

# O CONTROLE DE FITONEMATÓIDES POR PLANTAS ANTAGONISTAS E PRODUTOS NATURAIS

Silamar Ferraz<sup>1</sup>  
Leandro Grassi de Freitas<sup>2</sup>

## Introdução

Os métodos mais usados para controlar fitonematóides tem sido o uso de nematicidas, variedades resistentes e rotação de culturas. Os nematicidas, além de caros, podem ser prejudiciais ao ambiente, à saúde humana, à vida selvagem e aos organismos benéficos do solo. Usar variedades resistentes é uma maneira natural e altamente recomendável de controlar pragas e doenças. Contudo, no caso específico de nematóides, são poucas as variedades resistentes disponíveis para o agricultor e, mesmo assim, a resistência geralmente é direcionada a umas poucas espécies de nematóides considerados mais importantes para determinadas culturas. Algumas práticas culturais, como a rotação de culturas, podem ser usadas efetivamente, resultando em maiores produções e renda para o agricultor e sem agredir o meio ambiente. O uso de plantas antagonistas em esquemas de rotação ou plantio consorciado tem se mostrado uma alternativa bastante atrativa. Algumas delas são capazes de fixar nitrogênio da atmosfera e todas fornecem expressivos volumes de matéria orgânica, aumentando a atividade de fungos antagonistas e melhorando as características gerais do solo. Substâncias químicas com efeito nematicida tem sido isoladas de algumas dessas plantas e produtos naturais já estão aparecendo no mercado. Segundo Quarles (1992), extratos botânicos apresentam algumas vantagens sobre pesticidas sintéticos, tais como: eles podem oferecer novos compostos que as pragas ainda não podem inativar; eles são menos concentrados e portanto, potencialmente menos tóxicos do que compostos puros; eles sofrem biodegradação rápida e podem possuir múltiplos modos de ação, tornando possível um amplo espectro de uso enquanto retêm uma ação seletiva dentro de cada classe de praga, e eles são derivados de recursos renováveis, diferentemente dos materiais sintéticos.

Nesta revisão serão enfocadas as principais espécies de plantas antagonistas, seu uso e seu modo de ação. Maiores informações sobre essas plantas e compostos nematicidas naturais podem ser vistas nas revisões de Gommers (1973, 1981), Gommers & Bakker (1988), Alam et al. (1990), Khan et al. (1990), Tsai et al. (1991), Chitwood (1992, 1993), Ferraz & Valle (1997a), Ferraz & Valle (1997b) e Ferraz & Freitas (no prelo).

## *Mucuna* spp.

O gênero *Mucuna* tem mais de 100 espécies descritas, mas sua taxonomia é confusa e necessita urgentemente de uma boa revisão. A espécie mais conhecida no Brasil é a mucuna preta, citada na literatura como *M. aterrima* ou *M. pruriens*. A maioria das espécies de *Mucuna* exibe razoável tolerância a um número de estresses abióticos, incluindo seca, baixa fertilidade e alta acidez do solo, mas elas são sensíveis à geada e não crescem bem em solos frios e úmidos (Duke, 1981). A mucuna preta é

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, M.S., Ph.D., Fitopatologista, Professor Titular (Emérito), Depto. de Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36571.000 Viçosa, MG

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, M.S., Ph.D., Fitopatologista, Professor Adjunto, Depto. de Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36571.000, Viçosa, MG

considerada uma das melhores plantas para adubação verde porque cobre totalmente o solo e cresce tanto quanto os tutores permitem, produzindo cerca de 35 a 40 ton/ha de massa verde e contribuindo com 120 a 180 kg/ha de nitrogênio fixado da atmosfera. Ela controla ervas daninhas importantes, tais como *Cyperus rotundus*, *Cynodon dactylon* e *Imperata cylindrica* e é muito eficiente para reabilitar terras devolutas e proteger o solo contra a erosão, sendo também altamente palatável para animais. L-dopa, usada no tratamento da doença de Parkinson, é extraída desta planta. As sementes de mucuna contêm fatores antinutricionais, tais como fenóis e taninos, e não devem ser consumidas pelo homem sem um prévio tratamento térmico. Esta toxidez explica, em parte, porque a planta quase não tem problemas com insetos (Duke, 1981).

O efeito nematocida de mucuna, quando usada em rotação com culturas comerciais, é bem conhecido, embora ela mesma não seja imune a várias espécies de nematóides. É também suscetível a alguns fungos do solo, como *Macrophomina phaseolina*, que é um patógeno importante para muitas espécies de plantas.

Um aspecto interessante das mucunas e de algumas outras plantas antagonistas a nematóides é seu efeito sobre organismos do solo. Rizobactérias isoladas de plantas antagonistas, incluindo *Mucuna deeringiana*, *Ricinus communis* (mamona), *Canavalia ensiformis* e *Secale cereale* foram comparadas com rizobactérias isoladas de soja. Os resultados mostraram que as plantas com propriedades antagonistas apresentam uma microflora diferente na rizosfera. (Kloepper et al., 1991). Isolados da soja eram predominantemente *Bacillus* spp., enquanto que aqueles das plantas antagonistas incluíam mais gêneros corineformes e Gram-negativos. *Pseudomonas cepacia* e *P. gladioli* predominaram entre as bactérias Gram-negativas na rizosfera das plantas antagonistas, mas não foram isoladas de soja. Estas bactérias reduziram significativamente a incidência de *Meloidogine incognita* e *Heterodera glycines* em soja quando comparadas com as bactérias isoladas das raízes de soja. Os resultados sugerem ainda que a rizosferas de plantas antagonistas podem ser uma fonte potencial de agentes para o controle biológico de fitonematóides.

O efeito de mucuna sobre fungos fitopagênicos do solo também foi estudado. Cultivares de algodão IAC 12-2 e IAC RM3, suscetível e resistente, respectivamente, à murcha de *Fusarium*, foram plantados em ambos os solos naturalmente infestados com *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e *M. incognita*, ou só com *M. incognita*, em sucessão por 6 anos ou em rotação com amendoim ou *M. aterrima* plantada no 1º e 3º ano. Em ambos os solos, houve um aumento na produção de algodão plantado após amendoim e um maior aumento depois de mucuna. Rotação de algodão com amendoim ou mucuna foi recomendado como uma medida complementar para controlar *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e nematóides (Ferraz et al., 1977).

### ***Crotalaria* spp.**

O nome *Crotalaria* significa "chocalho", referindo-se ao barulho feito por suas sementes quando se balança a vagem madura. Há mais de 350 espécies descritas no gênero, localizadas nos trópicos e subtropicais de ambos os hemisférios (Cooke & White, 1996). *Crotalaria juncea* é a espécie mais conhecida e considerada a mais importante em termos gerais. Suas fibras macias e lignificadas são muito usadas na indústria de papel. Além disso, ela fixa nitrogênio do ar, é antagonista a nematóides, cresce em solos devolutos e é bastante resistente à seca. A espécie mais estudada com relação ao controle de nematóides é *C. spectabilis*. Contudo, o cultivo desta espécie no Brasil ainda apresenta alguns problemas: dificuldade de obtenção de sementes pelo agricultor; não se desenvolve bem em algumas regiões, florindo precocemente e paralisando o crescimento, e é tóxica para animais.

A penetração e o desenvolvimento de *Meloidogyne* spp. nas raízes de *Crotalaria* foram estudados por Silva et al. (1989a), Sano et al. (1983) e Sano & Nakasono (1986). Nestes dois últimos trabalhos os autores, trabalhando com *M. incognita* e *C. spectabilis*, observaram que a penetração excedeu a 30% nas

raízes das plantas hospedeiras *Lycopersicon esculentum* e *Sorghum bicolor* e também nas raízes de *C. spectabilis*, que não é hospedeira. O crescimento dos juvenis de 2º estágio ocorreu nas raízes de *C. spectabilis* mas eles não atingiram o 3º estágio. Nas raízes de *L. esculentum*, as células gigantes começaram a desenvolver 5 dias após a inoculação e se tornaram bem desenvolvidas depois de 14 dias, mostrando muitos núcleos grandes, um citoplasma denso e paredes celulares espessas; fêmeas maduras com massas de ovos apareceram no 24º dia. Em *C. spectabilis*, os juvenis infectantes mostravam pequeno primórdio genital e permaneceram sexualmente não-diferenciados, a despeito da formação de células gigantes, que persistiram até o 35º dia. Necrose também foi observada.

Embora *Crotalaria* seja usualmente recomendada para ser incluída em esquemas de rotação, visando o controle de nematóides, Villar & Zavaleta-Mejia (1990) observaram, em dois experimentos em casa de vegetação, que a incorporação de resíduos de *C. longirostrata* no solo foi suficiente para reduzir as galhas em raízes de tomate causadas por *M. incognita* e *M. arenaria*. A incorporação de resíduos de *C. longirostrata* foi mais eficiente para controlar estes nematóides do que o consórcio desta planta com tomate. Estes resultados sugerem que a redução no número de galhas causada por *C. longirostrata* foi devida aos compostos tóxicos presentes nos tecidos da planta e não a uma possível ação como planta armadilha. Em condições de laboratório os exsudatos radiculares de *C. longirostrata* tiveram ação contra juvenis de *Meloidogyne* spp. Estes e outros trabalhos têm mostrado que, no caso de *Crotalaria*, a incorporação da parte aérea ao solo não é tão necessária como no caso de mucuna, quando se visa o controle de nematóides. Este é um ponto importante em algumas situações, como a do agricultor que faz o cultivo para a produção comercial de fibras e, ao mesmo tempo, deseja controlar nematóides.

### ***Tagetes* spp.**

O gênero *Tagetes*, família Asteraceae, conhecido popularmente como cravo-de-defunto, contém mais de 50 espécies das quais somente seis anuais e três perenes são atualmente cultivadas. *Tagetes erecta* L., *T. patula* L., *T. lunata* Ort. e *T. tenuifolia* Cav. são as quatro espécies anuais mais cultivadas como ornamentais em todo o mundo. Estas quatro espécies já eram cultivadas no México há mais de dois milênios (Soule & Janick, 1996) e eram usadas como ornamento, em rituais e como plantas medicinais (Nuttal, 1920). *Tagetes* tem sido usado como fonte de óleos essenciais (Lawrence, 1985), como condimento (Sweet, 1817), como corante de alimentos (Mejia et al., 1997; Padma et al., 1997), para controlar ervas daninhas (Pritts, 1992), como inseticida (Perich et al., 1994; Macedo et al., 1997), como fungicida (Edwards et al., 1994; Zygadlo et al., 1994; Sadhana & Walia, 1996) e como fonte de pigmento para ração de galinhas, visando intensificar a cor amarela das gemas dos ovos (Medina et al., 1993). Seu uso na ração de camarões brancos do Pacífico para acentuar a pigmentação também tem sido estudado.

É uma prática muito antiga na Índia, plantar *Tagetes* entre vegetais. Os produtores mudam a direção de plantio de *Tagetes* cada ano, sem saber muito bem o significado deste procedimento (Khan et al., 1971). Desde os trabalhos de Tyler (1938), citado por Gommers (1981) e de Steiner (1941), Sloomweg (1956), Oostenbrik et al. (1957) e outros, mostrando a eficácia de *Tagetes* spp. para controlar fitonematóides, um considerável volume de pesquisas tem sido conduzido nesta área. A maioria dos trabalhos indica que estas plantas são muito eficientes nesta função, especialmente contra espécies de *Pratylenchus* e *Meloidogyne*. Contudo, algumas espécies e variedades de *Tagetes* têm sido reportadas como sendo ineficientes no controle de várias espécies de fitonematóides, como *Criconemella xenoplax*, *C. mutabile*, *Hemicycliophora similis*, *Rotylenchus robustus*, *Belonolaimus longicaudatus*, *Tylenchulus semipenetrans*, *Dolichodorus heterocephalus*, *Paratrichodorus minor* e outros. Diferentes espécies e variedades de *Tagetes* podem apresentar reações distintas ao mesmo nematóide. *Tagetes erecta* (7 variedades) e *T. patula* (3 variedades) foram testadas por sua reação contra *M. incognita*. Todas as variedades, exceto *T. erecta* “Hawaii” e “African marigold” mostraram resistência (Prasad & Hague, 1982). Diferentes populações de uma mesma espécie de nematóide podem também apresentar comportamento diferente

com relação à mesma variedade de *Tagetes*. Somente quatro populações de *M. hapla*, de onze testadas por Eisenback (1987), foram capazes de se reproduzir em *T. erecta*.

*Tagetes patula*, *T. erecta* e *T. minuta* são as três espécies mais utilizadas nas pesquisas de controle de nematóides, sendo que *T. patula* geralmente se mostra mais eficiente. Elas são comumente usadas em rotação de culturas mas, em muitas situações funcionam muito bem em consorciação. Pimentão-*T. patula*, pimentão-*Crotalaria* e pimentão-milho reduziram a reprodução de *Meloidogyne* spp. e o número de galhas nas raízes de pimentão. O plantio consorciado normalmente aumentou a produção de pimentão, exceto nas combinações pimentão-repolho e pimentão-tomate (Martowo & Rohama, 1987). Populações de *Radopholus similis* e *Pratylenchus coffeae* foram reduzidas nas raízes de banana quando consorciada, por quatro meses, com *Tagetes* sp., *Medicago sativa*, *Crotalaria juncea* ou *Coriandrum sativum* (Naganathan et al., 1988). Quando banana foi consorciada com seis fileiras de *T. erecta* ou *T. patula*, as populações de *Meloidogyne*, *Radopholus* e *Pratylenchus* diminuíram e as raízes foram menos danificadas (Supratoyo, 1993). O número de galhas de *M. javanica* em plantas de tomate crescendo lado a lado com *T. erecta* foi significativamente menor do que em tomate plantado sozinho. O comprimento das raízes, peso da parte aérea e o número e peso dos frutos foram maiores nas plantas consorciadas com *Tagetes* (Abid & Maqbool, 1990). O consórcio de *T. erecta* e berinjela em solo infestado com *M. javanica* resultou em melhor crescimento da berinjela e redução da população de nematóide em mais de 40%. O consórcio deu melhor resultado do que o tratamento com Carbofuran (Dhangar et al., 1995). *Tagetes minuta* inibiu a formação de galhas de *M. incognita* em tomate e berinjela quando plantados no mesmo vaso e reduziu a multiplicação de *Rotylenchulus reniformis* e *Tylenchorhynchus brassicae* em tomate, berinjela, repolho e couve-flor. O crescimento de todas estas plantas melhorou quando *Tagetes* estava presente. Os exsudatos radiculares de *T. minuta* mostraram uma forte ação nematicida (Siddiqui & Alam, 1987). O índice de galhas e as populações de *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* foram reduzidas e a produção de berinjela aumentou quando *T. patula* foi plantada entre ou dentro de suas linhas de plantio (Varma et al., 1978).

Um experimento interessante foi feito por Zavaleta-Mejia & Gomes (1995) para estudar o efeito de época de plantio e dois espaçamentos no consórcio tomate-*T. erecta* e sua influência sobre pragas e doenças do tomateiro. Todos os tratamentos consorciados, independente da data de plantio de *T. erecta* e o espaçamento, mostraram uma redução da infecção das raízes do tomateiro pelo nematóide *Nacobbus aberrans* quando comparado com o tratamento com tomate sozinho. As lesões foliares e nos frutos de tomate, causadas por *Alternaria solani*, foram significativamente reduzidas em todos os talhões com o consórcio. Populações de afídeos e mosca branca e número de plantas com sintomas de vírus foram significativamente menores também.

### ***Azadirachta indica***

Esta planta, conhecida como margosa ou nim, tem chamado a atenção de muitos pesquisadores por suas propriedades medicinais, usos na agricultura e na indústria, como árvore de sombra, produção de madeira etc.. Tem sido observado, principalmente nas últimas décadas, que substâncias obtidas desta planta podem afetar mais de 200 espécies de insetos e também ácaros, nematóides, fungos, bactérias e mesmo alguns fitovírus.

O nim tem sido usado em diferentes maneiras nas pesquisas visando o controle de fitonematoides: cobertura do solo com folhas frescas ou secas, extratos foliares aplicados ao solo, exsudatos radiculares, pó-de-serra, cobertura de sementes com extratos ou óleo, pó de semente para aplicação no solo ou como cobertura de sementes de interesse na agricultura, tratamento de raízes de plantas por mergulho em extratos foliares, etc.. Esta última técnica já foi testada em várias espécies de plantas tais como tomate, berinjela, repolho, couve-flor e pimenta, com resultados muito significativos para *M. incognita*, *M. javanica*, *Rotylenchulus reniformis*, *Tylenchorhynchus brassicae* e outros nematóides. O índice de galhas

e a população final de *M. incognita* decresceram significativamente em mudas de berinjela que tiveram suas raízes mergulhadas em suspensão de folha de nim contendo esporos do fungo nematófago *Paecilomyces lilacinus*. Foi também observado um aumento na colonização das raízes por *P. lilacinus* e um maior parasitismo dos ovos de *M. incognita*, uma indicação de uma interação complementar entre esses dois componentes para o manejo sustentado do nematóide das galhas em berinjela (Rao et al., 1997). A maior parte dos trabalhos sobre o uso de nim no controle de nematóides utiliza as tortas resultantes do processamento das sementes, em incorporação ao solo.

Muitas formulações de pesticidas à base de nim têm sido desenvolvidas nos Estados Unidos, na Índia e em outros países, principalmente para uso como inseticidas (Margosan-O, Nimbecidine, Neemgold, Neemazal, Neemax, Fortune Aza, Neemix, Achook, Neemrich, Neemark, Econeem, Rakshak, Repelin, Welgrow, Azatin, Turplex, Align, Bioneem, Benefit e outros). Alguns destes produtos têm mostrado boa atividade nematicida.

O efeito de nim contra nematóides, provavelmente, é devido a presença de várias substâncias químicas, tais como azadirachtin, nimbin, salannin, nimbidin, kaempferol, thionemone, quercetin e outros. De acordo com Schumetterer (1997), os produtos à base de nim não afetam aranhas, adultos de várias espécies de insetos benéficos e ovos de muitos predadores. Ele acredita que, devido à sua relativa seletividade esses produtos podem ser recomendados em muitos programas de manejo integrado já que, provavelmente, não irão poluir o ambiente.

## Gramíneas

Algumas espécies de gramíneas (família Poaceae) têm mostrado efeito antagonista sobre fitonematóides. Em certas circunstâncias estas plantas podem ser muito adequadas. Elas encaixam bem em esquemas de rotação com plantas anuais e, para perenes, elas podem ser usadas como cultura de cobertura. Em ambos os casos, quando possível, podem ser usadas como pastagem. Já foi também provado que os exsudatos radiculares de algumas gramíneas podem afetar fungos fitopatogênicos do solo, como *Fusarium*, *Verticillium* e outros.

Dez espécies de gramíneas plantadas em vasos, em um solo infestado com *M. javanica*, foram comparadas com relação ao controle do nematóide. Após 60 dias do plantio, a parte aérea foi eliminada e tomate foi cultivado por 30 dias nos vasos e então contaram-se as galhas nas raízes desta planta. Cinco espécies de gramíneas, *Brachiaria decumbens*, *Eragrostis curvula*, *Panicum maximum* cv. guiné, *B. brizantha* e *Digitaria decumbens* cv. pangola mostraram um efeito antagonista ao nematóide muito pronunciado. O número de galhas nas raízes dos tomateiros cultivados após estas espécies variou de 10 a 23, enquanto que 2278 galhas foram observadas após *Avena strigosa*, por exemplo. Em outro experimento, *B. decumbens* e *P. maximum* foram inoculadas com 5.000 ovos de *M. javanica* por vaso e após 120 dias nenhuma galha ou massa de ovos estava presente em suas raízes, nem juvenis de segundo estágio no solo. Significante redução na eclosão de ovos foi também observada quando massas de ovos foram expostas à exsudatos radiculares de ambas as gramíneas (Brito & Ferraz, 1987a, 1987b).

*Eragrostis curvula* foi também eficiente contra *Pratylenchus loosi* em rotação com chá. Scheffer et al. (1962) postularam que o efeito desta planta sobre *M. javanica*, *M. acrita*, *M. thamesi* e *M. hapla* foi devido à presença de catecol em suas raízes. Este composto fenólico e seus derivados são encontrados em muitas plantas e tem mostrado atividade nematicida contra *Hoplolaimus indicus*, *Helicotylenchus indicus*, *Rotylenchulus reniformis*, *Tylenchorhynchus brassicae*, *Tylenchus filiformis* (Alam et al., 1979), *Caenorhabditis elegans* (Evans et al., 1984) e *Tylenchorhynchus dubius* (Miller, 1978). Em Camarões, na África, uma avaliação da resistência de *Musa* spp. à *Radopholus similis* encontrou várias espécies e cultivares com esta característica. Os diferentes graus de infecção dos tecidos da planta estavam correlacionados com a quantidade de flavonas e catecol nas raízes (Sarah et al., 1997). Catecol também apresenta atividade sistêmica. De acordo com Sitaramaiah & Pathak (1979), aplicações foliares de catecol

em plantas de tomate, antes ou depois da inoculação com *M. javanica*, molhação do solo ou imersão das raízes nesta substância química, reduziram o número de galhas e a penetração de juvenis nas raízes. O conteúdo total de fenóis nas plantas de tomate suscetível quando pulverizadas com o produto foi igual ao conteúdo fenólico da variedade resistente, Nematex. Exposição de fêmeas adultas do nematóide ao catecol causaram uma significativa redução na liberação e eclosão dos ovos e na motilidade dos juvenis. Haroon & Smart (1983a, 1983b, 1983c), em uma série de experimentos mostraram que o capim pangola (*Digitaria decumbens*) foi muito eficiente no controle de *M. javanica*, *M. incognita*, *M. hapla* e *M. arenaria*. Raízes de tomateiro consorciado com a gramínea apresentavam menor número de galhas do que havia no tomateiro plantado sozinho. Um menor número de juvenis invadiram as raízes do capim do que o tomateiro e aqueles que penetraram nas raízes da gramínea não conseguiram se desenvolver além do segundo estágio. Os extratos radiculares, em testes de laboratório, mataram quase todos os juvenis.

Exsudatos radiculares, extratos foliares e óleos extraídos de *Cymbopogon* spp. também mostraram ação antagonista a fitonematóides. *Cymbopogon citratus* (capim limão), *C. flexuosus*, *C. martinii* e *C. Winterianus* tem sido as espécies mais estudadas (Sweelam, 1989; Tiyage et al., 1986, Sangwan et al., 1985).

Trabalhos realizados por Rodrigues-Kábana e colaboradores (1988c, 1989b, 1991a, 1991b, 1994) mostraram que a rotação com *Paspalum notatum* aumentou a produção de amendoim e soja e foi muito eficiente no controle de *M. arenaria*, *M. incognita* e *Heterodera glycines*.

## Outras plantas antagonistas

Extratos de plantas de várias espécies de *Artemisia* (família Asteraceae) possuem substâncias com propriedades antibacteriana, antihelmíntica e pesticida. Toxicidade a larvas de mosquito e nematóides já foi demonstrada, bem como ação alelopática (Sherif et al., 1987). Cobertura do solo com material vegetal de *A. dracuncululus* reduziu a população de *Ditylenchus dipsaci* em 90-96%, em flox. A ação nematicida foi atribuída a substâncias do grupo dos flavonóides (Timchenko & Maiko, 1989).

Os trabalhos com *Cajanus cajan* (guandu) têm mostrado resultados variados com relação às propriedades antagonistas, talvez devido ao uso de diferentes cultivares. Bons resultados foram obtidos contra *M. javanica* (Asmus & Ferraz, 1988; Costa & Ferraz, 1990), *M. incognita* (Reddi, 1983, Haroon & Abadir, 1989), *Pratylenchus penetrans* (Haroon & Abadir, 1989), *Heterodera glycines* (Valle et al., 1996a) e outros. Por outro lado, Rodriguez-Kábana & Ingram (1978) verificaram que o guandu foi um bom hospedeiro de várias espécies de fitonematóides ecto e endoparasitas. Em experimentos conduzidos por Thakar & Yadav (1986), com variedades de guandu suscetíveis e resistentes à *Rotylenchulus reniformis*, foi observado que a resistência estava relacionada ao conteúdo de fenóis.

Rodriguez-Kábana e colaboradores (1988b, 1989a, 1992) demonstraram que *Sesamum indicum* (família Pedaliaceae), em rotação com amendoim ou soja, foi muito eficiente no controle de *M. arenaria*, *M. incognita* e *Heterodera glycines*. Para eles, esta é uma planta "ativa", já que produz compostos nematicidas, enquanto outras, tais como milho e sorgo, são simplesmente não-hospedeiras e, por isso, consideradas "passivas". Essas três espécies de nematóides também foram controladas, em soja, por rotação com *Aeschynomene americana* e *Indigofera hirsuta* (Rodriguez-Kábana et al., 1988a).

Espécies de *Ocimum* (família Lamiaceae), entre elas *O. sanctum*, *O. basilicum* e *O. americanum* têm mostrado atividade nematicida muito pronunciada. O fracionamento de extratos foliares de *O. gratissimum* mostrou a presença de ácido oleanólico, que afetou *Caenorhabditis elegans*, um nematóide de vida livre (Njoku et al., 1997). Não se sabe ainda se esta substância química está envolvida na ação contra fitonematóides.

Extratos de *Ruta graveolens* (família Rutaceae) são eficientes no controle de *Meloidogyne* spp. (Sasanelli & D'Addabbo, 1993; Sasanelli, 1995, Mareggiani et al., 1997), *Ditylenchus dipsaci* (Insunza & Valenzuela, 1995), *Xiphinema index* (Sasanelli, 1992) e outras espécies de nematóides. Trabalhos

realizados com rotina, uma das substâncias químicas mais conhecida, dentre as que estão presentes nesta planta, não evidenciaram nenhuma atividade nematicida (Sasanelli & D'Addabbo, 1995). Não se sabe ainda, que outra substância a torna antagonista.

*Datura metel* e *D. stramonium* (família solanaceae) têm sido estudadas por muitos pesquisadores, principalmente usando-se extratos foliares ou fazendo-se a incorporação dos resíduos vegetais ao solo, e mostrado forte ação antagonista a varios nematóides. Amostras do conteúdo total de alcalóides e de hioscina, extraídos das folhas de *D. metel*, foram experimentadas contra *Hoplolaimus indicus*, *Helicotylenchus multincinctus* e *M. incognita*. Os alcalóides mataram 90-100% de todos os nematóides, enquanto que a hioscina foi efetiva somente contra *H. indicus*, ao nível de 90% de mortalidade (Qamar et al., 1995).

*Chenopodium* (família Chenopodiaceae) é um gênero encontrado em quase todo o mundo e contém substâncias com propriedades fúngicas, bactericidas, viricidas, nematicidas, inseticidas, moluscocidas e alelopáticas (Quarles, 1992). *Chenopodium ambrosioides*, *C. quinoa* e *C. album*, as espécies mais conhecidas, são eficientes contra vários fitonematóides mas o componente ativo de cada espécie não é ainda conhecido. Óleos essenciais, saponinas, flavonóides e esteróides já foram identificados em *C. ambrosioides* e são todos ativos contra nematóides. Os óleos essenciais contém peróxido de ascaridol, que é anti-helmíntico. Contudo, uma possível limitação no eventual uso dos óleos essenciais de *C. ambrosioides* para o controle de nematóides é que eles também contém limoneno, uma substância tóxica a minhocas (Karr et al., 1990).

*Calotropis procera* (família Asclepiadaceae) tem atraído a atenção de muitos pesquisadores ultimamente. Incorporação ao solo de folhas picadas resultou em significativa redução da população de muitas espécies de nematóides. Extratos foliares geralmente mostram uma forte influência na eclosão de ovos, na mortalidade de juvenis e adultos e também diminuem a penetração de nematóides endoparasitas nas raízes. O tratamento de raízes nuas de mudas de tomate e pimentão com extratos de folhas de *C. procera* reduziu significativamente o desenvolvimento de *M. incognita* (Akthar et al., 1992). O tratamento de sementes de *Cajanus cajan* e *Cicer arietinum* com látex desta planta resultou no controle de *M. incognita* e *Rotylenchulus reniformis*, com um aumento nos parâmetros de crescimento, conteúdo de clorofila das folhas, capacidade de absorção das raízes e nodulação (Anver & Alam, 1992).

Uma lista com mais de 400 espécies de plantas que, de algum modo, mostraram ação antagonista e a relação dos fitonematóides que foram controlados se encontra na revisão de Ferraz & Freitas (no prelo).

## Novas abordagens no uso de plantas antagonistas

Mergulhar raízes de mudas de plantas em extratos de plantas antagonistas é um método relativamente novo de induzir resistência a nematóides em plantas geneticamente suscetíveis a eles, ou de algum modo, protegê-las destes importantes patógenos. Um bom controle de *M. incognita*, por exemplo, em tomate e pimentão, foi conseguido ao se mergulhar as raízes destas plantas em extratos de *Azadirachta indica*, *Ricinus communis*, *Eruca sativa*, *Brassica juncea*, *Melia azedarach* ou *Calotropis procera*. Produtos industriais à base de nim, tais como Nimin, foram também testados com bons resultados.

Cobertura de sementes de plantas agrônômicas com látex de *Calotropis procera*, *C. gigantea*, *Euphorbia pulcherrima*, *E. milis*, *E. nerifolia*, *E. caducifolia*, *E. tirucalli*, *Carica papaya* e outras, tem mostrado ser uma técnica promissora visando o controle de nematóides. Ahook, Sunneem, Repelin e outros produtos à base de nim mostraram também uma certa ação protetora quando usados desta maneira.

Alguns dos produtos derivados de nim, desenvolvidos para o controle de insetos (Jawan, Neemguard, Neemark, Margoside, Nimbecidine e outros) têm sido testados em condições de laboratório e de campo para controlar nematóides. Embora o grau de eficiência não tenha sido muito alto, eles podem ser úteis em um esquema de manejo integrado de pragas e doenças.

Outro importante campo de pesquisa explorado nas últimas décadas é a associação de plantas antagonistas e fungos nematófagos para controlar nematóides. Matéria orgânica de *Tagetes minuta*, *Ricinus communis* e *Datura stramonium* estimularam o parasitismo de ovos de *M. incognita* e *M. javanica* por *Paecilomyces lilacinus*.

A interação de plantas antagonistas com micorriza tem sido investigada. O crescimento de mudas de tomate foi sinergisticamente estimulado depois que o fungo micorrízico *Glomus fasciculatum* foi introduzido em sementeira infestada, a qual se tinha adicionado folhas de *Calotropis procera*. A interação destes dois componentes também resultou em uma significativa redução do número de galhas nas raízes e uma diminuição do número de ovos por massa de ovos. A colonização pela micorriza foi maior nas raízes das mudas de tomate plantadas no solo onde se tinha adicionado as folhas de *C. procera*, uma indicação segura de uma interação complementar (Rao et al., 1996).

O plantio consorciado de plantas antagonistas com culturas comerciais tem gerado controvérsia. Embora sempre haja benefícios, como a melhoria do solo e a diminuição de pragas e doenças, freqüentemente o produtor se desaponta ao ver que não houve aumento de produção e o retorno financeiro não compensa os gastos extras. Contudo, estudos como o de Meyer et al. (1992) mostram aspectos interessantes a serem considerados. *Muhlenbergia schreberi* sobressaiu em seus experimentos como a mais promissora candidata à cultura de cobertura em pomares de pêssago. De acordo com os autores, essa gramínea perene, de baixa estatura tolera seca, cresce bem em sombra parcial, não serve de abrigo para pragas como *Tetranychus urticae* e *Lygus lineolaris*, inibe populações do importante nematóide na cultura do pessegueiro, *Criconemella xenoplex*, e sobrevive ao inverno com pouca injúria. Esta planta ainda ajuda no controle de ervas daninhas e não parece ser muito competitiva com o pêssago por nutrientes e água, mesmo quando crescendo diretamente debaixo dos pés de pêssago. Na cultura da banana, que tem sérios problemas com nematóides em todos os lugares onde é cultivada, o consórcio com plantas antagonistas pode dar bons resultados. No Quênia, Charles (1995) testou o consórcio de banana com *Coriandrum sativum*, *Sesamum indicum*, *Crotalaria juncea*, *Tagetes erecta* e *Acorus calamus* como alternativa para a aplicação de carbofuran. Comparadas à testemunha, todas as antagonistas reduziram as populações de *Radopholus similis*, *Rotylenchulus reniformis*, *M. incognita*, *Helicotylenchus multicinctus* e *Hoplolaimus indicus*. Todas elas, exceto *A. calamus*, causaram uma redução no número de nematóides maior do que carbofuran.

Nematicidas naturais têm sido procurados pelos pesquisadores para substituir os atuais produtos, que são muito tóxicos e prejudiciais ao ambiente. Sitaramaiah & Pathak (1981) reportaram que a produção de tomates aumentou e o número de galhas de *M. incognita* e *M. javanica* diminuiu depois que as plantas foram pulverizadas com catecol. Um outro produto promissor, conhecido pela sigla DMDP, um alcalóide isolado de sementes e folhas de plantas dos gêneros *Lonchocarpus* e *Derris*, mostrou atividade sistêmica contra *M. javanica* em tomate (Birch et al., 1993b). Um fumigante natural produzido a partir de bagaço de cana, chamado 2-furfuraldeído, tem propriedades fungicidas, inseticidas e nematicidas (Daneel & Jagger, 1996). Produtos como este necessitam ser melhor estudados para o controle de fitonematóides. Nematicidas naturais podem ser encontrados mesmo nos mares. onde extratos brutos de algumas algas (*Jolina laminarioides*, *Cystoseira trinodis* e outras) já mostraram efeitos sobre *M. javanica* (Atta Ur et al., 1997).

## Conclusão

A relutância dos agricultores em adotar plantas antagonistas para controlar fitonematóides é a principal barreira para o seu uso. Já que cautela parece ser inerente à natureza dos agricultores, é muito importante eliminar todas as dúvidas a respeito da eficiência da técnica, assegurando a eles bons lucros, através de dados de pesquisa e um bom trabalho de extensão. Portanto, a pesquisa aplicada é essencial para gerar dados que, quando disponíveis para os agricultores através dos extensionistas, sejam convincentes o



suficiente para mudar seu ponto de vista. É também desejável encontrar aplicações adicionais para as plantas selecionadas de modo a compensar o agricultor pelas despesas extras de cultivá-las. Como ilustração, vejamos o que aconteceu com a mucuna. Quando ela apareceu nos Estados Unidos foi considerada como "uma das mais importantes culturas de recente introdução" (Tracy & Coe, 1918). Em 1917, a área cultivada com esta planta já atingia 2.000.000 ha (Coe, 1918), devido às suas qualidades de melhorar as características do solo e para alimentação de porcos e de gado. O uso da mucuna começou a declinar no início da década de 20 mas a cultura continuou a ser importante no Sul até a metade da década de 40. Em 1965 a mucuna quase desapareceu, como cultura, nos Estados Unidos. A explicação para este fenômeno é, provavelmente, o declínio rápido dos preços dos fertilizantes minerais e a popularidade cada vez maior da soja como uma cultura comercial (Buckles, 1995). No Brasil, quase não há dados sobre o cultivo desta leguminosa, mas sabe-se que resultados muito bons têm sido obtidos na região noroeste do Estado de São Paulo e em vários outros locais, no que concerne ao controle de nematóides, aumento de produção e melhoria geral das características do solo (Carlos Kage, comunicação pessoal).

Algumas peculiaridades interessantes da mucuna que necessitam ser melhor exploradas são: 1) ela apresenta fortes propriedades alelopáticas, controlando diversas ervas daninhas; 2) mais de 50 substâncias químicas já foram isoladas da planta, tais como alanina, ácido araquídico, arginina, ácido aspártico, beta-sitosterol, cistina, L-dopa, ácido gálico, ácido glutâmico, glicina, histidina, lecitina, leucina, ácido linoleico, ácido mirístico, nicotina, ácido oleico, ácido palmítico, prolina, saponinas, serina, seratonina, tirosina, valina e outras; 3) é considerada uma excelente planta para cobertura vegetal; 5) no México, as sementes são tostadas e moidas para fazer um "café" com alto teor de proteínas ou usada para aumentar o café tradicional, embora, se tomado em excesso pode causar dores abdominais; 6) apresenta propriedades analgésicas, anti-inflamatórias, anti-piréticas, carminativas, diuréticas, hipocolesterolêmicas, hipoglicêmicas, vermífugas e outras. As sementes de *Mucuna pruriens* têm sido usadas na medicina Unani, na Índia, e em outros países para tratar disfunções sexuais masculinas. O efeito da semente em pó de *M. pruriens* no acasalamento, libido e potência de ratos machos normais foi investigado. Um efeito muito forte e durável na atividade sexual dos ratos foi observado (Amim et al., 1996); 7) as sementes podem ser usadas para o consumo humano, mas é necessário eliminar fatores não-nutricionais que elas contêm, tais como o fator anti-tripsina e L-dopa. A adoção de mucuna como antagonista pode apresentar problemas peculiares a uma dada região. Em Benim, África, por exemplo, onde ela é cultivada principalmente para alimentação humana e de animais, os agricultores não tem conseguido semear a cultura nas datas apropriadas para obter boa produção de biomassa e máximo benefício e ainda sofrem riscos de perda por fogo na época seca e o perigo de cobras, comuns na cultura. Contudo, mesmo com esses problemas, após 5 anos de trabalho da extensão, mucuna tem sido aceita como uma tecnologia eficiente para a agricultura sustentável naquele país (Galiba et al., 1998). Na América Central, onde o cultivo consorciado de mucuna com milho é comum, ratos costumam ser um problema, já que eles usam os ramos da mucuna para subir e comer as espigas de milho.

Os pesquisadores têm procurado por novas idéias no manejo de fitonematóides, tais como a descoberta de antagonistas eficientes, o desenvolvimento de técnicas para melhor utilização de plantas antagonistas e a descoberta de outras propriedades destas plantas para que elas se tornem comerciais, o que estimularia o seu cultivo pelos agricultores. Na busca de alternativas para o controle químico de fitonematóides o valor nematicida potencial de muitas plantas, produtos secundários e resíduos tem sido estudado. Contudo, a maior parte destas pesquisas tem sido sobre o efeito nematostático ou nematicida do extrato bruto de plantas sobre certas espécies de nematóides, principalmente, *M. incognita*. Somente em alguns poucos casos a substância ativa foi identificada e, mesmo nesses casos, o modo de ação é desconhecido. Pode-se notar que há uma ampla avenida aberta para pesquisas atrativas e promissoras nesta área e as indústrias estão observando o desenvolvimento destes trabalhos de perto. É necessário: I) continuar a avaliação de espécies de plantas em busca de novas antagonistas e de substâncias nematicidas; II) aumentar em número e profundidade os estudos de avaliação de antagonistas potenciais ou conhecidas com relação à

sua segurança contra inimigos naturais dos nematóides e organismos benéficos; III) desenvolver, a partir de plantas, formulações novas de nematicidas ou produtos nematostáticos estáveis e de baixo custo.

## Referências

- Abid, M. & M. A. Maqbool. 1990. Effects of inter-cropping of *Tagetes erecta* on root-knot disease and growth of tomato. *International Nematology Network Newsletter* 7(3): 41-42.
- Akhtar, M., A. H. Wani & M. M. Alam. 1992. Control of root-knot nematode with bare-root dip in leaf extracts of Persian lilac and *Calotropis*. *Current Nematology* 3(1): 41-44.
- Alam, M. M., A. M. Khan & S. K. Saxena. 1979. Mechanism of control of plant parasitic nematodes as a result of the application of organic amendments to the soil. V. Role of phenolic compounds. *Indian Journal of Nematology* publ. 1980, 9(2): 136-142.
- Alam, M. M., M. A. Siddiqui & A. Ahmad. 1990. Antagonistic plants. Pp. 41-49 in M. S. Jairajpuri, M. M. Alam and I. Ahmad, eds. *Nematode biocontrol: aspects & prospects*. Delhi, India, CBS Publishers & Distributors.
- Amim, K. M. Y., M. N. Khan, S. S. Rehman & N. A. Khan. 1996. Sexual function improving effect of *Mucuna pruriens* in sexually normal male rats. *Fitoterapia* 67: 53-58.
- Anver, S. & M. M. Alam. 1992. Effect of latex seed dressing on interacting root-knot and reniform nematodes. *Afro Asian Journal of Nematology* 2(1-2): 17-20.
- Asmus, R. M. F. & S. Ferraz. 1988. Antagonismo de algumas espécies vegetais, principalmente leguminosas, à *Meloidogyne javanica*. *Fitopatologia Brasileira* 13(1): 20-24.
- Atta ur, R., A. M. Khan, M. Shabbir, M. Abid, M. I. Chaudhary, A. Nasreen, M. A. Maqbool, M. Shameel & R. Sualeh. 1997. Nematicidal activity of marine organisms. *Pakistan Journal of Nematology* 15(1-2): 95-100.
- Birch, A. N. E., W. M. Robertson, I. E. Geoghegan, W. J. McGavin, T. J. W. Alphey, M. S. Phillips, L. E. Fellows, A. A. Watson, M. S. J. Simmonds & E. A. Porter. 1993. DMDP - a plant-derived sugar analogue with systemic activity against plant parasitic nematodes. *Nematologica* 39(4): 521-535.
- Brito, J. A. & S. Ferraz. 1987a. Antagonismo de *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum* cv. guiné a *Meloidogyne javanica*. *Nematologia Brasileira* 11: 270-285.
- Brito, J. A. & S. Ferraz. 1987b. Seleção de gramíneas antagonistas a *Meloidogyne javanica*. *Nematologia Brasileira* 11: 260-269.
- Buckles, D. 1995. Velvetbean: A new plant with a history. *Economic botany* 49: 13-25.
- Charles, J. S. K. 1995. Effect of intercropping antagonistic crops against nematodes in banana. *Annals of Plant Protection Sciences* 3(2): 185-187.

- Chitwood, D. J. 1992. Nematicidal compounds from plants. Pp.185-204 in H. N. Nigg and D. Seigler, eds. Phytochemical resources for medicine and agriculture. New York, Plenum Press.
- Chitwood, D. 1993. Naturally occurring nematicides. Pp. 300-315 in D.J.Chitwood, S.O. Duke, J.J.menn, and J.R.Plimmer, eds. Pest control with enhanced environmental safety. ACS Symposium Series No. 524. Washington, DC, American Chemical Society.
- Coe, H. S. 1918. Origin of the Georgia and Alabama varieties of velvet bean. Journal of the American Society of Agronomy 12: 175-179.
- Cook, C. G.& G. A. White. 1996. *Crotalaria juncea*: a potencial multi-purpose fiber crop.Pp. 389-394 in C. G. Cook, and G. A. White, eds. Progress in new crops. Arlington, VA, ASHS Press:
- Costa, D. C. & S. Ferraz. 1990. Avaliação do efeito antagônico de algumas plantas, principalmente de inverno, à *Meloidogyne javanica*. Nematologia Brasileira 14: 61-70.
- Daneel, M. & K. de Jager. 1996. A naturally occurring fumigant for nematode control. Inligtingsbulletin Instituut vir Tropiese en Subtropiese Gewasse(288): 9.
- Dhangar, D. S., D. C. Gupta & R. K. Jain. 1995. Effect of marigold (*Tagetes erecta*) intercropped with brinjal in different soil types on disease intensity of root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*). Indian Journal of Nematology publ. 1996, 25(2): 181-186.
- Duke, J. A. 1981. Handbook of legumes of world economic importance. New York, NY, USA, Plenum Press.
- Edwards, L., T. Vrain & R. S. Utkhede. 1994. Effect of antagonistic plants on apple replant disease. Acta Horticulturae 363: 135-140.
- Eisenback, J. D. 1987. Reproduction of northern root-knot nematode (*Meloidogyne hapla*) on marigolds. Plant Disease 71(3): 281.
- Evans, P. H., W. S. Bowers & E. J. Funk. 1984. Identification of fungicidal and nematicidal components in the leaves of *Piper betle* (Piperaceae). Journal of Agricultural and Food Chemistry 32(6): 1254-1256.
- Ferraz, C. A. M., E. Cia & N. P. Sabino. 1977. Effect of Bengal beans and groundnuts in rotation with cotton. Bragantia 36(1): 1-9.
- Ferraz, S. & L.A C. Valle. 1997a. Controle de fitonematóides por plantas antagônicas. Cadernos Didáticos, UFV. Viçosa, MG. 68 p.
- Ferraz, S. & L.A C. Valle. 1997b. Utilização de plantas antagônicas no controle de fitonematóides. In: Oliveira, J.R. (Ed.), II Encontro de Fitopatologia. UFV, Imprensa Universitária, Viçosa, MG., p. 42-55.
- Ferraz, S. and L.G. Freitas. Use of antagonistic plants and natural products. In: Chen, Z., S. Chen & D.W. Dickson (Eds.), Nematology, Advances and Perspectives. Vol. II. No prelo.

- Galiba, M., P. Vissoh, G. Dagbenonbakin & F. Fagbohoun. 1998. The reactions and fears of farmers utilizing velvet bean (*Mucuna pruriens*). Pp. 55-64. in D. Buckles, A. Etèka, O. Osiname, M. Galiba and N. Galiano, eds. Cover crops in West Africa: contributing to sustainable agriculture. Ottawa, Canada. International Maize and Wheat Improvement Center; International Development Research Centre.
- Gommers, F. J. 1973. Nematicidal principles in Compositae. Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen 73(17): ii + 71 pp.
- Gommers, F. J. 1981. Biochemical interactions between nematodes and plants and their relevance to control. Helminthological Abstracts, Series B 50(1): 9-24.
- Gommers, F. J & J. Bakker. 1988. Physiological diseases induced by plant responses or products. Pp. 3-22. in Poinar Jr, G.O. & H.B. Jansson, eds. Diseases of nematodes, vol. 1 Boca Raton, Florida, CRC Press.
- Haroon, S. & R. N. Huettel. 1991. Effect of extracts from some medicinal plants on soybean cyst nematode. Journal of Nematology 23(4): 531.
- Haroon, S. & G. C. Smart, Jr. 1983a. Development of *Meloidogyne incognita* inhibited by *Digitaria decumbens* cv. Pangola. Journal of Nematology 15(1): 102-105.
- Haroon, S. & G. C. Smart, Jr. 1983b. Effects of Pangola digitgrass on *Meloidogyne arenaria*, *M. javanica* and *M. hapla*. Journal of Nematology 15(4): 649-650.
- Haroon, S. & G.C. Smart, Jr. 1983c. Root extracts of Pangola digitgrass affect egg hatch and larval survival of *Meloidogyne incognita*. Journal of Nematology 15(4): 646-649.
- Haroon, S. A. & S. H. Abadir. 1989. The effect of four summer legume cover crops on the population level of *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus penetrans* and *Trichodorus christiei*. Assiut Journal of Agricultural Sciences 20(2): 25-35.
- Insunza, V. B. & A. A. Valenzuela. 1995. Control of *Ditylenchus dipsaci* on garlic (*Allium sativum*) with extracts of medicinal plants from Chile. Nematropica 25(1): 35-41.
- Karr, L. L., C. D. Drewes & J. R. Coats. 1990. Toxic effects of d-limonene in the earthworm *Eisenia fetida* {Sauvigny}. Pesticide Biochemistry and Physiology 36: 175-186.
- Khan, A. M., S. K. Saxena & Z. A. Siddiqi. 1971. Efficacy of *Tagetes erecta* in reducing root infesting nematodes of tomato and okra. Indian Phytopathology 24: 166-169.
- Khan, H. A., F. Qamar, M. Saeed & S. A. Khan. 1990. The nematicidal properties of compounds of plant origin with emphasis on polyphenols - a review. Proceedings of Parasitology 9(No. 1): 87-91.
- Kloepper, J. W., R. Rodríguez-Kábana, J. A. McInroy & D. J. Collins. 1991. Analysis of populations and physiological characterization of microorganisms in rhizospheres of plants with antagonistic properties to phytopathogenic nematodes. Plant and Soil 136(1): 95-102.
- Lawrence, B.M. 1985. A review of the world production of essential oils (for 1984). Perfumer and Flavorist 10(5): 1-16.

- Macedo, M. E., R. Consoli, T. S. M. Grandi, A. M. G. dos Anjos, A. B. de Oliveira, N. M. Mendes, R. O. Queiroz & C. L. Zani. 1997. Screening of Asteraceae (Compositae) plant extracts for larvicidal activity against *Aedes fluviatilis* (Diptera: Culicidae). *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 92(4): 565-570.
- Mareggiani, G., A. Pelicano, A. Frascina, G. Bilotti, N. Gorosito & G. Zipeto. 1997. "In vitro" activity of natural plant products on *Meloidogyne incognita* larvae (Nematoda: Meloidogynidae). *Revista de la Facultad de Agronomia, Universidad de Buenos Aires* 16(3): 141-145.
- Martowo, B. & D. Rohana. 1987. The effect of intercropping of pepper (*Capsicum annum* L.) with some vegetable crops on pepper yield and disease incidence caused by *Meloidogyne* spp. *Buletin Penelitian Hortikultura* 15(4): 55-59.
- Medina, A. L., J. N. BeMiller, J. Janick & J. E. Simon. 1993. Marigold flower meal as a source of an emulsifying gum. *New crops exploration: research and commercialization, Indianapolis, Indiana, October 6-9, 1991. 1993, 389-393.*
- Mejia, E. G. de, G. L. Pina & M. R. Gomez. 1997. Antimutagenicity of xanthophylls present in Aztec Marigold (*Tagetes erecta*) against 1-nitropyrene. *Mutation Research, Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis* 389(2-3): 219-226.
- Meyer, J. R., E. I. Zehr, R. L. Meagher, Jr. & S. K. Salvo. 1992. Survival and growth of peach trees and pest populations in orchard plots managed with experimental ground covers. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 41(3-4): 353-363.
- Miller, P. M. 1978. Toxicity of homogenized leaves of woody and herbaceous plants to root lesion nematodes in water and in soil. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 103(1): 78-81.
- Naganathan, T. G., R. Arumugam, M. Kulasekaran & S. Vadivelu. 1988. Effect of antagonistic crops as intercrops on the control of banana nematodes. *South Indian Horticulture* 36(5): 268-269.
- Njoku, C. J., L. Zeng, I. U. Asuzu, N. H. Oberlies, J. L. McLaughlin & L. Zeng. 1997. Oleanolic acid, a bioactive component of the leaves of *Ocimum gratissimum* (Lamiaceae). *International Journal of Pharmacognosy* 35(2): 134-137.
- Nuttall, Z. 1920. Los jardines del antiguo Mexico. *Memoires de la Sociedad Cientifica "Antonio Alazate"*. 37: 193-213.
- Oostenbrink, M., K. Kuiper & J. J. s`Jacob. 1957. *Tagetes* als feindpflanzen von *Pratylenchus*-arten. *Nematologica {Suppl.}* 2: 424-433.
- Padma, V., K. Suman, S. Satyawati, P. Vasudevan, S. Kashyap & S. Sharma. 1997. *Tagetes*: a multipurpose plant. *Bioresource Technology* 62(1-2): 29-35.
- Perich, M. J., C. Wells, W. Bertsch & K. E. Tredway. 1994. Toxicity of extracts from three *Tagetes* against adults and larvae of yellowfever mosquito and *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology* 31(6): 833-837.

- Prasad, D & M. M. Haque. 1982. Reaction on varieties of marigold against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Indian Journal of Nematology 12(2): 418-419.
- Pritts, M. P. 1992. Weed control in strawberries: some new approaches. Pennsylvania Fruit News 72(4): 97-102.
- Qamar, F., Z. Kapadia, S. A. Khan & Y. Badar. 1995. *Datura metel* L. a plant with nematicidal potential. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research 38(8): 319-321.
- Quarles, W. 1992. Botanical pesticides from *Chenopodium*. IPM Practitioner 14(2): 1-11.
- Rao, M. S., P. P. Reddy & S. M. Das. 1996. Effect of integration of *Calotropis procera* leaf and *Glomus fasciculatum* on the management of *Meloidogyne incognita* infesting tomato. Nematologia Mediterranea 24(1): 59-61.
- Rao, M. S., P. P. Reddy & M. Nagesh. 1997. Integration of *Paecilomyces lilacinus* with neem leaf suspension for the management of root-knot nematodes on egg plant. Nematologia Mediterranea 25(2): 249-252.
- Reddi, C. K. 1983. Nitrogen fixation and nematode resistance of 13 tropical legumes. Dissertation Abstracts International, B 44(2): 380b.
- Rodríguez-Kábana, R & E. G. Ingram. 1978. Susceptibility of pigeon pea to plant parasitic nematodes in Alabama. Nematropica 8(1): 32-35.
- Rodríguez-Kábana, R., P.S. King, D.G. Robertson, C.W. Weaver & E.L. Carden. 1988a. New crops with potential for management of soybean nematodes. Nematropica 18(1): 45-52.
- Rodríguez-Kábana, R., P. S. King, D. G. Robertson & C. F. Weaver. 1988b. Potential of crops uncommon to Alabama for management of root-knot and soybean cyst nematodes. Annals of Applied Nematology 2: 116-120.
- Rodríguez-Kábana, R., N. Kokalis Burelle, D. G. Robertson, P. S. King & L. W. Wells. 1994. Rotations with coastal bermudagrass, cotton, and bahiagrass for management of *Meloidogyne arenaria* and Southern blight in peanut. Journal of Nematology Suppl. 26(4S): 665-668.
- Rodríguez-Kábana, R., D.G. Robertson, C.F. Weaver & L. Wells. 1991a. Rotations of bahiagrass and castorbean with peanut for the management of *Meloidogyne arenaria*. Journal of Nematology Suppl. 23 (4S): 658-661.
- Rodríguez-Kábana, R., D. G. Robertson, L. Wells, P. S. King & C. F. Weaver. 1989a. Crops uncommon to Alabama for the management of *Meloidogyne arenaria* in peanut. Journal of Nematology Suppl. 21(4S): 712-716.
- Rodríguez-Kábana, R., C. F. Weaver, D. G. Robertson & H. Ivey. 1988c. Bahiagrass for the management of *Meloidogyne arenaria* in peanut. Annals of Applied Nematology 2: 110-114.
- Rodríguez-Kábana, R., D. B. Weaver, R. Garcia, D. G. Robertson & E. L. Carden. 1989b. Bahiagrass for the management of root-knot and cyst nematodes in soybean. Nematropica 19(2): 185-193.

- Rodríguez-Kábana, R., D. B. Weaver, D. G. Robertson, E. L. Carden & M. L. Pegues. 1991b. Additional studies on the use of bahiagrass for the management of root-knot and cyst nematodes in soybean. *Nematropica* 21(2): 203-210.
- Sadhana, S. & D. S. Walia. 1996. Fungitoxicity test of certain essential oils against storage fungi. *International Journal of Tropical Plant Diseases* 14(2): 227-228.
- Sangwan, N. K., K. K. Verma, B. S. Verma, M. S. Mali & K. S. Dhindsa. 1985. Nematicidal activity of essential oils of *Cymbopogon* grasses. *Nematologica* 31(1): 93-99.
- Sano, Z. & K. Nakasono. 1986. Histological responses of three leguminous enemy plants to the penetration and development of *Meloidogyne incognita*. *Japanese Journal of Nematology* 16(12): 48-55.
- Sano, Z. I., K. Nakasono & M. Araki. 1983. Penetration and development of *Meloidogyne incognita* in some enemy and host plants. *Proceedings of the Association for Plant Protection of Kyushu* 29: 132-136.
- Sarah, J. L., R. Fogain & C. Valette. 1997. Nematode resistance in bananas: varietal screening and resistance mechanisms. *Fruits Paris* 52(4): 267-271.
- Sasanelli, N. 1992. Nematicidal activity of aqueous extracts from leaves of *Ruta graveolens* on *Xiphinema index*. *Nematologia Mediterranea* 20(1): 53-55.
- Sasanelli, N. 1995. Prospects for the use of some plants with nematicide action. *Informatore Agrario* 51(48): 55-56.
- Sasanelli, N. & T. D'Addabbo. 1993. Effect of *Cineraria maritima*, *Ruta graveolens* and *Tagetes erecta* leaf and root extracts on Italian populations of *Meloidogyne* species. *Nematologia Mediterranea* 21(1): 21-25.
- Sasanelli, N. & T. D'Addabbo. 1995. Effect of aqueous solutions of rutin on the beet cyst nematode *Heterodera schachtii*. *Nematologia Mediterranea* 23(1): 31-34.
- Scheffer, F., R. Kickuth & J. H. Visser. 1962. Die Wurzelausscheidungen von *Eragrotis curvula*, Nees und ihr Einfluss auf Wurzelknoten-Nematoden. *Zeitschrift für Pflanzenahrung und Bodenkunde* 98: 114-120.
- Schmutterer, H. 1997. Side-effects of neem (*Azadirachta indica*) products on insect pathogens and natural enemies of spider, mites and insects. *Journal of Applied Entomology* 121(2): 121-128.
- Sherif, A., R. G. Hall & M. El Amamy. 1987. Drugs, insecticides and other agents from *Artemisia*. *Medical Hypotheses* 23(2): 187-193.
- Siddiqui, M. A. & M. M. Alam. 1987. Control of plant parasitic nematodes by intercropping with *Tagetes minuta*. *Nematologia Mediterranea* 15(2): 205-211.
- Silva, G. S. da, S. Ferraz & J. M. dos Santos. 1989a. Atração, penetração e desenvolvimento de larvas de *Meloidogyne javanica* em raízes de *Crotalaria* spp. *Nematologia Brasileira* 13: 151-163.

- Silva, G. S. da, S. Ferraz & J. M. dos Santos. 1989b. Resistência de espécies de *Crotalaria* a *Pratylenchus brachyurus* e *P. zaei*. *Nematologia Brasileira* 13: 81-86.
- Silva, G. S. da, S. Ferraz & J. M. dos Santos. 1989c. Resistência de espécies de *Crotalaria* a *Rotylenchulus reniformis*. *Nematologia Brasileira* 13: 87-92.
- Sitaramaiah, K. & K. N. Pathak. 1979. Effect of phenolics and an aromatic acid on *Meloidogyne javanica* infecting tomato. *Nematologica* 25(3): 281-287.
- Sitaramaiah, K. & K. N. Pathak. 1981. Effect of growth regulators, phenolics and an aromatic acid on root-knot severity (*Meloidogyne incognita* and *M. javanica*) on tomato. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 88(11): 651-654.
- Slootweg, A. F. G. 1956. Root rot of bulbs caused by *Pratylenchus* and *Hoplolaimus* spp. *Nematologica* 1: 192-201.
- Soule, J. A. & J. Janick. 1996. Novel annual and perennial *Tagetes*. Progress in new crops: Proceedings of the Third National Symposium Indiana: USA, 22-25 October, 1996. 1996, 546-551.
- Steiner, G. 1941. Nematodes parasitic on and associated with roots of marigolds {*Tagetes* hybrids}. Proceedings of the Biological Society of Washington 54: 31-34.
- Supratoyo, M. 1993. Studies on the effect of *Tagetes erecta* and *Tagetes patula* for controlling plant parasitic nematodes on banana. *Ilmu Pertanian* 5(3): 681-691.
- Sweelam, M. E. 1989. The potential use of some ornamental plants for nematode control in Egypt. *Bulletin of the Faculty of Agriculture, University of Cairo* 40(2): 391-393.
- Sweet, R. 1817. *Tagetes florida*. *Brit. Fl. Gard.*, Ser. I. t. 35.
- Thakar, N. A. & B. S. Yadav. 1986. Role of total phenols in pigeonpea resistance to reniform nematode. *Indian Journal of Nematology* 16(2): 261-263.
- Timchenko, L. S. & T. K. Maiko. 1989. Nematicidal properties of plants - antagonists of nematodes of decorative plants. *Byulleten' Vsesoyuznogo Instituta Gel'mintologii im. K. I. Skryabina* No. 50: 81-84.
- Tiyagi, S. A., M. A. Siddiqui & M. M. Alam. 1986. Toxicity of an insect-repellent plant to plant-parasitic nematodes. *International Nematology Network Newsletter* 3(2): 16-17.
- Tracy, S. M. & H. S. Coe. 1918. Velvet bean. Washington, DC, United States Department of Agriculture.
- Tsai, B. Y., J. West, S. D. Van Gundi & E. Rodrigues. 1991. Screening plants for nematicidal agents. Pp. 01-26 in I. Kudu and M. Jacobson. *Phytochemical Pesticides*. Oxford, CRC Press.
- Valle, L. A. C. do, W. P. Dias & S. Ferraz. 1996a. Reação de algumas espécies vegetais, principalmente leguminosas, ao nematóide de cistos da soja, *Heterodera glycines* Ichinohe. *Nematologia Brasileira* 20(2): 30-40.



- Valle, L. A. C. do, S. Ferraz, W. P. Dias & D. A. Teixeira. 1996b. Controle do nematóide de cistos da soja, *Heterodera glycines* Ichinohe, com gramíneas forrageiras. *Nematologia Brasileira* 20(2): 1-11.
- Varma, M. K., H. C. Sharma & V. N. Pathak. 1978. Efficacy of *Tagetes patula* and *Sesamum orientale* against root knot of eggplant. *Plant Disease Reporter* 62(3): 274-275.
- Villar, E. M. J. & E. Zavaleta-Mejía. 1990. Effect of *Crotalaria longirostrata* Hook y Arnott on root galling nematodes (*Meloidogyne* spp.). *Revista Mexicana de Fitopatología* 8(2): 166-172.
- Zavaleta-Mejía, E. & R. O. Gomez. 1995. Effect of *Tagetes erecta* L.-tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) intercropping on some tomato pests. *Fitopatologia* 30(1): 35-46.
- Zygadlo, J. A., C. A. Guzman & N. R. Grosso. 1994. Antifungal properties of the leaf oils of *Tagetes minuta* L. and *T. filifolia* Lag. *Journal of Essential Oil Research* 6(6): 617-621.