mar. 2003.
- RADWANSKI, S. A.; WICKENS, G. E. Vegetative fallows and potential value of the neem tree (*Azadirachta indica*) in the tropics. **Economic Botany**, v. 35, n. 4, p. 398-414, 1981.
- REMBOLD, H.; SHARMA, G. H.; CZOPPELT, C. H.; SCHMUTTERER, H. Azadirachtin: a potent insect growth regulator of plant origin. **Zoological Angew Entomology**, Humburg, v. 93, p. 12-17, 1982.
- RUSCOE, G. N. E. Growth disruption effects of an insect antifeedant. **Nature New Biology**, New York, v. 236, p. 159-160, 1972.
- SANTOS, T. M.; COSTA, N. P.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Effect of neem extract on the cotton aphid. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.11, p.1071-1076, nov. 2004.
- SAXENA, R. C. Inseticides from Neem. In: ARNASON, J. T.; PHILOGENE, B. J. R.; MORAND, P. (Ed.) **Inseticides of plant origin**. Washington: ACS, cap.9, p.110-129, 1989.
- SAXENA, R. C. Scope of nim for developing countries. In: WORLD NIM CONFERENCE SOUVENIR, 1993, Bangalore. **Proceedings...** Bangalore: [s.n.], 1993. p. 24-28.
- SCHLÜTER, M. A. **Avaliação de extratos vegetais no controle de *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) sob diferentes pressões populacionais a campo**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de Santa Maria, Santa Maria, 2006, 77p.
- SCHMUTTERER, H. Insect growth-disrupting and fecundityreducing ingredients from the neem and chynaberry trees. In: MORGAN, E.D.; MANDAVA, N.B. **CRC Handbook of natural pesticides: insect growth regulators; Part B**. Boca Raton: CRC Press, 1987. v.3, p.119-167.
- SCHMUTTERER, H. Potential of Azadirachtin-containing pesticides for integrated pest control in developing and industrialized countries. **Journal of Insect Physiology**, v. 34, n. 7, p. 713-719, 1988.
- SCHMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticides from the nim tree, *Azadirachta indica*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 35, p. 271-297, 1990.
- SCHMUTTERER, H. (Ed.). **The neem tree *Azadirachta indica* A. Juss. and other meliaceous plants**. Weinheim: VCH, 1995. 696 p.
- SILVA, L. D.; BLEICHER, E.; ARAÚJO, E. C. Eficiência de Azadiractina no controle de mosca-branca em meloeiro sob condições de casa de vegetação e de campo. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 198-201, 2003.
- SILVA, A. B. **Aspectos biológicos e toxicidade de produtos de origem vegetal a *Euborellia annulipes***. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências Agrárias, Areia, 122 p., 2009.
- SOUZA, A. P.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de extratos aquosos de meliáceas sobre *Bemisia tabaci* biótipo B em tomateiro. **Bragantia**, v. 59, n. 2, p. 173-179, 2000.
- SOARES, C. G.; LEMOS, R. N. S.; CARDOSO, S. R. S.; MEDEIROS, F. R.; ARAÚJO, J. R. G. Efeito de óleos e extratos aquosos de *Azadirachta indica* A. Juss e

Cymbopogon winterianus Jowitt sobre *Nasutitermes corniger* Motschuls (Isoptera: Termitidae). **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 50, p. 107-116, 2008.

TRINDADE, R. C. P.; MARQUES, I. M. R.; XAVIER, H. S.; OLIVEIRA, J. V. Extrato Metanólico da Amêndoa da semente de Nim e a Mortalidade de Ovos e Lagartas da Traça-do-Tomateiro. **Scientia Agricola**, v.57, n.3, p.407-413, jul./set. 2000.

VENDRAMIM, J. D.; SCAMPINI, O. Efeito de extratos aquoso de *Melia azedarach* sobre o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em dois genótipos de milho. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 72, n. 2, p.159-176, 1997.

VENDRAMIM, J. D.; CASTIGLIONI, E. **Aleloquímicos, resistência de plantas e plantas inseticidas**. In: Bases e técnicas do manejo de insetos. Santa Maria, Editora Pallotti, p. 113-128, 2000.

VIDIGAL, D. S.; BRASILEIRO, B. G.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; BHERING, M. C. Germinação e morfologia do desenvolvimento pós-seminal de sementes de nim-indiano (*Azadirachta indica* A. Juss. – Meliaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 39-46, 2007.

VIEIRA, P. C.; MAFEZOLI, J.; BIAVATTI, M. W. **Inseticidas de origem vegetal**. In: FERREIRA, J. T. B.; CORREA, A. G.; VIEIRA, P. C. Produtos naturais no controle de insetos. São Carlos: EduFSCAR, 176 p., 2001.

VOGT, H.; GONZALEZ, M.; ADAN, A.; SMAGGHE, G.; VINUELA, E. Efectos secundarios de la azadiractina, vía contacto residual, en larvas jóvenes del depredador *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera, Chrysopidae). **Boletín de Sanidad Vegetal de Plagas**, v.24, n.1, p. 67-78, 1998.