

Belmiro Pereira das Neves
João Carlos Mohn Nogueira



CULTIVO E UTILIZAÇÃO DO NIM INDIANO

(*Azadirachta indica* A. Juss)

Embrapa



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

CULTIVO E UTILIZAÇÃO DO NIM INDIANO
(Azadirachta indica A. Juss)

Belmiro Pereira das Neves
João Carlos Mohn Nogueira

Embrapa-CNPAF
Área de Publicações e Audiovisuais
Goiânia, GO
1996

Embrapa-CNPAF. Circular Técnica, 28.

Comitê de Publicações

Luis Fernando Stone (Presidente)
Evane Ferreira
Massaru Yokoyama
Luiz Roberto Rocha da Silva (Secretário)

Supervisão Gráfica e Editorial

Marina Biava

Digitação

Sinábio de Sena Ferreira
Fabiano Severino

Programação Visual

Sebastião José de Araújo

Normalização Bibliográfica

Marina Biava

Tiragem: 3.000 exemplares.

NEVES, B. P. das. **Cultivo e utilização do nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss)**, por Belmiro Pereira das Neves e João Carlos Mohn Nogueira. Goiânia: Embrapa-CNPAF-APA, 1996. 32p. (Embrapa-CNPAF. Circular Técnica, 28).

ISSN 0100-8382.

1. Nim - Cultivo. 2. Nim - Usos. I. Nogueira, João Carlos Mohn, colab. II. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Goiânia, GO). III. Título. IV. Série.

CDD 633.88325

APRESENTAÇÃO

O uso indiscriminado de inseticidas químicos, tanto na agricultura como na pecuária, está sendo questionado em nível mundial. Todos estão à busca de alimentos mais naturais, com menos resíduos de agrotóxicos prejudiciais à saúde humana.

Neste sentido, têm-se procurado alternativas econômicas, visando reduzir o emprego desordenado de pesticidas químicos, substituindo-os por produtos naturais, menos tóxico e menos agressivo ao homem e ao meio ambiente. Desta forma, surge a planta denominada NIM INDIANO (*Azadirachta indica* A. Juss), cujas propriedades inseticidas e medicinais são conhecidas pela população da Índia há vários séculos.

Esta Circular Técnica, ao apresentar a tecnologia de cultivo e as várias formas de utilização desta planta, divulga o resultado das pesquisas desenvolvidas neste Centro e em outras instituições internacionais, trazendo uma ampla revisão bibliográfica na área científica mundial.

Espera-se, com esta publicação, oferecer aos produtores rurais, em nível local e nacional, subsídios para a utilização do NIM INDIANO como opção de controle das pragas, com baixo custo e sem risco de toxicidade para o homem e o meio ambiente.

Homero Aidar
Chefe Embrapa-CNPAF

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. NIM INDIANO	9
2.1. Origem e Descrição Botânica	9
2.2. Clima e Solo	11
2.3. Métodos de Produção de Mudas	11
2.3.1. Formação de mudas a partir de sementes	11
2.3.2. Semeadura em canteiros e repicagem de mudas	11
Semeadura direta em recipientes	12
Cultura de tecidos	13
3. TÉCNICAS DE CULTIVO	13
3.1. Preparo do Solo	13
3.2. Espaçamento	13
3.3. Coveamento ou Sulcamento	14
3.4. Plantio	14
3.5. Tratamento Fitossanitário - Combate às Formigas	14
3.6. Colheita	15
3.7. Secagem dos Frutos	16
4. POTENCIAL DE USO DA PLANTA	17
4.1. Uso Medicinal	17
4.2. Indústria de Cosméticos	18
4.3. Como Fertilizante	18
4.4. Produção e Utilização de Biomassa	19
4.5. Emprego em Reflorestamento	20
4.6. Como Fonte de Inseticida	20
5. COMPOSIÇÃO QUÍMICA	22

6. MECANISMOS DE AÇÃO	23
6.1. Ação Repelente e Antialimentar	23
6.2. Ação Sobre o Crescimento e a Metamorfose	26
6.3. Ação Sobre a Fecundidade e a Esterilização	26
6.4. Efeito Sobre o Ciclo Biológico	27
7. UTILIZAÇÃO NO CONTROLE DE PRAGAS	27
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

CULTIVO E UTILIZAÇÃO DO NIM INDIANO

(*Azadirachta indica* A. JUSS)

Belmiro Pereira das Neves¹
João Carlos Mohn Nogueira²

1. INTRODUÇÃO

O mundo assiste hoje a uma reformulação no modo de vida. Valores naturais e ecológicos retornam com grande força, na determinação de novos preceitos, em todas as áreas do conhecimento científico e na vida cotidiana das pessoas. Na alimentação, produtos de boa qualidade com menos agrotóxicos são exigências constantes da população mais esclarecida, que procura uma vida mais saudável. Corantes, aromatizantes, flavolizantes e conservantes naturais têm sua procura aumentada.

Na medicina, produtos originários de plantas ocupam um espaço cada vez maior na terapêutica. Todas essas necessidades envolvem cifras de bilhões de dólares anualmente e sua demanda tem sido crescente.

A ciência moderna verificou que certos vegetais possuem substâncias tóxicas que somente têm ação sobre os animais de sangue frio, não apresentando perigo algum para o homem e demais animais de sangue quente (Cunha, 1945).

Após a segunda grande guerra, a agricultura passou a ser uma atividade de interesse fundamental na economia dos povos. Até então, a única forma de combater as pragas agrícolas que se conhecia era através de plantas inseticidas.

Com o fim da segunda guerra mundial, os agrotóxicos, antes utilizados para combater homens e desinfetar áreas de invasão, foram rebatizados e passaram a se chamar defensivos, para serem empregados em larga escala no controle das pragas agrícolas (Corradeio, 1988).

¹ Pesquisador, Dr., Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Caixa Postal 179, CEP 74001-970 Goiânia, GO.

² Extensionista Rural, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Goiás (Emater-GO).

Atualmente, em todo o mundo, o combate às pragas vem sendo feito através de aplicação de inseticidas principalmente organossintéticos. Somente o emprego desse método, entretanto, não está conseguindo reduzir as perdas, apesar da grande quantidade anualmente despejada nas lavouras. Segundo dados do Anuário... (1987), este volume chegou a 21.142 toneladas de ingredientes ativos.

Apesar de o uso de inseticida ser benéfico dentro do manejo integrado de pragas, a falta de conhecimento sobre o seu manuseio adequado e o número de pulverizações cada vez maiores, com dosagens excessivas, podem contribuir para proporcionar efeitos maléficos, como contaminações do solo e da água, destruição dos insetos benéficos à vida selvagem, envenenamento do homem e animais domésticos, além de causar problemas de resíduos aos produtos agrícolas e desenvolver resistência das pragas. Pelo menos 504 espécies de artrópodes têm desenvolvido resistência para um ou mais inseticida (Georghiou & Lagunes-Tejeda, 1991).

Por estas razões, é necessário que os agentes de controle das pragas sejam específicos, biodegradáveis e menos sujeitos ao inseto, para tornarem-se resistentes, e menos dispendiosos (Saxena, 1993).

Além disso, o acervo bibliográfico a respeito das plantas inseticidas praticamente ficou estacionado desde os anos 40, época em que eram bastante desenvolvidos o comércio e a pesquisa de rotenona e de outras plantas com as mesmas propriedades (Corradeio, 1988).

Vários pesquisadores e institutos trabalham para desenvolver fórmulas e métodos que permitam a utilização crescente dos inseticidas de origem vegetal. Em Honolulu, no Havaí, o botânico Salen Ahmed coordena um projeto para o qual catalogou e iniciou o estudo sistemático de 2 mil plantas, que são reconhecidas como tóxicas para diversos insetos (Corradeio, 1988).

São inúmeras as plantas possuidoras de poderes inseticidas, fungicidas e raticidas, que deveriam não apenas ser pesquisadas em profundidade como também introduzidas nas propriedades agrícolas como fonte alternativa no controle de pragas. 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*), que, além de nematicida, é repelente de pulgões;

- . Timbó (*Lonchocarpus utilis* L.), cujo princípio ativo é um alcalóide, a rotenona, que é tóxica a animais de sangue frio; e
- . Nim (*Azadirachta indica*), que é o objeto desta revisão e cujas propriedades inseticidas e nematicidas já foram comprovadas em nível de laboratório e campo.

2. NIM

2.1. Origem e Descrição Botânica

O nim ou margosa (*Azadirachta indica* A. Juss), syn *Antelara azadirachta*, *Melia azadirachta* L., é uma planta que pertence à família Meliaceae (Figura 1), de origem asiática, natural de Burma e das regiões áridas do subcontinente indiano, onde existem, aproximadamente, 18 milhões de árvores (Chopra, 1958; Saxena, 1993).



FIG. 1. Árvore do nim.

É uma planta muito resistente e de crescimento rápido, que alcança, normalmente, de 10 a 15 m de altura e, dependendo do tipo de solo e das condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da planta, pode atingir até 25 m (Schmutterer, 1990). O sistema radicular atinge 15 m de profundidade. Sua madeira é avermelhada, dura e resistente (Kock, 1990).

As folhas são verde-escuras, compostas e imparipinadas, com freqüências aglomeradas nos extremos dos ramos, simples e sem estípulas. As flores são de coloração branca (Figura 2) e aromáticas, reunidas em inflorescências densas (cimas agrupadas em panículas), com os estames crescentes formando um tubo (por união dos filamentos) actinomórficas, pentâmeras e hermafroditas (Lopes, 1993). O fruto é uma baga ovalada (Figura 3), com 1,5 a 2,0 cm de comprimento, e quando maduro apresenta polpa amarelada e casca (tegumento) branca dura contendo um óleo marrom no interior de uma semente ou, raramente, em duas (Kock, 1990).

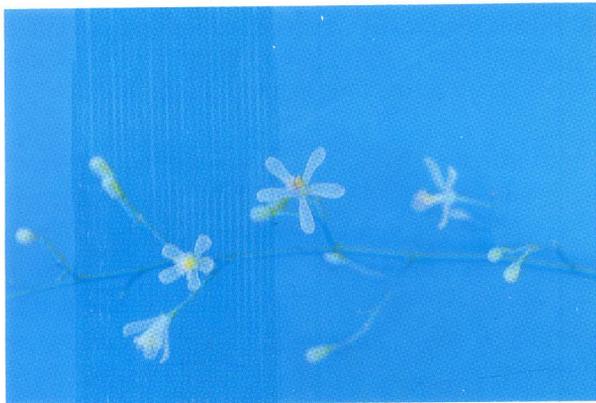


FIG. 2. Inflorescência do nim.



FIG. 3. Fruto maduro do nim.

2.2. Clima e Solo

A planta prefere climas tropicais com precipitação pluviométrica anual entre 400 a 800 mm. É resistente a longos períodos secos e floresce até mesmo em solos secos e pobres em nutrientes. É tolerante a altas temperaturas, inclusive acima de 44°C por curtos períodos. Não tolera geadas e, caso ocorram temperaturas abaixo de 8°C, o seu crescimento é interrompido (Kock, 1990).

Não é exigente em solos, porém não tolera locais encharcados e salinos (Schmutterer, 1990).

2.3. Métodos de Produção de Mudas

A produção de mudas de nim nas regiões produtoras é efetuada através de sementes oriundas de plantas previamente selecionadas, isentas de patógenos. Contudo, os métodos de enraizamento de estacas e o de cultura de tecidos são utilizados em menor escala.

2.3.1. Formação de mudas a partir de sementes

Dependendo das condições climáticas da região, da disponibilidade de mão-de-obra e da quantidade e qualidade das sementes disponíveis, a produção de mudas pode ser feita em canteiros para repicagem posterior ou em recipientes, por semeadura direta.

2.3.2. Semeadura em canteiros e repicagem de mudas

Esta técnica, no caso específico do nim, é pouco utilizada, salvo em raríssima situação. O desuso dessa tecnologia é atribuído aos elevados custos e aos cuidados especiais requeridos no manuseio das mudas, principalmente para evitar danos e deformações no sistema radicular, que podem resultar em perdas imediatas no viveiro ou em perdas posteriores no campo. Além disso, esse método exige, também condições climáticas adequadas, como dias frescos e nublados, para o transplantio em recipientes definitivos, pois as plantas recém-germinadas tendem a muchar durante esta operação.

2.3.3. Semeadura direta em recipientes

A semeadura direta em recipientes tem sido o método mais empregado, principalmente pela eliminação da operação de confecção de canteiro para semeadura, redução do prazo para produção da muda, diminuição de perdas por doenças fúngicas devido à menor concentração por unidade de área, produção de mudas com sistema radicular de melhor conformação e, finalmente, produção de mudas com menor custo unitário.

Nesse processo, utiliza-se o enviveiramento das mudas, cumprindo-se os procedimentos descritos a seguir.

Deve-se escolher um terreno que tenha boa drenagem, não sujeito a encharcamento e próximo a uma fonte de água. As embalagens utilizáveis para o semeio podem ser sacos de polietileno, de 11 x 20 cm, que devem ser perfurados para a drenagem da água. O enchimento desses recipientes pode ser feito com terra do subsolo, isenta de sementes de ervas daninhas e microrganismos patogênicos. Esta característica elimina a necessidade de se proceder à desinfestação, concorrendo para diminuir os custos de produção das mudas. Geralmente, o subsolo contém níveis baixos de nutrientes que podem ser corrigidos com fertilização mineral.

Quanto às propriedades físicas, o substrato deverá ser, de preferência, argilo-arenoso, a fim de que, retirado o saco plástico no plantio, o bloco com a muda não desintegre facilmente, ocasionando perdas de mudas no campo.

Antes de ser colocada dentro dos sacos plásticos, a terra geralmente é passada em peneiras de 1,0 m de largura e 2,0 m de comprimento, e malhas de 1,5 cm. Para facilitar esta operação, são instaladas em cavaletes com inclinação em torno de 45°C.

O enchimento das embalagens pode ser feito manualmente, com auxílio de pás, funis ou moegas, cujo rendimento é superior ao dos métodos anteriores. Mas, para o bom rendimento desta operação, é imprescindível que a terra peneirada esteja bem seca.

Durante o transporte das embalagens para o local do encanteiramento, é comum a perda parcial do substrato, que deverá ser suplementado para que o volume total seja complementado. A não observância de tal procedimento resulta no fato de que, efetuada a irrigação dos canteiros, as bordas dos sacos tendem a dobrar-se e permanecer nessa posição, impedindo a germinação. Segundo Kock (1990) e Saxena (1993), outros fatores estão condicionados à manutenção da viabilidade das sementes por um período de seis a oito semanas, desde que elas estejam limpas e secas e a temperatura esteja na faixa de 23 a 25°C.

2.3.4. Cultura de tecidos

Esta técnica ainda é pouco usada no cultivo do nim mas, bastante promissora, em virtude de possibilitar a obtenção de grande número de plantas através do envolvimento dos propágulos, num curto espaço de tempo, em áreas reduzidas de laboratório. Além disso, permite que se projete com precisão a entrega futura de mudas prontas para o plantio na quantidade e época desejadas.

3. TÉCNICAS DE CULTIVO

3.1. Preparo do Solo

Apesar da grande rusticidade das espécies pertencentes às famílias das Meliaceae, as plantas respondem positivamente em solos bem-preparados, principalmente nas áreas sob vegetação de cerrado.

A operação, quando possível, deve ser mecanizada e constituída de aração e gradagem. Pode-se também efetuar apenas a gradagem pesada, seguida de uma leve, com o objetivo de homogeneizar e desterroar o solo. É importante que pelo menos uma camada de 15 a 20 cm de profundidade seja revolvida.

Caso essa operação não seja possível, pode-se proceder apenas à abertura de covas, que devem ter, no mínimo, 40 x 40 x 40 cm.

3.2. Espaçamento

A escolha do espaçamento está condicionada aos objetivos propostos para a exploração do nim. Dessa forma, se o desejável é madeira mais fina e de menor porte, e em um ciclo mais curto, podem-se adotar espaçamentos menores, ou seja, 2 x 2 m ou 3 x 3 m. Caso a exploração seja para fins energéticos ou produção de carvão, o espaçamento ideal é de 2 x 2 m ou 4 x 4 m. A partir do terceiro ano, quando iniciar o processo de competição das plantas devido ao espaçamento ser de 4 x 4 m, podem-se, também, realizar cortes alternados entre elas. Tal procedimento é recomendável quando o material produzido é destinado para fins industriais, farmacológicos ou para produção de sementes para exportação e ao fabrico do próprio inseticida a ser empregado no controle de pragas.

3.3. Coveamento ou Sulcamento

Estas operações estão inteiramente associadas ao método de preparo do solo. Quando este é mecanizado, pode-se fazer o sulcamento com sulcador ou arado de aiveca motorizado ou à tração animal.

Os sulcos devem ser feitos de acordo com o espaçamento, seguindo a declividade do terreno em curva de nível. No caso de áreas planas, dispensa-se este cuidado.

Para plantios em que houve preparo prévio do solo, procede-se à marcação das covas, utilizando-se cordas ou arames, levando-se em conta o espaçamento a ser adotado para o plantio. Em seguida, realiza-se a abertura das covas, manual ou mecanicamente, com 40 x 40 x 40 cm, que irão receber 3 kg de esterco de gado curtido. Ao solo oriundo da operação de coveamento, adicionam-se cerca de 200 g de adubo formulado 4-30-15 + Zn.

3.4. Plantio

O sucesso do plantio está diretamente relacionado à coincidência do início da estação chuvosa da região.

As mudas devem ser distribuídas entre as covas, manualmente ou com o auxílio de trator com carreta ou carroça de tração animal, e plantadas no mesmo dia para evitar ressecamento. No caso das mudas produzidas em saco plástico, deve-se ter o cuidado de retirá-lo na hora do plantio.

A muda é colocada no interior da cova ou sulco e coberta com terra, de forma que o torrão não fique exposto e a parte do caule não seja recoberta. Deve-se realizar uma pequena compactação da terra em torno da muda, para fornecer maior firmeza à planta.

Decorridos 30 dias após essa operação, deve-se percorrer a área plantada para avaliar a porcentagem de falhas, através de simples contagem. Caso esta contagem seja superior a 5%, procede-se ao replantio de todas as falhas.

3.5. Tratamento Fitossanitário - Combate às Formigas

Após o estabelecimento da cultura, deve-se ter o cuidado em iniciar o combate às formigas pertencentes aos gêneros Atta e Acromyrmex, cujos danos constituem um dos fatores limitantes de sucesso em florestas recém-implantadas. A eficiência desta operação vai depender das condições ambientais, do tipo de formigueiro e dos equipamentos disponíveis.

Entre os produtos encontrados no mercado, destacam-se os de forma sólida (granulado ou pó), líquidos (termonebulizável) e gasosos (praticamente em desuso), que permitem combater as formigas em qualquer situação.

As macro e microisecas granuladas, principalmente aquelas à base de dodecacloro, desde que usadas em época seca, apresentam boa eficiência e rendimento na aplicação do produto. Contudo, o seu emprego por ocasião das chuvas requer que as mesmas sejam acondicionadas em saco plástico ou outro vasilhame (Figura 4), para evitar possíveis danos provocados pela umidade.

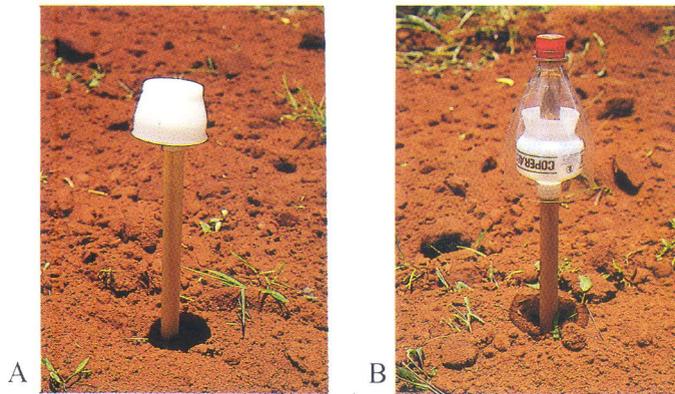


FIG. 4. Materiais utilizados para depósito de iscas no controle de formigas: (A) material disponível no mercado e (B) material adaptado pelo autor.

Apesar de os produtos líquidos serem recomendados para períodos de altas precipitações, o seu emprego é bastante limitado por exigir equipamento motorizado e mão-de-obra qualificada.

O importante é que, no estabelecimento da cultura, o agricultor controle eficientemente as formigas, pois o nim é muito suscetível a elas.

3.6. Colheita

Dependendo das condições climáticas das regiões em que o nim foi plantado e, também, do estágio de desenvolvimento da planta, a floração e a frutificação ocorrem entre três e quatro anos.

Em geral, a frutificação ocorre uma vez por ano. Contudo, dependendo do clima, principalmente da temperatura, que deve ser em torno de 30°C e baixa precipitação, realizam-se duas colheitas por ano. O rendimento dos frutos varia entre 30 e 50 kg/árvore devido à temperatura, à umidade, ao tipo de solo e genótipo.

Normalmente, 50 kg de frutos maduros têm cerca de 30 kg de sementes que produzem 6 kg de óleo e 24 kg de pasta.

Os frutos, ao atingirem a fase de amadurecimento, apresentam forma ovalada, tonalidade amarela e polpa rica em açúcares. Ao atingir esta fase, os frutos podem ser colhidos diretamente das ramas ou com uma lona colocada embaixo da planta. Em seguida, são colocados em recipientes contendo água, por um período relativamente curto, para depois processar o despulpamento, manual ou mecanicamente (Figura 5).



FIG. 5. Vasilhame utilizado para despulpamento artificial.

3.7. Secagem dos Frutos

Depois de estarem devidamente despulpados, os grãos são colocados ao sol em camadas finas, sobre terreiros cimentados, ou seja, semelhantes aos utilizados na secagem de outros produtos, como cacau, café e cereais. Deve-se evitar, sempre que possível, o contato com a umidade para não ocorrer o mofamento dos grãos. Esta operação requer a exposição em um único dia de sol. Posteriormente, o produto é transportado para locais sombreados durante dois dias.

Caso a colheita coincida com o período chuvoso, deve-se proteger os grãos colhidos mediante o uso de uma cobertura plástica para evitar os possíveis danos decorrentes da chuva.

Outro cuidado de suma importância ao proceder a essas operações consiste no recolhimento e acondicionamento do produto em sacos de aniamagem, para permitir uma boa aeração e evitar, assim, o aparecimento de fungos patogênicos que possam deteriorar os grãos.

Satisfeitas essas condições básicas, pode-se armazenar o produto por mais de um ano.

4. POTENCIAL DE USO DA PLANTA

4.1. Uso Medicinal

Desde os tempos remotos, o uso do nim tem sido documentado na literatura Ayurvédica, especialmente no Charaksamhita e no sistema medicinal UNANI. Frutos, sementes, óleo, folhas, casca do caule e raízes têm os mais variados usos anti-sépticos, 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. 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 (Kaul et al., 1990, citados por Saxena, 1993).

Picada de *Rhodnius prolixus*, vetor da doença de Chagas, comum na América Latina, pode proporcionar, através do uso do extrato de nim ou azadiractin, a imunização do paciente contra o protozoário parasita *Trypanosoma cruzi* e, desta forma, pode-se abrir uma nova possibilidade de controle desta doença (Vietmeyer, 1992).

As folhas são usadas contra erupções cutâneas e abscessos, e o suco das folhas é utilizado contra vermes intestinais (Chopra, 1958; Koch, 1990).

São inúmeras as doenças das quais a humanidade é suscetível. A busca incessante de métodos alternativos, visando debelar essas doenças, e a diminuição do crescimento populacional têm se constituído num grande desafio na última década. O controle da população é dificultado à medida que anticoncepcionais se tornam caros às populações de baixa renda. Além disso, há falta de informação e interferência de grupos religiosos que têm condenado esses métodos.

Pesquisas recentes têm indicado que derivados do nim podem ser valiosos contraceptivos. Sinha & Riar (1985), ao estudarem o óleo do nim, comprovaram a sua ação espermaticida. “Sensal”, um econômico produto baseado no óleo do nim, é um espermaticida que está sendo produzido em larga escala na Índia. Uma única aplicação intra-uterina de óleo de nim tem sido experimentada como bloqueador da fertilidade por cinco meses em ratos (Upadhyay et al., 1990). Implicações no controle da fertilidade humana estão sendo examinadas.

4.2. Indústria de Cosméticos

O óleo do nim é usado para a fabricação de xampu, óleo para cabelo, tônico capilar e óleo para unha. De acordo com Saxena (1993), na Alemanha, do tanino da casca do caule fabricam-se sabonete e pasta dental (Figura 6).



FIG. 6. Sabonete e pasta dental extraídos do nim.

4.3. Como Fertilizante

Fertilizantes nitrogenados são essenciais, porém, caros para obtenção de altos rendimentos de cultivares modernas. Sendo antimicrobial, a torta de nim ou o extrato misturado com fertilizantes nitrogenados pode reduzir substancialmente as perdas de volatilização da amônia causadas por bactérias nitrificantes no solo (Bains et al., 1971, citados por Saxena, 1993).

Por outro lado, o processo de obtenção dessa fonte nitrogenada é relativamente fácil, pois a pasta resultante da prensagem das sementes é o adubo orgânico mais promissor. Segundo Sinha (1960), 56% do nitrogênio livre em 60 dias foi processado, enquanto em sementes não-prensadas resultou somente 43% de nitrogênio disponível para a planta. Quando os extratos alcoólicos da pasta foram misturados com uréia e sulfato de amônia, os altos níveis de nitrato foram convertidos até os 70 dias (Sahrawat & Parmar, 1975).

A razão da lenta nitrificação, após a aplicação dos extratos da pasta e do óleo, pode ser atribuída à redução da população de bactérias nitrificadoras (Khandelwal et al., 1977; Patil, 1977; Sutar, 1978; Kamire & Sonar, 1979).

Vários estudos sob condições de campo com arroz têm mostrado que muitos preparados do nim (extrato acetônico das sementes do nim com uréia, 100 a 200 kg/ha) foram efetivos no aumento da produção de grãos e das proteínas contidas no arroz. No caso da cana-de-açúcar, quando se utilizou o nim triturado e misturado com uréia, foram obtidos bons resultados com a aplicação de 125 a 250 kg/ha (Sharma et al., 1977). Ao incorporar a pasta do nim a 20% no solo, Kairon & Thorar (1980) obtiveram ótima produtividade do algodoeiro.

Por essas razões, o emprego alternativo da pasta de nim, como fonte de adubo orgânico, pode constituir-se num dos fatores decisivos para a redução dos custos de produção de uma determinada cultura explorada.

4.4. Produção e Utilização de Biomassa

Após a maturação, as árvores de nim rendem entre 10 e 100 t de matéria seca/ha, dependendo das chuvas, condições do local, espaçamento e genótipo. As folhas abrangem cerca da metade da biomassa, enquanto os frutos e a madeira, cerca de um quarto cada. O manejo adequado do “stand” pode propiciar rendimentos de até 12,5 m³ (40 t) de madeira de alta qualidade/ha.

A madeira do nim é dura, relativamente pesada, e usada na confecção de carretas, ferramentas e implementos agrícolas. Por ser durável e resistente, é utilizada no fabrico de postes para cercas, casas e móveis. Os postes de nim são especialmente importantes nos países em desenvolvimento (Vietmeyer, 1992). O nim cresce rápido e é uma boa fonte de lenha e combustível, tendo o carvão alto valor calorífico.

4.5. Emprego em Reflorestamento

O nim é uma espécie silvícola valiosa na Índia e na África, e está se tornando popular na América Central. Por ser uma árvore robusta, é ideal para programas de reflorestamento e para recuperação de áreas degradadas, áridas e costeiras. Num período de severa estiagem no Estado de Tamil Nãdu, na Índia, em junho/julho de 1987, foi observado que o nim se recuperou e se desenvolveu bem, o que não ocorreu com outras espécies vegetais.

O nim é usado como quebra-vento e, em áreas de poucas chuvas e ventos fortes, protege as culturas da dessecação. Segundo Bengé (1988), na Nigéria, o nim é usado como quebra-vento em plantações de milho, resultando em 20% de aumento na produção de grãos. No Quênia é usado como quebra-vento em plantações de sisal.

Entre a Somália e a Maurítânia, o nim tem sido usado para evitar a expansão do deserto de Saara. É ideal para ser usado também ao longo de avenidas, praças e próximo às casas, por proporcionar ótimo sombreamento.

Estudos têm revelado que o nim não deve ser plantado juntamente com outras culturas devido ao seu hábito agressivo (Radwanski & Wickens, 1981). Em certas condições, o nim pode ser plantado com espécies frutíferas, gergelim, algodão, amendoim, feijão, sorgo, etc. A incompatibilidade do nim com outras culturas ainda deve ser investigada.

Avanços recentes em cultura de tecidos e biotecnologia possibilitarão selecionar genótipos com altura desejável para o uso associado com outras culturas de menor porte e em agroflorestas.

4.6. Como Fonte de Inseticida

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. A pasta do nim, contudo, conforme relato de Saxena (1993), tem sido empregada nas culturas do arroz e da cana-de-açúcar desde 1930, visando o combate à *Diatraea saccharalis* e cupim.

A atividade inseticida do nim foi publicada pela primeira vez em 1928, por Chopra.

O nim e seus derivados chegam a afetar mais de 200 espécies de insetos pertencentes às ordens *Coleoptera*, *Diptera*, *Heteroptera*, *Homoptera*, *Hymenoptera*, *Lepidoptera*, *Orthoptera*, *Thysanoptera*, *Neuroptera* e alguns fungos (Saxena, 1993).

Em trabalhos conduzidos por Duraijaj & Venugopal (1993) em Madurai, na Índia, para controle do percevejo-do-arroz, foram comparados os produtos Neemark 0,5%, fabricado a partir do óleo da semente do nim, e Malathion 0,05%. O efeito de ambos os produtos foi semelhante (Tabela 1).

TABELA 1. Efeito de alguns produtos botânicos sobre a população de percevejos-do-arroz.

	Capturados	
Malathion - 0,05%	4,0	86,2%
Neemark - 0,5%	5,5	82,8%
Neem Oil - 2,0%	9,0	69,0%
Nochi Leaf Extr - 2,5%	14,3	50,7%
Nochi Leaf Extr - 5,0%	18,0	38,0%
Neem Seed Kernel Extr - 5%	17,7	39,0%
Control	2,9	-
CD (P=0,05)	-	-

* Média de três repetições.

Fonte: Duraijaj & Venugopal (1993).

Os extratos do nim provocam distorções na metamorfose, inibição do crescimento, malformação, redução da fertilidade e mortalidade, principalmente de certos artrópodes que ingerem ou entram em contato com substratos tratados. Larvas de algumas espécies de lepidópteros e alguns estágios de desenvolvimento de coleópteros são particularmente sensíveis a este tipo de substrato (Kock, 1990). Cerca de 30 espécies de insetos, pertencentes às ordens *Orthoptera* (gafanhotos), *Coleoptera* (bezouros), *Lepidoptera* (mariposas e borboletas), *Homoptera* (cigarras e pulgões), *Isoptera* (cupins) e *Hymenoptera* (abelhas, vespas e formigas) são afetadas pelo azadiractin. Para estes insetos, a substância tem efeito repelente, regulador do crescimento e antialimentar, agindo por contato ou ingestão; para certos fungos, vermes e ácaros, o efeito é fatal (Carvalho & Ferreira, 1990).

Em ambientes controlados, mudas de arroz pré-germinadas, oriundas de sementes tratadas com extrato de sementes de nim ou com a pasta, foram mais vigorosas e resistentes ao ataque de cigarrinhas e cicadelídeos (Abdul-Karem et al., 1989, citados por Schmutterer, 1990). A existência de repelência dos extratos da semente do nim contra *Schistocera gregaria* foi relatada por Butterworth (1968), citado por Schmutterer (1990).

5. COMPOSIÇÃO QUÍMICA

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, o azadiractin, que está presente nas folhas, frutos e sementes, e foi isolado, inicialmente, a partir do nim (Figura 7).

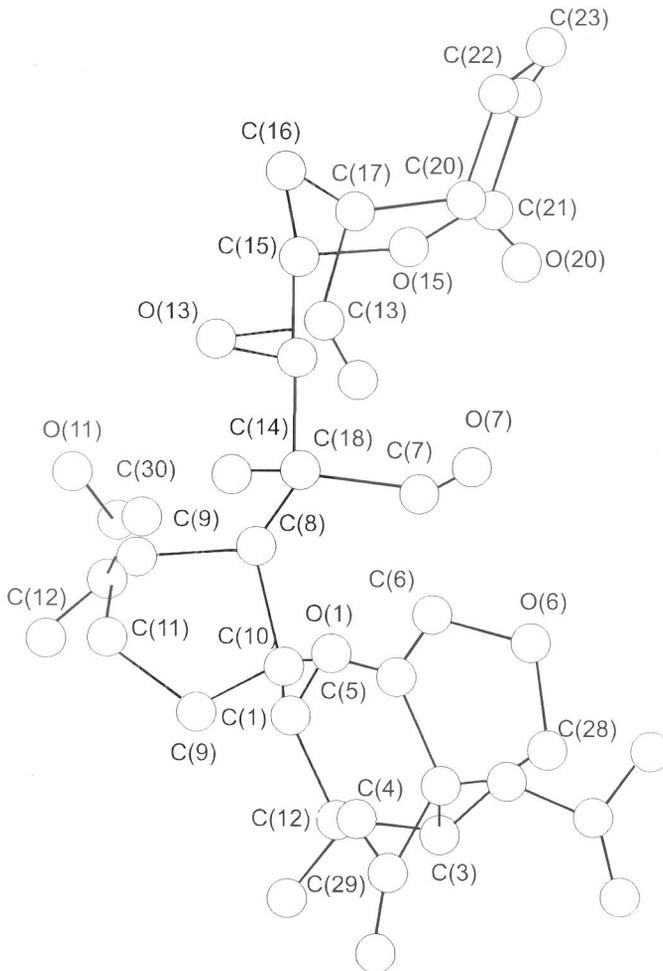


FIG. 7. Fórmula estrutural do azadiractin, composto mais ativo da árvore nim.

Quadrati Krudas (1940), citado por Chopra (1958), isolou seis substâncias do óleo do nim: neemola ($C_{15}H_{30}O_3S$); margosin ($C_{28}H_{48}O_{10}$), um glicosídeo; ácido palmítico; ácido oléico, ácido tetradecoico; e um ácido denominado D, do nim. Também do óleo do nim, Siddiqui (1942), citado por Chopra (1958), isolou três princípios ativos: nimbim (0,1%), nimbinim (0,01%) e nimbidim (1,1%).

Das flores do nim, Na, K, Ca, Fe, Cl, CO_2 , So_4 e Sio_2 , Mitra (1947), citado por Chopra (1958), isolou: nimbosterol ($C_{20}H_{34}O$) (0,03%), glicosídeo nimbosterim (0,005%), flavonóide nimbicetim ($C_{15}H_6O_2(OH)_4$) (0,05%) e sesquiterpenos (0,5%).

O azadiractin assemelha-se a um esteróide tetranortriterpenóide (limonóide). A primeira proposta para a sua fórmula estrutural foi feita em 1972, mas só recentemente foi encontrada a elucidação final desta complicada molécula (Schmutterer, 1990).

Os estudos sobre a estrutura do azadiractin, dada a sua complexidade, estenderam-se por 18 anos. Solúvel em água com álcool, muito sensível aos raios ultravioleta e aos meios mais ácidos ou básicos, o azadiractin apresenta rápida biodegradação, mantendo o efeito antialimentar no máximo por duas semanas (Carvalho & Ferreira, 1990). 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 refere à quantidade no extrato de sementes de nim (Schmutterer, 1990).

Um número considerável de outros componentes foi isolado das sementes do nim, tais como: solanina, solanol, solanoacetato-3-dia-acetilsolanina, azadiradion, 14-epoxia zaridion, gedunim, nimbineur e diacetil nimbinim (Schmutterer, 1990).

6. MECANISMOS DE AÇÃO

O azadiractin 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 (Carvalho & Ferreira, 1990). Os mecanismos de ação se diferenciam segundo principalmente o organismo a combater (Schmutterer, 1990).

6.1. Ação Repelente e Antialimentar

Em algumas espécies, as fêmeas são afetadas pelo número de ovos ovipositados, enquanto, em outras, ocorre redução drástica do consumo foliar, quando tratadas com extratos preparados das diversas partes da planta de nim.

Alguns derivados de vilasinim com forte ação antialimentar foram isolados do óleo das sementes de nim.

Carvalho & Ferreira (1990) e Schmutterer (1990), ao estudarem o comportamento alimentar de larvas de *Spodoptera littoralis*, *S. frugiperda*, *S. exempta*, *Heliothis virescens*, *Helicorvepa zea*, *H. armigera*, *Trichoplusia ni* e *Mamestra brassicae*, verificaram que o azadiractin reduziu o consumo alimentar de todas as espécies testadas (Tabelas 2, 3 e 4).

As fêmeas de alguns lepidópteros são repelidas pelos produtos derivados do nim, aplicados sobre plantas ou outros substratos, e não ovopositam sobre os mesmos em condições de laboratório. Fêmeas de alguns gêneros de dipteros também tiveram a ovoposição detida, assim como alguns coleópteros (*Callosobruchus* sp.) em grãos armazenados (Schmutterer, 1990).

O óleo de nim, numa concentração de 30 mg/10 g de sementes, produziu efeito de antiovoposição para *C. maculatus*.

Fêmeas de *Crocidolomia binotalis* foram repelidas de folhas de repolho tratadas com extratos de folhas secas de nim, diluídas até a distância de 25 cm. Este é um efeito puramente olfativo, que também ocorre com traças, na presença de produtos voláteis, e com destilados das sementes do nim; todavia, o contato direto com produtos destilados não inibem a ovoposição (Schmutterer, 1990).

O azadiractin tem efeito antialimentar em gafanhotos, quando oferecido em sucrose, sobre papel de filtro de $1,5-6 \times 10^{-8}$ m, 10-40 mg de i.a.

TABELA 2. Redução do efeito antialimentar do extrato de *M. azedarach* sobre o consumo foliar de *D. speciosa*.

Dias após a Aplicação	Extrato de Folhas (cm ²)	Extrato de Frutos (cm ²)
1	0,83	0,33
2	4,46	4,64
3	10,56	3,18
4	16,00	14,93
6	37,69	27,37
8	44,63	36,68

Obs.: Os valores indicam as porcentagens do consumo foliar em relação à testemunha.
Fonte: Carvalho & Ferreira (1990).

TABELA 3. Efeito de diferentes concentrações do extrato de *M. azedarach* sobre o consumo foliar de *D. speciosa*, setembro 1986.

Extrato de Folhas		Extrato de Frutos	
Concentração (g/100ml)	Consumo (%)	Concentração (g/100ml)	Consumo (%)
50,00	13,33	30,00	34,18
10,00	47,86	15,00	36,84
5,00	100,00	3,00	58,24
1,00	76,00	1,50	61,05
0,50	85,98	0,30	76,84
0,10	72,98	0,15	64,21
Testemunha	100,00	Testemunha	100,00

Fonte: Carvalho & Ferreira (1990).

TABELA 4. Quantidade ingerida por fêmeas de *Nilaparvata lugens*, *Sogatella furcifera* e *Nephotettix virescens* sobre plantas de arroz tratadas com óleo de nim.

Nº Concent. (%)	Quantidade ingerida/fêmea/24 h (mg)*		
	<i>N. lugens</i>	<i>S. furcifera</i>	<i>N. virescens</i>
0	35,4a	17,7 ^a	30,2 ^a
1	25,4b	6,7b	14,8b
5	17,7c	2,7b	11,9b
10	12,6cd	2,6b	15,2b
20	7,6de	1,8	5,1b
50	4,2e	1,2b	2,6b

* Nas colunas, médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente, de acordo com o teste de Duncan ($p = 0,05$). Média de cinco repetições, com cinco insetos por repetição.

Fonte: Schmutterer (1990).

6.2. Ação Sobre o Crescimento e a Metamorfose

As substâncias presentes no óleo de nim provocam uma desordem hormonal em diferentes etapas de desenvolvimento do inseto. O isômero AZ-E é considerado o mais efetivo regulador de crescimento de insetos (Schmutterer, 1990). O Deacetilazadiractinol (IGR) tem forte efeito regulador de crescimento sobre *Heliothis virescens*, e a sua ação se faz presente em outros gêneros de insetos através das interrupções dos instares larvais, para chegar à fase adulta e, com isto, determinar alterações morfológicas, como a formação de asa e outros órgãos dos insetos.

6.3. Ação Sobre a Fecundidade e a Esterilização

Schmutterer (1990) relata que as substâncias ativas presentes no óleo de nim, segundo as doses que se aplicam, reduzem a fecundidade de alguns insetos e causam esterilidade parcial de artrópodes (Tabela 5).

TABELA 5. Efeito de inseticidas naturais sobre a população de percevejos do arroz, Madurai, Índia, 1991-1992*.

Tratamento	Nº de Percevejos Capturados	Controle (%)
Malathion 0,05%	4,0	86,2
Nimark 0,5%	5,0	82,8
Nim Oil 2,0%	9,0	69,0
Nochi Leaf Extract 2,5%	14,3	50,7
Nochi Leaf Extract 5,0%	18,0	38,0
Nim Seed Kernel Extract 5,0%	17,7	39,0
Control	29,0	-
CD (P=0,05)		

* Média de três repetições.

Fonte: Duraijaj & Venugopal (1993).

6.4. Efeito Sobre o Ciclo Biológico

Em alguns coleópteros, as substâncias presentes no óleo de nim têm provocado o prolongamento da fase adulta, e em outros, a redução. Fêmeas adultas de *Oncopeltus fasciatus*, tratadas com azadiractin (0,25 µg), tiveram alta mortalidade e redução da longevidade para 11 dias ou menos. Em larvas de *Ceratites capitata*, tratadas com óleo de nim, houve redução da longevidade dos adultos e somente 50% alcançaram a maturidade sexual.

Os insetos tratados com extratos de nim mostraram, em alguns casos, forte debilidade da atividade normal, encurtando o tempo de vida quando não há mortalidade aguda, desequilíbrio no acasalamento, devido à impotência do macho, e nas fêmeas, uma redução considerável de feromônios (Schmutterer, 1990).

Hellpap (1985) e Mansour et al. (1987), citados por Schmutterer (1990), relatam que, mesmo após o efeito específico do inseticida, há preservação dos inimigos naturais.

7. UTILIZAÇÃO NO CONTROLE DE PRAGAS

De acordo com Gruber & Mendez (1992), o extrato de nim é particularmente ideal para as pragas das culturas agrícolas em pequenas propriedades, isto se deve à facilidade de preparação do produto, como descrito a seguir:

- (1) Usa-se a semente semiprocessada (sem casca) ou o fruto total para moer;
- (2) Coloca-se 3,75 kg de sementes moídas sem casca, ou 7,5 kg de sementes moídas com casca, em um tambor (Figura 8), com capacidade para 200 l de água;
- (3) Deixa-se o produto em repouso cerca de 12 horas, agitando bem duas a três vezes.
- (4) Em seguida, passa-se a suspensão em uma tela fina, para evitar o entupimento do bico do pulverizador.

Feito este processo, a mistura está pronta para ser aplicada no controle das pragas. Contudo, a eficiência não é igual para todas as pragas, pois algumas delas são facilmente combatidas, outras, não, devido ao seu comportamento e à alta capacidade reprodutiva do inseto.

Apesar desses problemas, tem-se, até o presente momento, o registro de mais de 200 espécies de insetos combatidos pelos extratos de nim, como é o caso de lagartas desfolhadoras, besouros, cigarrinhas e percevejos.

Relacionam-se, a seguir, espécies de pragas de interesse agrícola que mostraram alguma sensibilidade aos extratos de *Azadirachta indica*, conforme Grainge et al. (1985), citados por Kock (1990).

<i>Agrotis ypsilon</i>	<i>Leptinotarsa decemlineata</i>
<i>Aleurothrixus floecosus</i>	<i>Leucinodes orbonalis</i>
<i>Aonidiella aurantii</i>	<i>Locusta migratoria</i>
<i>A. citrina</i>	<i>Limandria dispar</i>
<i>Aphelenchus avenae</i>	<i>Mamestra brassicae</i>
<i>Aphididdade (Familia)</i>	<i>Meloidogyne incognita</i>
<i>Aphis gossypii</i>	<i>Microtermes sp.</i>
<i>A. umbrella</i>	<i>Nephotettix virescens</i>
<i>Atherigona soccata</i>	<i>Nilaparvata lugens</i>
<i>Brevicoryne brassicae</i>	<i>Oncopeltus fasciatus</i>
<i>Bruchus chinensis</i>	<i>Parasaissetia nigra</i>
<i>Callosobruchus chinensis</i>	<i>Pieris brassicae</i>
<i>C. maculatus</i>	<i>Piesma quadratum</i>
<i>Carpophilus hemipterus</i>	<i>Planococcus citri</i>
<i>Cicadellidade (Familia)</i>	<i>Plusia peponis</i>
<i>Coreyra cephalonica</i>	<i>Plutella xylostella</i>
<i>Cryptolestes pusillus</i>	<i>Platylenchus brachyurus</i>
<i>Cydia pomonella</i>	<i>Rhizopertha dominica</i>
<i>Diabrotica undecimpunctata</i>	<i>Rhopalosiphum nymphacae</i>
<i>Ditylenchus cypei</i>	<i>Saissetia nigra</i>
<i>Dysdercus cingulatus</i>	<i>Schistocerca gregaria</i>
<i>D. flavidus</i>	<i>Sitophilus oryzae</i>
<i>Earias insulana</i>	<i>Sitotroga cerealella</i>
<i>Ephestia cautella</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i>
<i>Epilachana varivestis</i>	<i>S. litura</i>
<i>Galleria melionella</i>	<i>Tribolium confusum</i>
<i>Heliiothis virescens</i>	<i>T. castaneum</i>
<i>Hypsipyla grandella</i>	<i>Tryporyza incertulas</i>
<i>Lasioderma serricorni</i>	



FIG. 8. Recipiente utilizado para preparo de extrato aquoso do nim.

Vale ressaltar que, apesar dessas vantagens, a planta é muito vulnerável ao ataque de formigas mas, após o ataque, recupera imediatamente a sua folhagem.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, v.48, 1987.
- BENGE, M.D. Cultivation and propagation of neem tree. In: JACOBSON, M., ed. **Focus and phytochemical pesticides: the neem tree**. Boca Raton: CRC Press, 1988. p.2-18.
- CARVALHO, S.M.; FERREIRA, D.T. Santa Bárbara contra vaquinha. **Ciência Hoje**, São Paulo, v.11, n.65, p.65-67, ago. 1990.
- CHOPRA, R.N. The nim (*Melia azadirachta* L. - Meliaceae). In: CHOPRA, R.N. **Indigenous drugs of India**. 2.ed. Nova Delhi: Academic Publishers, 1958. p.360-363.

- CORRADEIO, E. As plantas veneno: uma alternativa aos agrotóxicos. **Brasil Agrícola**, São Paulo, v.121, p.22-26, 1988.
- CUNHA, A. O extrato acetônico de timbó na destruição dos carrapatos, piolhos e cura da sarna dos animais domésticos. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.2, p.450-463, 1945.
- DURAIJAJ, C.; VENUGOPAL, M.S. Effects of nim and nochi on rice bug *Leptocorisa ocuta*. **International Rice Research Newsletter**, New Delhi, v.18, p.3, set. 1993.
- GEORGHIOU, G.; LAGUNES-TEJEDA, A. **The occurrence of resistance to pesticide in arthropods**. Roma: FAO, 1991. 318p.
- GRUBER, A.K.; MENDEZ, M. **Proyecto Inseticida Botánico Nim**. Manágua: CIEETS, 1992. p.1-19.
- KAIRON, M.S.; THORAR, L.R. Neem cake blended urea increases nitrogen use efficiency. **Haryana Farming**, v.4, p.5, 1980.
- KAMIRE, K.K.; SONAR, K.R. Mineralization of urea with neem (*Azadirachta indica* and Koranj (*Pongamia glabra*) cakes. **Journal Maharashtra Agriculture University**, v.4, p.10-13, 1979.
- KHANDELWAL, K.C.; SINGH, D.P.; KAPOOR, K.K. Mineralization of urea coated with neem extract and response of wheat. **Indian Journal of Agricultural Science**, New Delhi, v.47, p.267-270, 1977.
- KOCH, C.K. **El arbol de la India (*Azadirachta indica*) y su utilización potencial en el Ecuador con especial referencia a las propiedades plaguicidas de jus extratos**. Equador: Convênio GTZ/MAG, 1990. 15p.
- LOPES, B.R.J. **Manual de botânica sistemática**. Manágua: UNA/CENIDA, 1993. 180p.
- PATIL, J.G. **Study of nitrate oxidizing bacteria**. Pune: Pune University, 1977. Tese Mestrado.
- RADWANSKI, S.J.; WICKENS, G.E. Vegetative fallows and potential value of the neem tree (*Azadirachta indica*) in the tropics. **Economic Botany**, v.35, p.908-914, 1981.

- SAHRAWAT, K.L.; PARMAR, B.S. Alcool extract of neem *Azadirachta indica* seed as nitrification inhibitor. **Journal of Indian Society of Soil Science**, New Delhi, v.23, p.131-134, 1975.
- SAXENA, R.C. **Scope of nim for developing countries**. Paper presented at World Nim Conference Souvenir - Bangalore, Nairobi, 1993. p.24-28.
- SCHMUTTERER H. Properties and potencial of natural pesticides from the nim tree, *Azadirachta indica*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.35, p.271-297, 1990.
- SHARMA, R.K.; SHARMA, R.A.; SHARMA, J.R. Effect of neem cake blended urea on yield and net return from sugar cane. **Cane Grower's Bulletin**, v.1, p.7-8, 1977.
- SINHA, N.P. **Studies on the better utilization of neem seed cake**. New Delhi: Indian Agricultural Research Institute, 1960. Tese Mestrado.
- SINHA, K.C.; RIAR, S.S. Neem oil: an ideal contraceptive. **Biological Memoirs**, New Delhi, v.10, p.107-114, 1985.
- SUTAR, I.I. **Study of ammonia oxidizing bacteria**. Pune: Pune University, 1978. Tese Mestrado.
- UPADHYAY, S.N.; KAUIK, C.; TALWAR, G.P. Antifertility effects of neem (*Azadirachta indica*) oil by single intrauterine administration: a novel method for contraception. **Proceedings of the Royal Society of London: Série B. Biological Sciences**, v.2432, p.175-179, 1990.
- VIETMEYER, N. **Neem - a tree for salving global problems: report of an Ad-Hoc Panel of the Board on Science and Technology for International Development**, National Research Council. Washington: National Academic Press, 1992. 141p.