

Capítulo 12

Adubos verdes para o controle de fitonematoides

Mário Massayuki Inomoto
Guilherme Lafourcade Asmus
Rosangela Aparecida da Silva

Introdução

Alguns adubos verdes têm enorme potencial para serem usados no manejo de fitonematoides, embora a principal finalidade da adubação verde seja melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo. Porém, a maioria dos adubos verdes é hospedeira dos principais fitonematoides que ocorrem no Brasil. Algumas espécies de adubos verdes, principalmente das famílias Fabaceae (Leguminosae) e Mimosaceae (Leguminosae), por serem não hospedeiras ou más hospedeiras dos nematoides-das-galhas (*Meloidogyne* spp.), foram extensivamente empregadas no seu manejo, em rotação ou consórcio com as culturas principais, entre os anos de 1940 e 1980. O interesse por esses adubos verdes para o manejo dos nematoides experimentou notável declínio por volta de 1980. Outras técnicas de manejo, como controle químico e uso de cultivares resistentes, passaram a ser preferidas à medida que o uso da terra tornou-se mais intenso. De fato, à medida que os empreendimentos agrícolas tornavam-se mais tecnificados, dois ou três ciclos culturais passaram a ser a regra vigente e, dentro de tal panorama, os adubos verdes perderam valor, pois seu cultivo demandava 3 ou 4 meses de cada ano. Entretanto, no último decênio, e principalmente a partir do ano de 2002, o uso de algumas fabáceas, com destaque para *Crotalaria spectabilis* Roth, tem sido impulsionado em grande medida pela sua capacidade de suprimir espécies de fitonematoides de manejo muito difícil, como o nematoide-das-lesões [*Pratylenchus brachyurus* (Godfrey)].

Neste capítulo, o leitor encontrará informações em relação aos efeitos conhecidos das mais populares espécies de adubos verdes, com destaque para as leguminosas, sobre as principais espécies de fitonematoides.

Controle dos nematoides-das-galhas

Importância dos nematoides

Em razão das perdas econômicas causadas pelos nematoides, seis espécies de nematoide-das-galhas são de grande importância para a agricultura do Brasil: *Meloidogyne javanica* (Treub),

Meloidogyne incognita (Kofoid & White), *Meloidogyne arenaria* (Neal), *Meloidogyne exigua* Goeldi, *Meloidogyne paranaensis* Carneiro, Carneiro, Abrantes, Santos & Almeida e *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback (syn. *Meloidogyne mayaguensis* Rammah & Hirschmann). As duas primeiras são espécies polífagas de ocorrência generalizada no Brasil. No entanto, as perdas causadas por *M. javanica* são mais acentuadas em soja (*Glycine max* Merr.) (Figura 1), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), batata (*Solanum tuberosum* L.), cenoura (*Daucus carota* L.) e tomate (*Solanum lycopersicum* L.). A mesma lista, acrescida de café (*Coffea arabica* L. e *C. canephora* Pierre), algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e pimentão (*Capsicum annuum* L.), define o rol de culturas nas quais a *M. incognita* provoca as perdas de produção mais significativas. Outras espécies polífagas são *M. arenaria* e *M. enterolobii*, que não têm a mesma importância econômica que a das duas espécies anteriores. Café e seringueira [*Hevea brasiliensis* (Willd. ex ADR. de Juss) Muell. Arg.] são as culturas para as quais *M. exigua* apresenta relevância econômica como fitopatógeno. Para *M. paranaensis*, embora seja uma espécie polífaga, o café figura como a única cultura em que sua importância é reconhecida atualmente.

O manejo dos nematoides-das-galhas tem por base o trinômio formado por nematocidas/cultivares resistentes/rotação de cultura. Os nematocidas são muito utilizados nas culturas da cana-de-açúcar (para *M. javanica* e *M. incognita*), batata (idem), algodão (*M. incognita*) e café (*M. incognita* e *M. exigua*). O uso de cultivares resistentes é técnica valorizada nas culturas da soja (*M. incognita* e *M. javanica*), do tomate (idem), do café (*M. incognita* e *M. exigua*) e do pimentão (*M. incognita*). A rotação com amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma prática corriqueira no manejo de *M. javanica* e *M. incognita* na cultura da cana-de-açúcar.

Mesmo com a adoção dessas práticas de manejo, tem havido, porém, aumento da distribuição e das densidades populacionais dos nematoides-das-galhas, particularmente das espécies *M. javanica* e *M. incognita*, o que resulta em crescentes perdas nas mais diversas culturas. Trata-se de indício de que as práticas de manejo em uso, além de poucas em número, são de eficiência insuficiente para conter o enorme potencial reprodutivo das duas citadas espécies nas condições reinantes no Brasil. É dentro desse panorama, em que urge aumentar o repertório de técnicas para o controle dos nematoides-das-galhas, que alguns adubos verdes adquirem relevância. Como muitos deles não permitem a reprodução de *M. javanica* ou *M. incognita*, podem ser utilizados como culturas de rotação com o objetivo de reduzir a população desses parasitas.

Na verdade, o uso de certos adubos verdes com tal objetivo não é novidade. Apesar do persistente interesse que essa aplicação vem manifestando desde 2005, o controle de fitonematoides por meio de adubos verdes da família Fabaceae tem sido tratado com grande reserva pelos produtores agrícolas, provavelmente porque as últimas décadas têm se caracterizado pelo uso cada vez mais intenso da terra. Mesmo assim, o aumento rápido e preocupante das densidades populacionais dos nematoides-das-galhas (principalmente *M. javanica*) nas culturas da soja e da cana-de-açúcar e de *M. incognita* nas culturas do algodão e da cana-de-açúcar – talvez causado pelo uso excessivo da terra –, associado ao aumento da importância de *P. brachyurus* (nematóide

de manejo muito difícil em áreas de plantio direto de soja), pode explicar esse conveniente resgate dos adubos verdes como uma opção relevante para o manejo de fitonematoides em culturas extensivas do Brasil.

Crotalárias no controle de *Meloidogyne incognita*

O gênero *Crotalaria* contém cerca de 550 espécies (Purseglove, 1974 citado por Wang et al., 2002a); várias dessas espécies são utilizadas na produção de fibra ou como forrageiras, como plantas ornamentais ou então como adubos verdes (Wang et al., 2002a). As crotalárias são, sem dúvida, os adubos verdes mais estudados para o manejo dos nematoides e têm mostrado possibilidades práticas de utilização nos sistemas de produção em uso.

Experimentos em casa de vegetação

Experimentos em condições controladas com inoculação artificial do nematoide têm como principal objetivo determinar a reprodução do nematoide. A variável usual nesses trabalhos é o fator de reprodução (FR), que é a relação entre a população ao fim do experimento (Pf) e a população inicial inoculada (Pi). Porém, em trabalhos relativamente antigos, realizados há mais de 20 anos, os testes contemplavam a avaliação das crotalárias por meio da contagem do número de massas de ovos. Em qualquer caso, são relativamente poucos os trabalhos em casa de vegetação que envolvam crotalárias e *M. incognita* em comparação aos trabalhos de campo, em que se avalia o efeito das crotalárias sobre a população do nematoide no solo ou sobre o crescimento da cultura subsequente.

Trabalho pioneiro com crotalárias demonstrou que juvenis de segundo estágio (J_2) de *M. incognita* penetraram as raízes de *C. spectabilis*, mas foram incapazes de continuar o desenvolvimento e atingir o estágio de fêmea adulta. É digno de nota que esse comportamento se deu em nove diferentes populações de *M. incognita* na África do Sul, das quais quatro tiveram comportamento semelhante em *Crotalaria juncea* L., mas cinco formaram massas de ovos nas raízes de *C. juncea* (Linden, 1956). Em 1957, Peacock verificou ausência de reprodução de *M. incognita* [provavelmente raça 2 ou 4, pela capacidade de se reproduzir em plantas de fumo (*Nicotiana tabacum* L.)] em *Crotalaria striata* D.C. e *Crotalaria retusa* L. Embora o nematoide tenha infectado suas raízes, não se formaram massas de ovos aos 33 dias após a inoculação de 500 J_2 por planta. Em contraposição, massas com 120 a 435 ovos foram produzidas pelo nematoide em raízes de milho (*Zea mays* L.), tomate, soja, fumo e feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. No mesmo trabalho, *C. juncea* e *Crotalaria usaramoensis* Baker mostraram comportamento diverso daquele das crotalárias já referidas, pois massas de ovos foram vistas 6 semanas após a inoculação do nematoide. Posteriormente, o resultado para *C. retusa* foi confirmado em experimento em que não se visualizaram massas de ovos nas raízes nem se recuperaram J_2 do substrato 60 dias após a

inoculação com 5 mil ovos do nematoide; outra crotalária, *Crotalaria paulina* Schrank, apresentou comportamento próximo de *C. retusa* no mesmo experimento (Gonzaga; Ferraz, 1994).

Ao avaliar a reação de seis espécies de crotalárias às raças 1, 2 e 4 de *M. incognita* por meio da estimativa do FR, verificou-se aumento populacional do nematoide em *C. juncea* (FR = 1,03 para a raça 1; FR = 2,63 para a raça 2; FR = 1,59 para a raça 4). Nas demais crotalárias – *C. striata*, *C. spectabilis*, *Crotalaria mucronata* Desv., *Crotalaria virgulata* Klotzsch ssp. *grantiana* (Harvey) Polhill e *Crotalaria breviflora* D.C. –, houve decréscimo populacional (FR = 0,00 a 0,013), porém com frequente presença de ovos nas raízes (de 4 a 111 ovos por grama de raiz), o que sugere que algumas fêmeas alcançaram a maturidade sexual (Silva; Carneiro, 1992). Esses resultados concordam com os obtidos em trabalho com a raça 3 de *M. incognita*: verificaram-se massas de ovos em três delas (em média, 0,1 por raiz em *C. virgulata* ssp. *grantiana*, 0,3 em *C. spectabilis* e 2,0 em *C. juncea*), porém nenhuma em *C. mucronata*, *C. striata* e *C. breviflora* (Santos; Ruano, 1987).

Há certa confusão e controvérsia sobre a condição dos adubos verdes, entre eles as crotalárias, de hospedeiros, ou não, dos nematoides-das-galhas. Isso se deve principalmente à confusão que se faz em relação à palavra “hospedeiro”. Os termos “reação” e “hospedabilidade” (neologismo que se apresenta como alternativa para “hospitabilidade”, termo ao qual falta eufonia) se equivalem, mais ou menos, a *host reaction* ou *host suitability*, e são usualmente utilizados na literatura nematológica nacional para expressar em qual medida a planta (espécie, cultivar, híbrido, linhagem, etc.) é hospitaleira ao nematoide no que se refere ao fornecimento de condições para que o parasita colonize e se reproduza em suas raízes.

Utilizando como critério de avaliação o FR, as plantas com FR < 1,0 devem ser classificadas como não hospedeiras e as com FR > 1,0 como hospedeiras. Assim, com base nos resultados disponíveis na literatura, *C. spectabilis*, *C. mucronata*, *C. virgulata* ssp. *grantiana*, *C. striata*, *C. breviflora*, *C. retusa* e *C. paulina* mereceriam a classificação de não hospedeiras; enquanto *C. juncea*, de hospedeira de *M. incognita*. Porém, a presença de ovos ou massas de ovos nas raízes infectadas de *C. spectabilis*, *C. mucronata*, *C. virgulata* ssp. *grantiana*, *C. striata*, *C. breviflora* e *C. paulina*, em um ou mais dos experimentos citados anteriormente, é prova de que tais plantas efetivamente hospedam o nematoide em questão, pois permitem que algumas fêmeas completem seu ciclo. Assim, sob esse ponto de vista, a classificação dessas seis crotalárias seria de plantas hospedeiras desfavoráveis, ou, então, um termo semelhante, “más hospedeiras”, que expressa o fato de que propiciam a colonização e até a reprodução dos nematoides, embora com decréscimo populacional. De fato, coexistem dois critérios: no primeiro, a crotalária mais popular na literatura nematológica, *C. spectabilis*, por vezes é classificada como não hospedeira (ou “imune”, um termo equivalente); num segundo critério, ela é classificada como hospedeira desfavorável. Em virtude disso, esses termos serão evitados ao longo deste capítulo. Disso decorre a razão pela qual os resultados dos trabalhos citados nesta revisão têm sido apresentados de forma sucinta, porém analítica. Dados sobre as condições experimentais e sobre a forma de obtenção dos resultados têm sido e continuarão sendo fornecidos para que o próprio leitor tire conclusões sobre como

deve classificar os adubos verdes aqui tratados. Porém, na impossibilidade de manter tal neutralidade ao longo de todo o trabalho, entende-se que o critério mais adequado ao escopo desta revisão seja o de atribuir valor ao uso dos adubos verdes no manejo dos fitonematoides. Por isso, aqui, prefere-se adotar o primeiro critério, ou seja, adubos verdes que apresentam $FR < 1,0$ em trabalhos experimentais são considerados não hospedeiros, e aqueles com $FR > 1,0$, hospedeiros.

Entende-se ainda que seja válido que os adubos verdes classificados como hospedeiros possam ser divididos em maus hospedeiros e bons hospedeiros, pois, na existência de melhores opções (ou seja, adubos verdes não hospedeiros a determinada espécie de fitonematoides), é necessário escolher entre uma que ofereça menor risco (mau hospedeiro). Nesse caso, existe uma questão que não foi solucionada, que é a definição de um valor de FR que separe os dois grupos.

Termos com sentido equivalente a “hospedeiro” e “não hospedeiro”, muito utilizados na literatura nematológica, são “susceptível” e “resistente”; porém, provavelmente são mais válidos para qualificar a diversidade existente dentro de uma espécie botânica. Exemplifica-se: o guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] apresenta grande diversidade em suas características anatômicas e fisiológicas, inclusive na reação a nematoides, como a *M. javanica*. A maioria dos genótipos apresenta $FR > 1$ e muito elevados para *M. javanica*. Portanto, o guandu é classificado como hospedeiro desse nematoide-das-galhas. Porém, como será discutido a seguir neste capítulo, há genótipos com $FR < 1$, que são chamados resistentes a *M. javanica*. Portanto, pode-se dizer que o guandu é hospedeiro de *M. javanica*, mas com importante diversidade nesse caráter, pela existência de genótipos resistentes ($FR < 1$), mas com predomínio de genótipos suscetíveis ($FR > 1$).

Em contrapartida, *C. spectabilis* é planta não hospedeira de ou desfavorável a *M. incognita*, pois o FR para esse nematoide-das-galhas é < 1 . Tal conclusão é reforçada pelo fato de que invariavelmente tal resposta tem sido obtida nos mais diversos trabalhos sobre a reação de *C. spectabilis* a *M. incognita*. Nesse caso, também é possível afirmar que *C. spectabilis* é hospedeiro que apresenta resistência a *M. incognita*.

Experimentos em campo

Em trabalhos de campo, há três fatores que são responsáveis por frequentes discordâncias: 1) a imprecisão na obtenção da população inicial em razão da distribuição desuniforme do nematoide no campo e da presença de restos de raízes da cultura anterior, dentro dos quais podem existir nematoides por ocasião do plantio da crotalária; 2) a ocorrência de plantas invasoras e voluntárias (guaxas) – evento usual em áreas com crotalárias, principalmente *C. spectabilis*, conhecida pelo seu desenvolvimento inicial lento –, muitas das quais são hospedeiras de *Meloidogyne* spp.; 3) o efeito nematicida da biomassa incorporada ao solo no fim do ciclo da crotalária.

Assim, como exemplo da influência do primeiro fator, Novaretti et al. (1977) verificaram aumento populacional de *Meloidogyne* spp. (provavelmente *M. javanica* ou *M. incognita*) no solo,

em áreas com *C. spectabilis* ($P_i = 2,5 J_2$ por 320 cm^3 de solo; $P_f = 21,3$) e em áreas em alqueive ($P_i = 2,6 J_2$ por 320 cm^3 de solo; $P_f = 16,7$) durante o período da reforma de canavial (de outubro a março). Esse aumento provavelmente ocorreu em razão da existência de indivíduos de *Meloidogyne* dentro das raízes de cana-de-açúcar, que permaneceram no local após a erradicação da soqueira de cana-de-açúcar. Como a avaliação da população dos nematoides foi realizada somente com solo, os nematoides presentes nas raízes não foram quantificados em outubro, por ocasião da determinação da P_i ; no entanto, com a degradação das raízes, podem ter migrado para o solo durante o período experimental.

Para ilustrar o terceiro fator, mencionam-se interessantes mecanismos de supressão de nematoides-das-galhas e de outras espécies porventura associadas a metabólitos secundários, principalmente os alcaloides pirrolizidina e monocrotalina, produzidos pelas crotalárias. Esses alcaloides são muito tóxicos a animais e podem exercer efeitos negativos sobre populações de nematoides do solo (Wang et al., 2002a). Recomenda-se, a propósito, a leitura do item deste capítulo que trata do efeito das crotalárias sobre o nematoide-reniforme (*Rotylenchulus reniformis*).

Um dos primeiros trabalhos a propor o uso de adubos verdes no manejo dos nematoides-das-galhas foi desenvolvido nos primórdios da Nematologia Agrícola. Trata-se de um experimento de longa duração (de 1939 a 1944) em pomar de pessegueiro [*Prunus persicae* (L.) Batsch] infestado por *Meloidogyne* sp. (que, naquela época, ainda era denominada *Heterodera marioni*, advertência importante caso o leitor se interesse em consultar o trabalho), no qual *C. spectabilis* – desde aquele tempo reputado como um dos melhores adubos verdes para fins de manejo de nematoides – foi um dos tratamentos e o plantio intercalar a forma como se utilizou essa crotalária (Mcbeth; Taylor, 1944). Pela riqueza dos resultados e das conclusões, frutos de experimento que se estendeu por 5 anos e que, portanto, dificilmente poderia ser repetido atualmente, trata-se de trabalho que merece especial atenção. Foram somente quatro os tratamentos: 1) cultura no limpo (eliminação de todas as plantas entre os pessegueiros); 2) plantio intercalar de plantas hospedeiras favoráveis (boas hospedeiras) ao nematoide – sucessão verão/inverno de caupi/ervilha (espécie não identificada no trabalho, mas, por suposição dos autores deste capítulo, trata-se provavelmente da ervilha-forrageira, *Pisum sativum* L. var. *arvense*); 3) plantio intercalar de plantas não hospedeiras e más hospedeiras – sucessão verão/inverno de *C. spectabilis*/aveia (espécie não identificada, mas, por suposição dos autores deste capítulo, trata-se provavelmente da aveia-branca, *Avena sativa* L.); 4) plantio intercalar de caupi e ervilha – plantas hospedeiras utilizadas como armadilhas clássicas, ou seja, sua destruição é feita antes que as fêmeas do nematoide atinjam a maturidade (Lordello, 1988, p. 142).

Os resultados obtidos ao longo dos 5 anos mostraram equivalência entre os tratamentos 1, 3 e 4 no que se refere à redução populacional do nematoide no solo, na entrelinha dos pessegueiros. Por meio de bioteste com plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.), realizado depois de 2 anos, verificaram-se, em média: 0,2 nematoide por raiz nas parcelas do tratamento 1 (limpo); 105 nematoides no tratamento 2 (caupi/ervilha como coberturas vegetais); 0 no tratamento 3 (crota-

lária/aveia); e 1,8 no tratamento 4 (caupi/ervilha como armadilhas). O tratamento 3 (crotalária/aveia) foi o mais eficiente na atenuação dos sintomas nas raízes de pessegueiro: a porcentagem média do sistema radicular com galhas no período de 1940-1943 foi de 63%, em comparação com 74% no tratamento 1 (limpo), 94% no tratamento 2 (caupi/ervilha como coberturas) e 75% no tratamento 4 (caupi/ervilha como armadilhas). O efeito mais significativo do tratamento 3 foi observado na produção de frutos por pessegueiro: média de 20,2 kg entre os anos de 1941-1943. No tratamento 1 (limpo), a produção foi de 11,8 kg; no tratamento 2 (caupi/ervilha como coberturas), foi de 3,5 kg; e, no tratamento 4 (caupi/ervilha como armadilhas), foi de 12,8 kg. No último ano (1944), a diferença foi ainda maior: 64,5 kg, em comparação com 35,5 kg no tratamento 1; 4,4 kg no tratamento 2; e 25,4 kg no tratamento 4.

Os resultados falam por si, mas as conclusões dos autores merecem ser citadas. Uma das principais, não explorada no relato acima, é a de que os adubos verdes podem competir com a cultura principal por umidade, fato que deve ser levado em conta pelo agricultor que desejar utilizar adubos verdes em plantio intercalar. Esse evento manifestou-se no início do trabalho, quando os pessegueiros ainda eram pequenos; no entanto, depois de 2 anos, deixou de ser importante. A outra conclusão, primordial dentro dos objetivos desta revisão, é a de que um dos principais fatores determinantes na escolha dos adubos verdes é a sua reação aos fitonematoides presentes no local. No experimento, o melhor e o pior tratamento, no que diz respeito à produção de frutos, foram resultado de práticas de adubação verde. Entretanto, esses tratamentos se diferenciaram claramente pelo seguinte pormenor: o local estava infestado por um nematoide cuja população foi reduzida em um deles (sucessão *C. spectabilis*/aveia) e aumentada no outro (sucessão caupi/ervilha).

Outro exemplo positivo de uso consorciado de crotalária é fornecido por Andrade e Ponte (1999), em que o plantio de uma linha de *C. spectabilis* a cada duas de quiabeiro [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.] propiciou atenuação dos sintomas nas raízes (menos galhas) e aumento de produção (frutos em maior número e principalmente maiores).

Em contrapartida, a mesma ideia, transplantada para a cultura de café-arábica (*Coffea arabica* L.), apresentou resultados altamente insatisfatórios em trabalho realizado por Jaehn e Rebel (1984). Não se obteve nenhum benefício com o uso, por 5 anos, de *C. spectabilis* como cultura intercalar em cafezal novo, quando semeada anualmente, em outubro, e incorporada no florescimento (90 a 100 dias após a semeadura), no que se refere tanto aos sintomas nas raízes causados por *M. incognita* quanto ao aumento do desenvolvimento da copa do cafeeiro e da produção de café. Esta última variável foi exatamente igual, em termos estatísticos, nos tratamentos com *C. spectabilis*, caupi como cultura intercalar e cultura no limpo. O único tratamento que sobressaiu positivamente foi o que fez uso de nematicida sistêmico. Em experimento semelhante, mas com cafezal recepado, o uso de *C. spectabilis* na entrelinha do cafezal também apresentou resultados insatisfatórios (Jaehn, 1984). Infelizmente, esse registro negativo do uso de crotalária na cultura do café é o mais conhecido de uma série que inclui resultados amplamente positivos, mas com

divulgação restrita. Uma das possíveis razões para o insucesso das tentativas de Jaehn (1984) e Jaehn e Rebel (1984) é a grande intolerância de café-arábica a *M. incognita*. Assim, mesmo que a crotalária tenha reduzido a densidade do nematoide, a população residual provavelmente foi suficiente para afetar o desenvolvimento das raízes de cafeeiro.

A conclusão óbvia do trabalho é a ineficácia do uso de crotalária em plantio intercalar com a cultura do café. Infelizmente, o trabalho não foi repetido em outras condições, e essa conclusão tem sido estendida, pelo menos dentro do Brasil, para outras culturas perenes, o que é incorreto considerando-se o exemplo bem-sucedido de McBeth e Taylor (1944) em pomar de pessegueiro. Deve-se ainda mencionar que, no trabalho de Jaehn e Rebel (1984), a crotalária foi mantida somente no período de outubro a março.

No Brasil, o uso mais bem-sucedido de *C. spectabilis* no manejo de fitonematoides tem sido em olerícolas como cultura de sucessão. Alguns trabalhos de campo foram importantes para o desenvolvimento da tecnologia e para sua popularização. Como exemplo, *C. spectabilis* foi comparada com tomate como cultura anterior à cenoura em local muito infestado por *M. incognita* (população inicial de 71 J_2 a 340 J_2 por 200 cm^3 de solo). A crotalária, mantida nas parcelas por 8 meses, ao fim dos quais foi retirada sem incorporação, reduziu a população do nematoide, o que resultou em maior quantidade de cenouras, principalmente cenouras de maior valor comercial (sem defeitos), em comparação com as parcelas que tiveram tomate como cultura anterior (Huang et al., 1980).

Noutra ocasião, obteve-se redução de 99% na densidade populacional de *M. incognita* do solo (população inicial de 149 J_2 por 200 cm^3) pela manutenção de 17 ou 34 plantas de *C. spectabilis* por metro quadrado, durante 8 meses. Foi suficiente um período de 2 meses para que ocorresse redução de 88% a 89%, semelhante ou pouco inferior aos resultados obtidos com a aplicação dos nematicidas 1,2-dibromo-3-cloropropano (3 $g\ m^{-2}$, 6 $g\ m^{-2}$ ou 9 $g\ m^{-2}$ do produto comercial com 20% de ingrediente ativo) e dazomet (25 $g\ m^{-2}$, 50 $g\ m^{-2}$ ou 75 $g\ m^{-2}$ do produto comercial com 85% do ingrediente ativo), que resultaram em 85% a 97% de redução. Porém, o uso de *C. spectabilis*, mesmo sem a incorporação da sua biomassa, mostrou-se superior aos tratamentos químicos ao se avaliar seu efeito sobre a população de *M. incognita* no solo. Seis meses depois do plantio de quiabeiro nas parcelas, as menores populações de *M. incognita* foram verificadas naquelas em que *C. spectabilis* foi mantida durante 2 meses como adubo verde (Huang et al., 1981).

As crotalárias podem também ser indicadas para o manejo de nematoides-das-galhas na cultura da cana-de-açúcar por ocasião da reforma do canavial. Nesse caso, a espécie mais utilizada no Brasil é *C. juncea*, embora seja espécie menos eficiente do que *C. spectabilis* na supressão de *M. incognita*. A literatura tem, no trabalho de Moura (1995), importante contribuição no que se refere à eficácia de *C. juncea* na manutenção de reduzidas populações de nematoide-das-galhas (no caso, população mista de *M. incognita* e *M. javanica*, com predomínio da primeira) em canaviais do Nordeste brasileiro. Apesar de a duração do tratamento ter sido muito superior à usual para a cultura, os 2 anos de rotação (manutenção de crotalária durante as chuvas – de abril a outubro – e

pousio durante o restante do ano) foram compensadores pela significativa elevação na produtividade, cerca de duas vezes maior do que nas áreas em que a cana-de-açúcar foi antecedida de cana-de-açúcar que recebeu nematicida sistêmico.

Experimentalmente, *Crotalaria ochroleuca* em rotação com algodoeiro tem sido utilizada com sucesso no controle de *M. incognita*, no estado de Mato Grosso. As perdas na cultura do algodoeiro são muito grandes nesse estado, o que motiva, muitas vezes, o abandono das áreas mais infestadas e menos produtivas. Em local muito infestado, verificou-se que, depois de 9 meses com *C. ochroleuca*, a densidade foi de 14 juvenis por 200 cm³ de solo, enquanto, depois do mesmo período em pousio (ou seja, sem controle da vegetação espontânea), a densidade foi muito maior (540 juvenis por 200 cm³ de solo).

Crotalárias no controle de *Meloidogyne javanica*

Experimentos em casa de vegetação

Sete crotalárias (*C. virgulata* ssp. *grantiana*, *C. brevisflora*, *C. paulina*, *C. mucronata*, *C. striata*, *C. spectabilis* e *C. juncea*) foram avaliadas em relação a *M. javanica*; todas apresentaram índices de FR muito baixos (de 0,003 em *C. virgulata* ssp. *grantiana* a 0,140 em *C. juncea*) decorridos 70 dias da inoculação com 40 mil espécimes do nematoide (Antônio; Neumaier, 1986). Esses resultados foram confirmados posteriormente para *C. spectabilis* e *C. brevisflora*, que apresentaram índices de FR muito baixos aos 66 dias após a inoculação com mil espécimes do nematoide: respectivamente, FR = 0,07 e FR = 0,02, em contraste com o FR = 40,55 em soja (Inomoto et al., 2006).

Seis das crotalárias citadas anteriormente foram avaliadas por Santos e Ruano (1987) por meio de contagem do número de massas de ovos; *C. spectabilis*, *C. virgulata* ssp. *grantiana* e *C. striata* não apresentaram massas de ovos do nematoide em suas raízes. Poucas massas de ovos foram observadas nas raízes das demais – em média, 0,1 por raiz em *C. mucronata* e *C. juncea*, e 0,3 em *C. brevisflora* –, se comparadas ao feijão-comum 'Rio Vermelho' (313 massas de ovos por raiz). Em outro teste, *C. retusa* e *C. paulina* aparentemente não permitiram a reprodução de *M. javanica*, pois não se observaram massas de ovos nas raízes nem J₂ no substrato aos 60 dias após a inoculação com 5 mil ovos (Gonzaga; Ferraz, 1994).

Há pelo menos um relato que demonstra que *C. juncea* é menos eficaz na supressão de *M. javanica* do que outras espécies (tais como *C. paulina*, *C. spectabilis* e *C. retusa*) em condições controladas e sem incorporação da biomassa (Asmus; Ferraz, 1988).

Estudos histológicos demonstraram que o desenvolvimento de *M. javanica* é retardado em raízes de *C. spectabilis*, pois, 6 semanas após a inoculação de 740 J₂, os nematoides ainda estavam no estágio de J₂ sedentário (Good et al., 1965). Sabe-se que *M. javanica* induz à formação de células nutridoras em raízes de *C. spectabilis* e *C. juncea*, muito semelhantes às formadas em

raízes de tomateiro infectadas pelo mesmo nematoide. Porém, aos 45 dias após a inoculação do nematoide (5 mil ovos por planta), embora juvenis de *M. javanica* estivessem presentes nas raízes das três plantas, fêmeas adultas formaram-se somente nas raízes de tomateiro. Cada indivíduo de *M. javanica* estava associado a poucas células nutritoras em raízes de *C. spectabilis* (n = 2 a 7, em média 5,6) e *C. juncea* (n = 2 a 6, em média 4,1), que também eram de pequeno tamanho (57,5 µm x 76,4 µm em *C. spectabilis* e 50,8 µm x 74,5 µm em *C. juncea*) se comparadas às de raízes de tomateiro (n = 5 a 9, em média 6,8; 129,2 µm x 169,8 µm). Com base nessas características, os autores especularam que as células incitadas nessas espécies de crotalária, por serem poucas e pequenas, não foram capazes de suprir as necessidades alimentares do nematoide. Observou-se ainda que as células nutritoras nas crotalárias apresentavam citoplasma mais denso e granuloso, com menos núcleos e vacúolos do que as células formadas nas raízes de tomateiro (Silva et al., 1990). Portanto, a reação das crotalárias ao nematoide *M. javanica* é quase idêntica à verificada para *M. incognita*, até mesmo pelo fato de *C. juncea* ter se mostrado menos eficaz do que *C. spectabilis* na supressão do nematoide.

Experimentos em campo

Os principais resultados de campo com o uso de crotalárias para o manejo de fitonematoídeos (população mista de *M. incognita* e *M. javanica*) são citados neste capítulo¹. As culturas atacadas por *M. javanica* no Brasil são praticamente as mesmas atacadas por *M. incognita*, com exceção de café, algodão e pimentão. Portanto, as crotalárias podem ser recomendadas para quase todas as culturas citadas no resultado de campo, exceto café, cultura não hospedeira dessa espécie.

Um exemplo a destacar está relatado no trabalho de Biasi et al. (1992), em que *C. spectabilis* foi comparada com cenoura, mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) e cravo-de-defunto-africano (*Tagetes erecta* L.) como culturas de sucessão que antecedem a cultura de cenoura 'Shin Kuroda' em local infestado por *M. javanica* e *M. incognita*. Os dois adubos verdes e o cravo-de-defunto tiveram resultados superiores aos da cenoura, em relação às características da cultura de cenoura subsequente, com maior produção, maior quantidade de cenouras comercializáveis (sem defeitos ou com poucos defeitos) e mais precocidade.

Algumas características desvantajosas de *C. spectabilis* explicam a baixa adesão do produtor ao uso desse adubo verde: 1) ausência de retorno econômico imediato, pois o único produto comercial de *C. spectabilis* é a própria semente; 2) dificuldade de manejo das plantas invasoras, pois o crescimento inicial de *C. spectabilis* é lento e não há herbicidas registrados, possibilitando a manutenção de nematoides nas invasoras; 3) aumento da incidência de doenças e pragas à medida que a área com *C. spectabilis* vai se expandindo; e 4) palhada com baixa persistência. Na tentativa de contornar a primeira e a segunda desvantagem, ou seja, na busca por maior retorno econômico

¹ Ver seção Crotalárias no controle de *Meloidogyne incognita*.

e cobertura do solo, alguns produtores rurais têm utilizado *C. spectabilis* e outras crotalárias em consórcio com milho. Os resultados têm sido satisfatórios em locais com *M. javanica*, pois há vários híbridos de milho resistentes a essa espécie de nematoide-das-galhas. Na Figura 1, é possível observar o maior volume de raízes de soja depois do consórcio de *C. spectabilis* com milho, quando comparado à crotalária solteira, em solo com *M. javanica* e 12% de argila.



Fotos: Rosângela Aparecida da Silva

Figura 1. Efeito do milho 2B688, consorciado com *Crotalaria spectabilis*, sobre plantas de soja 'TMG 4182' (A) e com *Crotalaria spectabilis* solteira sobre raízes de soja semeada subsequentemente (B).

Um exemplo de outras espécies de crotalária é dado por Sharma e Scolari (1984), que avaliaram o efeito de *C. paulina* (2 meses de cultivo – novembro e dezembro – com incorporação da biomassa) sobre os nematoides *M. javanica* e *P. brachyurus* e sobre a produção de feijão-comum cultivado subsequentemente. Três outros tratamentos foram realizados: 1) cravo-de-defunto-anão (*Tagetes patula* L.), durante 3 meses de cultivo (de novembro a janeiro), com incorporação da biomassa; 2) pousio e nematicida no plantio do feijão-comum; e 3) somente pousio. A densidade populacional dos nematoides manteve-se baixa durante a permanência da cultura de feijão-comum (de fevereiro a junho) nas parcelas dos tratamentos com *C. paulina* e *T. patula*, e muito elevada nas parcelas do tratamento em pousio. As maiores produções de feijão-comum ocorreram com os seguintes tratamentos: *C. paulina* (555 kg ha⁻¹), pousio + nematicida (496 kg ha⁻¹) e *T. patula* (486 kg ha⁻¹). A menor produção ocorreu com o tratamento em pousio (350 kg ha⁻¹). Os tratamentos *C. paulina* e *T. patula* ainda tiveram reflexos positivos no ano seguinte, em que se cultivou milho. Com os dois tratamentos, o milho (de outubro a março) apresentou infestações mais baixas de *M. javanica* e *P. brachyurus* do que com os dois outros tratamentos, além de ter produzido significativamente mais grãos (respectivamente, 4.585 kg ha⁻¹ e 4.607 kg ha⁻¹) do que nas parcelas com o tratamento em pousio + nematicida (3.867 kg ha⁻¹).

No estado de Mato Grosso, *C. ochroleuca* tem sido muito utilizada para o controle de *P. brachyurus*; porém, foi verificado que essa espécie de crotalária é hospedeira de *M. javanica*

(Figura 2). Consequentemente, em áreas com infestação concomitante de *P. brachyurus* e *M. javanica*, outras espécies de crotalária, como *C. spectabilis* e *C. breviflora*, devem ser preferidas.

Embora pouco utilizada no Brasil, *C. breviflora* é uma das espécies mais eficazes no controle de fitonematoides. Um agricultor que optou por seu uso em rotação de verão com a soja em área, com solo muito arenoso (<15% argila) e infestado por *M. javanica*, obteve 1.080 kg ha⁻¹ a mais de soja, no ano seguinte, em comparação com a produção em área semelhante onde não houve rotação, ou seja, onde a soja foi plantada nos 2 anos seguintes (Figura 3).



Figura 2. Plantas de *Crotalaria ochroleuca* apresentando galhas provocadas por *Meloidogyne javanica* (A) e área de plantio de soja (*Glycine max*) sobre a *C. ochroleuca* mostrando reboleiras provocadas por *M. javanica* (B).



Figura 3. Soja (*Glycine max*) após rotação com *Crotalaria breviflora* (A) e soja após soja (B).

Um exemplo bem-sucedido do uso de *C. spectabilis* no manejo de *M. javanica* em cultivos perenes foi sua semeadura na entrelinha de teca (*Tectona grandis* L.f.) com 4 anos de idade. As plantas apresentavam amarelecimento e necrose foliar e redução no fuste devido à morte do ponteiro em plantas com 3 m, em vez dos desejáveis 5 m. As sementes de *C. spectabilis* foram semeadas a lanço e incorporadas com niveladora na entrelinha das árvores. O adubo verde alcançou crescimento satisfatório, apesar de ficar sob o dossel da teca, aproveitando-se do período de desfolha da teca (Figura 4). Quando a teca começou a emitir novas brotações e sombrear a crotalária, essa foi incorporada. Segundo o produtor, essa prática promoveu uma significativa melhora no crescimento e no aspecto visual das plantas, com remissão da escassez mineral e redução da morte de ponteiros.



Foto: Rosângela Aparecida da Silva

Figura 4. Plantas de *Crotalaria spectabilis* consorciadas com plantas de teca (*Tectona grandis*).

Mucunas no controle de *Meloidogyne incognita*

Experimentos em casa de vegetação

Num dos primeiros trabalhos sobre a reação de mucunas [*Mucuna pruriens* (L.) D.C. var. *utilis* (Wall. ex Wight) Baker ex Burck] ao nematoide-das-galhas, Linde (1956) verificou

comportamento altamente variável em razão da diversidade da mucuna (três cultivares de mucuna-anã) e do nematoide (oito populações de *M. incognita* da África do Sul). A mucuna-anã 'Velvet Stingless' sequer permitiu a penetração dos J_2 de três populações do nematoide, mas possibilitou a formação de massas de ovos de outras cinco. Por sua vez, na cultivar Velvet Somerset, verificaram-se a penetração dos J_2 sem formação de massas de ovos para duas populações de *M. incognita* e a formação de massas de ovos em seis. Quatro populações de *M. incognita* formaram massas de ovos nas três cultivares de mucuna-anã e outras duas somente na cultivar Velvet Somerset.

Em oposição aos resultados mencionados, Resende et al. (1987) verificaram respostas semelhantes nas seis mucunas testadas (preta, cinza, anã, rajada, branca e jaspeada) com a presença de 8 a 41 ovos por grama de raiz, após 65 dias da inoculação, com 5 mil ovos da raça 3, em contraste com os 17 mil obtidos na mesma quantidade de raízes em quiabeiro.

Carneiro e Carneiro (1982) avaliaram o desenvolvimento de *M. incognita* em raízes de dez espécies vegetais e verificaram que a mucuna-anã teve o mesmo comportamento de *C. spectabilis* ao permitir a penetração dos J_2 , mas não a formação de fêmeas adultas e de massas de ovos.

Logo após a inoculação de 3 mil ovos da raça 3 de *M. incognita*, formaram-se dezenas de galhas em raízes de mucuna-cinzenta e mucuna-preta, mas nenhuma massa de ovos; porém, em mucuna-anã, foi observada, em média, 0,7 massa de ovos por raiz (Santos; Ruano, 1987).

Verificou-se, em condições controladas, a formação de fêmeas adultas e massas de ovos em raízes de mucuna-preta. Porém, como o desenvolvimento do nematoide foi muito lento (nenhuma fêmea adulta aos 30 dias após a inoculação; poucas fêmeas e massas de ovos aos 60 dias) e a quantidade de massa de ovos foi muito pequena em relação à quantidade de nematoides inoculados (50.000 J_2), a mucuna-preta foi considerada má hospedeira de raça não determinada de *M. incognita* (Tenente; Lordello, 1980). Trabalhos semelhantes com a raça 4 de *M. incognita* chegaram à mesma conclusão (Tenente et al., 1984; Tenente; Lordello, 1987).

Resultados de campo

O uso de mucuna, principalmente mucuna-preta, como cultura de rotação de verão foi preconizado, durante muitos anos, em áreas cotonicultoras infestadas com *M. incognita*, principalmente na região da Alta Mogiana (nordeste do estado de São Paulo) (Ferraz et al., 1977). Apesar de as mucunas permitirem a reprodução de *M. incognita*, foram adubos verdes muito populares entre os agricultores pelos efeitos benéficos à cultura subsequente. Especula-se que muito disso se deva à liberação de substâncias tóxicas aos nematoides depois da incorporação da sua biomassa ao solo (Asmus; Ferraz, 1988). De fato, tem sido demonstrado que constituintes químicos contidos em plantas de mucuna têm efeito negativo sobre *M. incognita*. Duas substâncias de cadeia longa – um éster (triacontil tetracosanato) e um álcool (1-triacontanol) – foram isoladas de folhas e ramos de mucuna-preta e, embora tenham se mostrado pouco efetivas contra a eclosão

in vitro de juvenis de *M. incognita*, provaram ser muito ativas sobre os J₂ in vivo (Nogueira et al., 1996). Outros dois compostos – mistura de triacilglicerídeos e mistura de β-sitosterol e estigmasterol – extraídos de caule de mucuna-preta mostraram-se tóxicos para *M. incognita*, e isso causou a mortalidade de 43,8% a 74,4% na concentração de 50 µg mL⁻¹ (Barbosa et al., 1999). Noutro ensaio, três compostos – prunetina, medicarpina e genisteína – obtidos do caule de mucuna-cinza apresentaram atividade nematicida sobre juvenis de *M. incognita* nas concentrações de 5 µg mL⁻¹ e 50 µg mL⁻¹ (Demuner et al., 2003).

Mucunas no controle de *Meloidogyne javanica*

Os primeiros trabalhos que envolveram mucuna, como o de Linde (1956) com mucuna-anã, já relatavam a formação de massas de ovos de *M. javanica* nas suas raízes.

Pequeno aumento populacional do nematoide (FR = 1,1 após 70 dias) foi determinado em mucuna-cinza em casa de vegetação (Antônio; Neumaier, 1986), com valores próximos aos obtidos por Inomoto et al. (2006) para mucuna-cinza (FR = 1,17) e mucuna-preta (FR = 0,89) após 66 dias. Um pequeno número de massas de ovos (se comparado às 313 observadas por raiz de feijão-comum 'Rio Vermelho') foi encontrado em raízes de mucuna-cinzenta (em média, 4,5 por raiz), mucuna-anã (5,5) e mucuna-preta (13,3) após a inoculação de 3 mil ovos de *M. javanica* (Santos; Ruano, 1987).

Como resultado contrastante, muitos ovos (de 100 a 250 por grama de raiz) foram obtidos em seis mucunas (preta, cinzenta, anã, rajada, branca e jaspeada) após 65 dias da inoculação com 5 mil ovos de *M. javanica*. Apesar de esse valor ter sido muito inferior ao obtido em quiabeiro (15 mil ovos por grama de raiz), ele foi suficiente para produzir grande quantidade de galhas (mais de 400 por raiz) em quiabeiros plantados logo após as mucunas (Resende et al., 1987). Noutro trabalho (Asmus; Ferraz, 1988), centenas de galhas (em média, 843,0) formaram-se em tomateiros plantados em parcelas, nas quais mucuna-preta foi mantida por 60 dias, à semelhança do verificado nas parcelas com feijão-de-porco [*Canavalia ensiformis* (L.) D.C.] (em média, 459,4), planta notoriamente boa hospedeira de *M. javanica*². Esse resultado contrastou com os das parcelas mantidas com *C. paulina* e *C. spectabilis* (respectivamente, 3,8 e 7,1 galhas). Portanto, as respostas das mucunas a *M. javanica* são mais variáveis e menos favoráveis do que as conhecidas para *M. incognita*, pelos resultados que mostraram permanência de elevadas densidades da primeira espécie em solos anteriormente cultivados com mucunas.

Outro ponto a destacar é que quase todos os trabalhos de campo com mucunas ressaltam a importância de se realizar a incorporação da biomassa pelo efeito positivo da biomassa, por si própria, na redução populacional dos fitonematoides, que anularia ou mesmo suplantaria o aumento popu-

² Ver seção Fabáceas no controle de *Meloidogyne javanica*.

lacional propiciado pela planta. Confirmando essa suposição, Asmus e Ferraz (1988) verificaram que a mucuna-preta possibilitou aumento da densidade de *M. javanica*, mas esse efeito foi compensado pela incorporação da biomassa. Em parcelas cultivadas com mucuna-preta e nas quais houve a incorporação, tomateiros plantados a seguir apresentaram poucas massas de ovos nas raízes (em média, 13,5), número próximo do obtido em tomateiros das parcelas com *C. spectabilis* (10,1).

Anteriormente, já fora verificado que tal regra se estendia a outros adubos verdes (Resck et al., 1982). Em local infestado por *M. javanica*, 15 espécies de fabáceas foram cultivadas durante 4 meses (de novembro a março), e depois cortadas, deixadas 10 dias para secar e incorporadas ao solo. No ano seguinte, foi implantada a cultura da soja. Todas as fabáceas, mesmo as sabidamente boas hospedeiras de *M. javanica*, como lablab [*Lablab purpureus* (L.) Sweet] e feijão-de-porco, promoveram a redução populacional dos nematoides, provavelmente por causa da incorporação das suas biomassas, que variaram de 300 kg ha⁻¹ de matéria seca para *C. virgulata* ssp. *grantiana* até 10.000 kg ha⁻¹ para *C. juncea*. Porém, altas produções de soja somente foram obtidas nas parcelas sob tratamento com fabáceas não hospedeiras de *M. javanica* (*C. paulina*, *C. juncea*, *C. spectabilis*) ou más hospedeiras (mucunas preta, anã e jaspeada).

A incorporação da biomassa vegetal tem, portanto, importante papel na diminuição da população de fitonematoides do solo, pois esse evento pode se dar mesmo com fabáceas boas hospedeiras. No entanto, o efeito positivo dos adubos verdes em áreas infestadas com nematoides é obviamente muito mais acentuado com o uso de espécies não hospedeiras ou más hospedeiras. Além disso, não se pode pensar em utilizar plantas boas hospedeiras como cultura intercalar com o objetivo de incorporar sua biomassa, pois, enquanto estiverem vegetando, estarão liberando nematoides no solo, que poderão invadir as raízes da cultura principal.

Crotalárias e mucunas no controle de outras espécies de *Meloidogyne*

São escassos e dispersos os trabalhos sobre a reação de crotalárias e mucunas a espécies de nematoide-das-galhas que não *M. incognita* e *M. javanica*.

Segundo Linde (1956), os J₂ de *M. arenaria* não chegaram a penetrar as raízes de mucuna-anã 'Velvet Stingless'; em *C. spectabilis*, penetraram as raízes, mas não formaram massas de ovos; e em *C. juncea* e nas mucunas-anãs 'Velvet Somerset' e 'Velvet Golden', formaram massas de ovos. O mesmo autor verificou que os J₂ de *Meloidogyne hapla* não penetraram as raízes de mucuna-anã 'Velvet Somerset' e 'Velvet Golden'; em *C. spectabilis*, penetraram as raízes, mas não formaram massas de ovos; e, em *C. juncea* e mucuna-anã 'Velvet Stingless', formaram massas de ovos. Posteriormente, confirmou-se que *C. spectabilis* não possibilita a reprodução de *M. arenaria* tendo por base a ausência de massas de ovos externas e de ovos nas raízes (Taylor et al., 1985).

Em experimento em casa de vegetação, cerca de 40 galhas foram contadas, em média, por sistema radicular de mucuna-preta 60 dias após seu substrato ter sido infestado com 5 mil juvenis infectivos (J_2) de *M. exigua*. A presença de ovos nas raízes (em média, 1.048 por sistema radicular) indica que fêmeas adultas foram formadas em mucuna-preta, mas o FR abaixo de 1,0 mostra, por sua vez, que, nessa planta, elas exibem baixa fecundidade ou sofrem retardamento da maturidade sexual, pois, no mesmo experimento, foram obtidos, em média, 31.483 e 36.996 ovos por sistema radicular de tomateiro e cafeeiro, respectivamente (Almeida; Campos, 1991b). No mesmo experimento, nenhuma galha foi observada em *C. spectabilis*, mas foram contados, em média, 48 ovos por raiz. Ambas as espécies de adubos verdes foram testadas em condições de campo visando à supressão de *M. exigua* em local em que o cafezal foi erradicado. O nematoide não foi mais detectado no local após 210 dias do plantio de mucuna-preta ou *C. spectabilis*. Os autores especularam que o efeito supressivo da mucuna foi provocado pela má hospedabilidade dos adubos verdes em conjunto com a ação de gases e outros produtos liberados durante a degradação da matéria vegetal após a incorporação da planta (Almeida; Campos, 1991a).

Guandu no controle de *Meloidogyne* spp.

O guandu é uma fabácea muito rústica, com sistema radicular forte e profundo (Ferraz et al., 1999), que abriga genótipos que se caracterizam pela grande diversidade, manifestada na sua reação perante os fitonematoides. Predominam relatos sobre elevadas populações de *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. hapla* em guandu, mas também existem observações mostrando o contrário para *M. incognita* e *M. javanica*. Nenhuma massa de ovos externa se formou em raízes de guandu 'Norman' 62 dias após a inoculação de 1,5 mil espécimes de *M. incognita* ou *M. javanica*. Porém, com a raça 1 de *M. arenaria*, de 30 a 100 massas de ovos externas foram formadas e 22 mil ovos foram obtidos de cada grama de raiz (Taylor et al., 1985).

Em Porto Rico, o guandu é muito utilizado na alimentação humana na forma de grãos, e um dos principais responsáveis por perdas de produção são os nematoides *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, *M. incognita* e *M. javanica*. Quatro cultivares de guandu ('Kaki', 'Pinto', 'Blanco', '2B-Bushy') e quatro linhagens (98, 59, 147 e 149) de Porto Rico foram testadas para *M. javanica* em casa de vegetação e no campo. Todas se comportaram como boas hospedeiras do nematoide (FR = 1,9 a 15,4) (Acosta et al., 1986). No Brasil, um genótipo não identificado de guandu apresentou FR abaixo de 1,0 (0,09) em condições controladas após 70 dias da inoculação com 40 mil espécimes do nematoide (Antônio; Neumaier, 1986). O genótipo I-265 exibiu, em média, 3,2 massas de ovos por planta em experimento com população inicial de 3 mil ovos; e 0,1 massa de ovos por grama de raiz em outro com Pi de 5 mil ovos (Santos; Ruano, 1987; Costa; Ferraz, 1990). Duas cultivares comerciais de guandu ('Fava Larga' e 'Iapar 43') apresentaram valores de FR próximos entre si (respectivamente, 3,08 e 0,01). No entanto, esses valores foram distantes do valor obtido em soja, que foi de 40,55 (Inomoto et al., 2006). Posteriormente, confirmou-se

que a cultivar Fava Larga é suscetível a *M. javanica*, enquanto a cultivar Iapar 43 é resistente. Essa confirmação foi feita em trabalho que avaliou outras 40 linhagens, das quais somente 11 foram resistentes (FR < 1,0). Entre as linhagens testadas, uma delas já está disponível no mercado como cultivar (BRS-Mandarim), embora seja suscetível a *M. javanica* (Araújo-Filho et al., 2010).

Tem-se observado que, em geral, o guandu é hospedeiro de *M. arenaria*, *M. incognita* e *M. javanica*, mas existem algumas cultivares resistentes a *M. incognita* e *M. javanica*, o que deve ser considerado no manejo dessas espécies de nematoides-das-galhas.

Fabáceas e *Leucaena* (Mimosaceae) no controle de *Meloidogyne incognita*

Embora as crotalárias, as mucunas e o guandu sejam os adubos verdes mais utilizados no manejo de *M. incognita*, é preciso lembrar que outras fabáceas são não hospedeiras ou más hospedeiras do nematoide. Devem, portanto, merecer estudos mais aprofundados com a finalidade de dimensionar seu valor como possíveis opções aos adubos verdes mais populares.

Em casa de vegetação, centrosema (*Centrosema pubescens* Benth.), soja-perene [*Neonotonia wightii* (Arn.) Lackey (syn. *Glycine wightii*)], cudzu-tropical [*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.], amendoim-rasteiro (*Arachis prostrata* Benth.), siratro [*Macroptilium atropurpureum* (D.C.) Urban] e duas espécies de anileira (*Indigofera hirsuta* L. e *I. endecaphylla* Jacq. ex Poir.) reduziram a população das raças 1, 2 e 4 do nematoide (FR = 0,00 a 0,13) durante o período experimental de 60 dias (Silva; Carneiro, 1992). A exceção foi a raça 2 em soja-perene, com FR = 6,78. Destaca-se ainda a frequente presença de ovos nas raízes dos adubos verdes (de 4 a 80 ovos por grama de raiz), o que indica que algumas fêmeas foram capazes de completar o desenvolvimento mesmo naquelas plantas com FR abaixo de 1,0. Gonzaga e Ferraz (1994) utilizaram outra metodologia e obtiveram indícios de que centrosema e siratro, embora apresentem galhas, não permitem a reprodução da raça 3 de *M. incognita*, pois não se observaram massas de ovos nas raízes e J₂ no solo aos 60 dias após a inoculação com 5 mil ovos.

A já citada anileira (*I. hirsuta*) tem sido muito avaliada nos Estados Unidos pelo seu potencial na supressão de *M. incognita*; no entanto, tem-se mostrado inferior em relação a *C. spectabilis* por apresentar mais massas de ovos externas (de 1 a 10 por raiz vs. 0) e mais ovos por grama de raiz (200 vs. 0) após 62 dias da inoculação de 1,5 mil espécimes, entre ovos e J₂ (Taylor et al., 1985).

De grande utilidade no manejo de *M. incognita* é a mimosácea *Leucaena leucocephala* (Lam.) R. de Wit., recomendada para recuperar cafezais que foram abandonados por causa desse nematoide (informação verbal)³. Noventa dias depois de ter recebido inóculo com 5 mil ovos das quatro raças de *M. incognita*, essa fabácea não exibiu massas de ovos dos nematoides, com

³ Informação fornecida por Rui Gomes Carneiro, pesquisador do Iapar, Londrina, PR, em 1999.

exceção da raça 2 de *M. incognita*, para a qual se contou, em média, 0,4 massa por raiz (Carneiro; Altéia, 1995). No mesmo experimento, a espécie *L. diversifolia* (Schltdl.) Benth. não permitiu a formação de massas de ovos externas para as raças 2 e 4 de *M. incognita* e possibilitou a formação de reduzido número de massas, se comparado com tomateiro (de 507 a 991 por raiz) para as demais raças (em média, 0,2 por raiz para ambas). Outra mimosácea utilizada em cafezais, mas como quebra-ventos, é a bracinga (*Mimosa scabrella* Benth), cujo uso, em locais infestados por *M. incognita*, é desaconselhado por Carneiro e Altéia (1996) pelo fato de permitir a formação de massas de ovos para as quatro raças do nematoide.

Trabalho anterior já havia verificado a ausência de massas de ovos em raízes de *L. leucocephala* expostas à raça 3 de *M. incognita* (Gonzaga; Ferraz, 1994). Nesse mesmo trabalho, observou-se a mesma resposta em estilosantes (*Stylosanthes gracilis* Kunth), fabácea pouco estudada como opção de manejo de fitonematoides. Por sua vez, lablab, feijão-de-porco e calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.) são adubos verdes muito populares, que não podem, de forma alguma, ser utilizados em áreas infestadas por nematoide-das-galhas. Peacock (1957) já alertava que, 6 semanas após a inoculação de *M. incognita* (provavelmente raça 2 ou 4, pois se reproduziu em raízes de fumo), massas de ovos foram observadas em raízes de feijão-de-porco. Do mesmo modo, após a inoculação de 3 mil ovos da raça 3 de *M. incognita*, inúmeras massas de ovos foram produzidas em raízes de feijão-de-porco (em média, 146), lablab 'Rongai' (em média, 100 por raiz) e 'Semente Preta' (145) (Santos; Ruano, 1987). Gonzaga e Ferraz (1994) provaram que o calopogônio permite a reprodução – apresentou, em média, 59 massas de ovos por raiz 60 dias após a inoculação de 5 mil ovos – e eleva a população da raça 3 de *M. incognita* no solo. Um trabalho em casa de vegetação com duração de 60 dias utilizou como variável o FR e demonstrou que as três espécies citadas aumentam sobremaneira a população das raças 1, 2 e 4 de *M. incognita*: FR = 2,95 a 12,66 para lablab 'Rongai'; FR = 7,05 a 27,08 para feijão-de-porco; e FR = 4,00 a 55,54 para calopogônio (Silva; Carneiro, 1992).

Outras fabáceas a serem evitadas em locais infestados por *M. incognita* são ervilha-forrageira, ervilhaca-peluda (*Vicia villosa* Roth), trevo-branco (*Trifolium repens* L.), trevo-vermelho (*Trifolium pratense* L.), tremoço (*Lupinus* spp.) e chícharo (*Lathyrus sativus* L.). Depois da inoculação de 3 mil ovos da raça 3 de *M. incognita*, todas as 19 cultivares de tremoço testadas por Santos e Ruano (1987) permitiram a formação de dezenas de massas de ovos em suas raízes: de 168,4 a 262,5 massas por raiz em cinco cultivares de tremoço-amarelo (*Lupinus luteus* L. 'Portugal', 'Áurea', 'Gelbe DDR', 'CYT' e 'Barpine'), de 42,5 a 285,2 massas por raiz em nove cultivares de tremoço-azul (*Lupinus angustifolius* L. 'Frost Blue', 'Marri', 'Guarapuava', 'Unicrop', 'Dr. Ritter', 'Uniharves', 'Kubesa', 'Stevens' e 'África do Sul') e de 47,0 a 186,6 massas por raiz em cinco cultivares de tremoço-branco (*Lupinus albus* L. 'Linea 469', 'Tift Blue', 'Linea 72', 'Floresta' e 'Tomik'). Para dimensionar quão elevados são tais valores, eles devem ser comparados com aqueles obtidos em plantas sabidamente boas hospedeiras de *M. incognita*: 57,0 massas por raiz em feijão-comum 'Rio Vermelho' e 62,7 massas por raiz em algodoeiro 'Iapar 4 Paraná 1'. No mesmo experimento, massas de ovos foram observadas

em raízes de trevo-vermelho 'Estanzuela' (em média, 53,4 por raiz), ervilhaca-peluda 'Ost Saat- Dr. Baumans' (156,4), ervilha-forrageira 'Poneka' (177,2 e 200,6) e chícharos 'Verê' e 'Londrina' (70,1 e 102,8). Posteriormente, em trabalho que utilizou as demais raças – 1, 2 e 4 – e o FR como variável, foi confirmado o aumento populacional de *M. incognita* em raízes de ervilha-forrageira 'Poneka' e 'Vitorino', tremoço-azul 'Iapar 24', tremoço-amarelo 'Portugal', ervilhaca-peluda, chícharo e trevos branco e vermelho, com valores variando entre 1,36 (raça 1 em tremoço-azul) e 127,74 (raça 2 em ervilhaca-peluda) (Silva; Carneiro, 1992).

Além dos resultados em casa de vegetação, há relatos de infestação natural por *M. incognita* de plantas de trevo-branco 'Ladino Regal', trevo-vermelho 'Estanzuela 116' e *Lotus pedunculatus* Cav. no estado de Santa Catarina. No caso das duas últimas fabáceas, o nematoide causou clorose, secamento de folhas e morte de plantas (Kalvelage; Brose, 1990).

Há também alguns adubos verdes que apresentam respostas conflitantes na literatura. É o caso de serradela (*Ornithopus sativus* Brot.): a cultivar Yellow permitiu a formação de 31 massas de ovos após a inoculação de 3 mil ovos da raça 3 de *M. incognita*, em trabalho de Santos e Ruano (1987), mas uma cultivar não identificada reduziu a população das raças 1, 2 e 4 em trabalho de Silva e Carneiro (1992). Em Santos e Ruano (1987), a alfafa (*Medicago sativa* L.) 'Crioula' permitiu a formação de, em média, menos de 1 massa de ovos por raiz (0,8) e as ervilhacas-comuns (*Vicia sativa* L.) 'Bernina' e 'Santa Catarina', respectivamente, 15,9 e 39,0; porém, em Silva e Carneiro (1992), foi obtida redução populacional da raça 1 (FR = 0,06) e aumento das raças 2 e 4 (FR = 6,75 e 1,28) em cultivar não identificada de alfafa, além de redução populacional das raças 1 e 4 (FR = 0,07 e 0,04) e aumento da raça 2 (FR = 12,32) em cultivar não identificada de ervilhaca-comum.

Além das crotalárias, mucunas e guandu, existem outros adubos verdes de verão que podem ser utilizados para o manejo de *M. incognita*. No Brasil, apenas as leucenas, em especial *L. leucocephala*, têm sido utilizadas com essa finalidade, razão pela qual se sugere a intensificação dos estudos com a centrosema e o siratro. Por sua vez, não há opções dignas de nota entre os adubos verdes de inverno, pois tremoços, trevos, chícharo, serradela, ervilha-forrageira, ervilhacas e alfafa têm se mostrado bons hospedeiros do nematoide ou apresentado respostas variáveis. Nesse caso, é preciso pensar em espécies vegetais fora da família Fabaceae.

Fabáceas no controle de *Meloidogyne javanica*

Se forem excluídas as crotalárias, as mucunas e os guandus, poucas informações existem sobre a reação das fabáceas ao nematoide *M. javanica*. Entre elas, a maioria mostrou-se boa hospedeira do nematoide, com FR elevado ou com a presença de muitas massas de ovos externas. Exceções importantes são centrosema e siratro, que, além de serem consideradas plantas não hospedeiras das quatro raças de *M. incognita* (Silva; Carneiro, 1992; Gonzaga; Ferraz, 1994), comportaram-se como más hospedeiras de *M. javanica* em experimento em casa de vegetação. Poucas massas de ovos – em média, 1,2 por grama de raiz em centrosema e 1,0 em siratro – foram

observadas aos 60 dias após a inoculação com 5 mil ovos de *M. javanica* (Gonzaga; Ferraz, 1994). Na mesma categoria de planta má hospedeira, pode ser enquadrada a anileira *I. hirsuta*, que, 62 dias após a inoculação de 1,5 mil espécimes de *M. javanica* (ovos e J₂), apresentou poucas massas de ovos (de 3 a 30 por raiz) e ovos (40 por grama de raiz), enquanto *C. spectabilis* apresentou valor zero para ambas as medidas (Taylor et al., 1985).

Um caso interessante é o de estilosantes. Sabe-se que as forrageiras da espécie *S. gracilis* não são hospedeiras da raça 3 de *M. incognita*. Estudou-se a reprodução de *M. javanica* em três outras espécies de estilosantes [*Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Swartz ssp. *guianensis* 'Bandeirante', *Stylosanthes macrocephala* M. B. Ferr. & Sousa Costa 'Pioneiro' e *Stylosanthes capitata* Vog. 'CPAC 704'], além do efeito do nematoide no crescimento da forrageira. As três espécies de estilosantes mostraram-se não hospedeiras do nematoide, não exibiram massas de ovos e reduziram, após 45 dias, a população do parasita a menos de 3% daquela inoculada. O fato interessante é que o nematoide, na população inicial de 5 mil ovos e J₂, provocou a diminuição da massa fresca da parte aérea dos estilosantes em cerca de 50%, em comparação a plantas que não receberam inóculo, o que constitui uma relevante desvantagem no seu uso para o manejo de *M. javanica* (Sharma, 1984).

A lista de adubos verdes que permitem intensa reprodução de *M. javanica* é extensa. Conforme trabalho de Santos e Ruano (1987), com base no número de massas de ovos formadas após a inoculação de 3 mil ovos de *M. javanica*, nenhum dos adubos verdes a seguir poderia ser utilizado em área infestada com *M. javanica*:

- Feijão-de-porco (em média, 40,4 massas de ovos por raiz).
- Lablab 'Rongai' (99 massas de ovos por raiz) e 'Semente Preta' (63,1 massas de ovos por raiz).
- Ervilhaca-comum 'Bernina' (10,2 massas de ovos por raiz), 'Santa Catarina' (22,1 massas de ovos por raiz) e 'Ungarn' (245,7 massas de ovos por raiz).
- Ervilhaca-peluda 'Ost Saat-Dr. Baumans' (462,3 massas de ovos por raiz).
- Chicharo 'Verê' (103 massas de ovos por raiz) e 'Londrina' (183,7 massas de ovos por raiz).
- Tremoço-amarelo 'Portugal Semente Preta' (21,1 massas de ovos por raiz), 'Portugal Semente Cinza' (222 massas de ovos por raiz), 'Áurea' (21,6 massas de ovos por raiz), 'Gelbe DDR' (43,1 massas de ovos por raiz), 'Barpine' (55,9 massas de ovos por raiz) e 'CYT' (228,4 massas de ovos por raiz).
- Tremoço-azul 'África do Sul' (29,9 massas de ovos por raiz), 'Uniharvest' (51,4 massas de ovos por raiz), 'Frost Blue' (53,5 massas de ovos por raiz), 'Unicrop' (81,8 massas de ovos por raiz), 'Guarapuava' (116 massas de ovos por raiz), 'Chapecó' (117 massas de ovos por raiz), 'Kubesa' (118,7 massas de ovos por raiz), 'Dr. Ritter' (130,4 massas de ovos por raiz) e 'Stevens' (149,5 massas de ovos por raiz).

- Tremoço-branco 'Linea 72' (77,7 massas de ovos por raiz), 'Tift Blue' (78,2 massas de ovos por raiz), 'Linea 469' (114 massas de ovos por raiz), 'Floresta' (154,1 massas de ovos por raiz), 'Tomik' (188,3 massas de ovos por raiz).
- Trevo-vermelho 'Estanzuela' (230,7 massas de ovos por raiz).
- Serradela 'Yellow' (29,2 massas de ovos por raiz).

Além disso, a maioria dessas informações foi confirmada em trabalhos posteriores, como aquele produzido por Costa e Ferraz (1990), em que, 60 dias após a inoculação de 5 mil ovos do nematoide, contaram-se, em média, 36,3 massas de ovos por grama de raiz de tremoço-amarelo e 37,6 em tremoço-branco. No mesmo experimento, os números para chícharo e serradela foram, respectivamente, 43,2 e 30,4.

O comportamento de calopogônio e cudzu-tropical em relação a *M. javanica* é similar ao conhecido para *M. incognita*, ou seja, são boas hospedeiras dessa espécie de nematoide-das-galhas (Asmus; Ferraz, 1988; Gonzaga; Ferraz, 1994). Para finalizar a lista, entre 17 plantas testadas em casa de vegetação para *M. javanica*, a fabácea *Sesbania aculeata* Pers. foi a que apresentou maior FR (15,33) (Antônio; Neumaier, 1986).

Poáceas no controle de *Meloidogyne* spp.

Várias poáceas são valiosas como fonte de palhada no sistema plantio direto (SPD) ou para a formação de pastagem na integração lavoura-pecuária (ILP). Dentre elas, as braquiárias (*Urochloa* spp.), as várias cultivares de *Panicum maximum* Jacq. e o milheto (*Pennisetum glaucum*, syn. *Pennisetum americanum* e *Pennisetum typhoides*) merecem especial destaque porque são muito usadas para essas duas finalidades e, dentro no contexto deste capítulo, porque têm a capacidade de suprimir certas espécies de fitonematoides.

Num dos trabalhos pioneiros acerca do efeito de braquiárias sobre *M. javanica* (Brito; Ferraz, 1987), dez espécies e cultivares de poáceas foram inoculadas com 5 mil ovos do nematoide, e avaliada a densidade no solo depois de 60 dias. Nas parcelas com tomateiro 'Rutgers', que foi utilizado como controle positivo para o nematoide, a densidade foi de 222 J₂ (juvenis do segundo estádio) por 50 cm³ de solo. Para as poáceas testadas, os valores foram:

- Capim-gordura (*Melinis minutiflora* Pal de Beauv.) – 144 J₂ por 50 cm³ de solo.
- Capim-chorão (*Eragrostis curvula* Nees) – 110 J₂ por 50 cm³ de solo.
- Braquiária-peluda [*Urochloa ruziziensis* (R. Germain & Evrard) Crins] – 79 J₂ por 50 cm³ de solo.
- Braquiário [*Urochloa brizantha* (Hochst. ex. A. Rich) R.D. Webster] – 40 J₂ por 50 cm³ de solo.

- Capim-setária (*Setaria sphacelata* Stapf. 'Kazangula') – 27 J₂ por 50 cm³ de solo.
- Capim-pangola (*Digitaria decumbens* Stent. 'Pangola') – 10 J₂ por 50 cm³ de solo.
- Aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) – 8 J₂ por 50 cm³ de solo.
- Capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) – 6 J₂ por 50 cm³ de solo.
- Braquiária-comum [*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster] – 0.
- Capim-guiné (*Panicum maximum* 'Guiné') – 0.

Como cada parcela era um vaso com 3 L de solo, a população final somente no solo da parcela (portanto, sem contar a população nas raízes) foi de 13.320 J₂ para tomateiro, 8.640 J₂ para capim-gordura, 6.600 J₂ para capim-chorão, 4.740 J₂ para braquiária-peluda, 2.400 J₂ para braquiário, 1.620 J₂ para capim-setária, 600 J₂ para capim-pangola, 48 J₂ para aveia-preta, 36 J₂ para capim-buffel e 0 para braquiária-comum e capim-guiné.

Não se avaliou a densidade de nematoides nas raízes das poáceas, mas, em amostras de raízes, contou-se o número de galhas e massas de ovos, que foram observadas somente em aveia-preta (0,12 galha ou massa de ovos por grama) e capim-setária (0,25 galha e 0,13 massa de ovos por grama), além do tomateiro (39,34 galhas e 38,65 massas de ovos). As raízes não avaliadas foram misturadas com o solo que não foi utilizado na avaliação populacional, retornando aos vasos de origem, onde foi plantada uma muda de tomateiro com 30 dias. Trinta dias depois do plantio, avaliou-se o número de galhas por tomateiro, e obtidos os seguintes valores: 2.278 galhas em tomateiro depois de aveia-preta, 1.138 galhas depois de capim-gordura, 1.071 galhas depois de capim-setária, 648 galhas depois de braquiária-peluda, 184 galhas depois de capim-buffel, 23 galhas depois de capim-pangola, 19 galhas depois de braquiário, 12 galhas depois de capim-guiné, 11 galhas depois de capim-chorão e 10 galhas depois de braquiária-comum. Não foi possível avaliar os tomateiros após tomateiro, pois a infestação foi tão elevada que causou a morte das plantas antes da avaliação.

A forma de avaliação levou a resultados contraditórios, como no caso da aveia-preta. Considerando-se que a densidade final no solo foi muito baixa, a aveia-preta seria considerada uma supressora de *M. javanica*. Porém foi uma das únicas poáceas em que se verificaram massas de ovos e, principalmente, foi a que levou à maior formação de galhas nos tomateiros plantados a seguir. Os resultados mais coerentes foram obtidos com capim-pangola, capim-guiné e braquiária-comum, pois essas três poáceas causaram redução da densidade de nematoides no solo, não apresentaram galhas ou massas de ovos em suas próprias raízes e levaram à formação de muito poucas galhas nos tomateiros plantados a seguir. Os autores incluíram outras duas poáceas, capim-chorão e braquiário, entre aqueles promissores para o controle de *M. javanica*.

Resultados semelhantes aos de Brito e Ferraz (1987) foram obtidos por Dias-Arieira et al. (2002), que inocularam 2,5 mil ovos de *M. javanica* em 15 espécies e cultivares de poáceas mantidas em vasos de 2.500 cm³. Decorridos 60 dias, a parte aérea das poáceas foi retirada, mantendo-se

as raízes nos vasos, onde uma muda de tomateiro de 20 dias foi plantada e permaneceu por 40 dias, ao fim dos quais se contaram as galhas e massas de ovos. Os tomateiros com menores infestações foram aqueles plantados nos vasos anteriormente cultivados com braquiário (duas cultivares), braquiária-comum e três cultivares de *P. maximum* ('Colonião', 'Tanzânia' e 'Vencedor'): 0,4 a 10,6 galhas; 0,3 a 33,3 massas de ovos por tomateiro. Já os tomateiros plantados em vasos anteriormente cultivados com milho, com duas cultivares de *Pennisetum purpureum* Schum. ('Napier' e 'Pioneiro'), com grama-batatais (*Paspalum notatum* Flugge 'Pensacola') e com *Setaria anceps*, apresentaram as maiores infestações: 960,4 a 1.513,3 massas de ovos por tomateiro.

Dias-Arieira et al. (2002) avaliaram também o efeito de poáceas sobre *M. incognita*, verificando que as mais efetivas no controle desse nematoide foram as mesmas que se destacaram contra *M. javanica*, ou seja, braquiário, braquiária-comum e *P. maximum*. O número médio de galhas em tomateiro após essas poáceas variou entre 0,0 e 56,7; o número de massas de ovos, entre 7,1 a 77,8. Milho, duas cultivares de *P. purpureum* ('Napier' e 'Elefante da Flórida'), *S. anceps* e grama-batatais 'Pensacola' foram os destaques negativos: 354,4 a 1.130,3 galhas; 574,0 a 1.364,4 massas de ovos por tomateiro. O resultado da grama-batatais para ambas as espécies de *Meloidogyne* contradiz a tradição norte-americana de utilizar *P. notatum* para o controle de nematoides-das-galhas (Weaver et al., 1998), indicando uma possível variação entre os genótipos dessa poácea.

Estratégias gerais sobre o uso de adubos verdes no manejo de *Meloidogyne* spp.

A literatura registra que muitas das fabáceas e mimosáceas utilizadas como adubos verdes são boas hospedeiras de *M. incognita* e *M. javanica*, razão pela qual seu uso deve limitar-se a locais isentos dessas espécies. Conforme demonstrado no trabalho pioneiro de McBeth e Taylor (1944), a presença de nematoide-das-galhas restringe a escolha dos adubos verdes àquelas espécies sabidamente não hospedeiras ou más hospedeiras. A inobservância dessa regra provavelmente fará da adubação verde uma prática contraproducente.

Entre as fabáceas indicadas para áreas infestadas pelos nematoides-das-galhas, *C. spectabilis* destaca-se pela quantidade de resultados positivos para o manejo de *M. incognita* e *M. javanica*, principalmente em olerícolas. Seis outras espécies (*C. virgulata* ssp. *grantiana*, *C. breviflora*, *C. paulina*, *C. mucronata*, *C. striata* e *C. retusa*) podem igualmente ser classificadas como não hospedeiras de ambas as espécies de *Meloidogyne*, embora com base em pequeno número de dados, podendo ser alternativas valiosas em locais onde, por alguma razão, não se recomenda ou não é possível o cultivo de *C. spectabilis*.

O uso de *C. juncea* deve se restringir ao controle de *M. javanica* e, ainda assim, com ressalvas. Há fortes indícios de que essa espécie de crotalária propicia o aumento populacional de *M. incognita* e de que é menos eficiente na supressão de *M. javanica* em comparação às outras

crotalárias estudadas. Porém, caso se opte pelo seu uso, é importante fazer a incorporação da biomassa com a finalidade de se beneficiar do efeito nematicida de produtos liberados durante a sua decomposição. As mucunas também apresentam certo risco, principalmente a mucuna-preta em relação a *M. javanica*; sua incorporação deve ser feita sempre que se fizer uso delas em locais infestados pelos nematoides-das-galhas.

É necessário citar algumas informações positivas acerca do uso de *L. leucocephala*, centro-sema e siratro para a redução populacional de *M. incognita* e/ou *M. javanica* do solo, apesar de apenas o uso da leucena ter sido devidamente referendado por trabalhos de campo.

A literatura também registra que as poáceas apresentam grande espectro de comportamentos em relação aos nematoides-das-galhas. Duas espécies de *Urochloa* (braquiário e braquiária-comum) e capim-guiné destacam-se como as mais valiosas para o controle de *M. javanica* e *M. incognita*, que são as espécies de nematoides-das-galhas mais importantes em países de clima tropical e subtropical. Em contrapartida, milho e capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) devem ser evitados em locais infestados por *M. javanica* e *M. incognita*. No Brasil, a braquiária-comum tem sido utilizada com grande sucesso no controle tanto de *M. javanica* quanto de *M. incognita* nas culturas da batata e da cenoura. A principal região produtora de cenoura do Brasil, que engloba os municípios mineiros de São Gotardo, Campos Novos e Rio Paranaíba (locais em que os nematoides-das-galhas causavam perdas de 40% a 50% e eventualmente 100%), foi recuperada depois de 1,5 a 3 anos com pastagem de braquiária-comum em ILP (Figura 5). Na cultura da cenoura, há também exemplos de uso bem-sucedido da braquiária-peluda para o controle de *M. javanica* e *M. incognita*, em contradição aos resultados alcançados por Dias-Arieira et al. (2002), que consideraram essa espécie de *Urochloa* menos promissora do que o braquiário e a braquiária-comum.

Uso dos adubos verdes no manejo do nematoide-de-cisto-da-soja

Importância do nematoide

O nematoide-de-cisto-da-soja (*Heterodera glycines* Ichinohe) é um dos principais problemas fitossanitários da soja no País. Desde sua primeira detecção em território nacional, na safra 1991-1992, *H. glycines* disseminou-se rapidamente pelas principais áreas de produção de soja. Estima-se que atualmente 2 milhões de hectares estejam infestados pelo nematoide (Dias et al., 2006).

O manejo de *H. glycines* baseia-se principalmente no uso de cultivares resistentes e na rotação e sucessão da soja com culturas não hospedeiras do nematoide. Entre essas, os adubos

Fotos: Mário Massayuki Inamoto



Figura 5. Controle dos nematoides-das-galhas *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita* em cenoura por meio da integração lavoura-pecuária (ILP) utilizando pastagem de braquiária-comum (*Urochloa decumbens*): perdas de 100% em talhão com 7 ha de cenoura, devido a deformações nas raízes (A); deformações em cenoura causadas pelos nematoides-das-galhas (B); pastagem de braquiária-comum implantada em talhões altamente infestados pelos nematoides-das-galhas (C); as perdas por deformações nas raízes foram reduzidas a, no máximo, 10% após ILP com braquiária-comum por períodos de 1,5 a 3 anos (D).

verdes podem ser citados pelos excelentes resultados na redução da densidade populacional do nematoide. A associação entre as duas práticas, embora pouco comum, tem se mostrado altamente eficaz no manejo de *H. glycines*. Em ensaios realizados em Sapezal, MT, em solo de argiloso a muito argiloso (60% de argila) e onde se utilizou a soja 'TMG-4182' (cultivar com resistência a várias raças de *H. glycines*) por duas vezes na safra de verão e *C. spectabilis* em sucessão, a população do nematoide foi reduzida a valores não detectáveis.

A possibilidade de uso de adubos verdes para o manejo de *H. glycines* tem sido estudada há muito tempo. Os principais resultados de pesquisa com seu uso no Brasil e no mundo foram compilados por Ferraz et al. (1999). Segundo esses autores, todas as plantas de interesse econômico atacadas por *H. glycines* pertencem à família Fabaceae (Leguminosae). No entanto, várias espécies de adubos verdes, embora também sejam da família Fabaceae, podem exercer importante controle sobre o nematoide-de-cisto-da-soja (Warnke et al., 2006). Entre elas, destacam-se as crotalárias, as mucunas e o guandu.

Crotalárias no controle de *Heterodera glycines*

Segundo Ferraz et al. (1999), data de 1957 a primeira referência da ação de *Crotalaria* spp. sobre o nematoide-de-cisto-da-soja. A partir daí, vários trabalhos com esses adubos verdes demonstraram a existência de variação na reação das diferentes espécies de crotalárias ao nematoide-de-cisto-da-soja. Um exemplo disso é o que ocorre com *C. juncea*, que ora responde como má hospedeira (Valle et al., 1996), ora como não hospedeira (Kushida et al., 2003; Schwan, 2003). Nesse aspecto, é preciso lembrar que o nematoide-de-cisto-da-soja apresenta raças fisiológicas; dessa forma, generalizações devem ser evitadas (Ferraz et al., 1999). No caso em questão, enquanto Valle et al. (1996) trabalharam com a raça 3, Schwan (2003) utilizou a raça 10.

Outro aspecto que deve ser destacado é o fato de a penetração dos juvenis de segundo estágio (J_2) de *H. glycines* ocorrer frequentemente nas raízes de fabáceas, mesmo das espécies não hospedeiras. Posteriormente, em várias espécies de *Crotalaria*, assim como ocorre em cultivares de soja resistentes a *H. glycines*, o desenvolvimento do nematoide é parcial ou totalmente inibido, o que resulta em baixa reprodução do nematoide ou mesmo em sua supressão (Kushida et al., 2003). Assim, tais crotalárias comportam-se como plantas-armadilhas automáticas para o nematoide (Ferraz et al., 2003).

Valle et al. (1996) verificaram que juvenis de *H. glycines* raça 3 penetraram as raízes de *C. paulina*, *C. spectabilis*, *C. striata* e *C. juncea* depois que elas receberam inóculo composto por 4.200 ovos do nematoide. O estágio de fêmea adulta foi atingido somente em *C. juncea*, mas em baixo número (menos de 10% daquele observado em soja suscetível). Levando em conta que uma cultivar de soja, para ser considerada resistente a *H. glycines*, não deve permitir produção de fêmeas adultas superior a 10% do número de fêmeas produzido em cultivares suscetíveis (por exemplo, soja 'FT Cristalina1'), o uso de crotalárias em rotação com soja pode resultar, na pior das hipóteses, em benefícios (no que diz respeito à redução populacional de *H. glycines*) semelhantes aos obtidos com o uso de cultivares de soja resistentes.

Em estudo realizado com *H. glycines* raça 10 e oito espécies de crotalárias (*C. paulina*, *C. striata*, *C. anagyroides*, *C. spectabilis*, *C. juncea*, *C. breviflora*, *C. retusa* e *C. ochroleuca*), Schwan (2003) verificou que os J_2 penetraram as raízes de todas as crotalárias testadas. Porém, aos 33 dias após a inoculação, o nematoide conseguiu se alimentar e prosseguir no seu ciclo, atingindo os estádios de J_3 e J_4 , somente em *C. retusa*, *C. juncea* e *C. ochroleuca*. Posteriormente, fêmeas adultas e ovos foram observados somente nas raízes de *C. retusa* e *C. ochroleuca*, mas em quantidades muito reduzidas – 4,7% e 3,2% da quantidade verificada em soja 'FT Cristalina'. As demais crotalárias atuaram como armadilhas automáticas de *H. glycines*, pois o desenvolvimento do nematoide ficou estacionado no estágio J_2 . Portanto, essas cinco espécies (*C. paulina*, *C. striata*, *C. anagyroides*, *C. spectabilis* e *C. breviflora*), além de *C. juncea*, podem ser consideradas não hospedeiras de *H. glycines*. Aquelas que permitiram a conclusão do ciclo do nematoide, ou seja, *C. retusa* e *C. ochroleuca*, podem ser consideradas más hospedeiras; portanto, têm valor no manejo

de *H. glycines*. De fato, todas as crotalárias testadas foram eficientes na redução da população do nematoide quando precederam a soja. Apesar disso, como há várias outras opções de culturas de sucessão e rotação para o controle de *H. glycines*, as crotalárias são muito pouco usadas para o manejo dessa espécie, exceto quando se pretende controlar também o nematoide-das-lesões (*Pratylenchus brachyurus*). Nesse caso, as crotalárias geralmente são utilizadas em consórcio com milho ou com braquiária. Geralmente, *C. spectabilis* é a preferida para o consórcio com o milho e *C. ochroleuca* com as braquiárias. Alguns produtores têm misturado sementes de crotalárias com as de outras plantas de cobertura com o objetivo de obter mais biomassa e, conseqüentemente, mais palhada, além de favorecer a atividade microbiológica do solo, que provavelmente resultará em outro benefício: a redução da viabilidade dos cistos do nematoide (Figura 6).

Foto: Rosângela Aparecida da Silva



Figura 6. Mistura de plantas de cobertura formada por milheto (*Pennisetum glaucum*, 'ADR 300'), guandu-anão (*Cajanus cajan* 'lapar 43'), *Crotalaria ochroleuca* e *Crotalaria spectabilis*.

Mucunas no controle de *Heterodera glycines*

A mucuna é uma das plantas mais estudadas para o controle do nematoide-de-cisto-da-soja (Ferraz et al., 1999). Em experimento realizado em casa de vegetação, Rodríguez-Kábana et al. (1992) obtiveram resultados em que dois acessos de mucuna-preta, do México e dos Estados Unidos (estado da Flórida), caracterizaram-se como não hospedeiros da raça 14 de *H. glycines*. Os juvenis infectivos (J_2) penetraram nas raízes, porém nenhuma fêmea adulta foi formada, apenas machos. Resultados semelhantes foram obtidos por Valle et al. (1997), que também observaram estímulo à eclosão de ovos do nematoide por lixiviados radiculares de mucuna-preta e mucuna-anã, com possíveis efeitos negativos sobre a sobrevivência do nematoide no solo.

Além de atuar como planta-armadilha automática (Valle et al., 1997; Schwan, 2003), a mucuna provavelmente possui outros dois mecanismos que acarretam a supressão do nematoide-de-cisto-da-soja. Um deles está relacionado com mudanças na microflora do solo associada às raízes

da mucuna (Kloepper et al., 1992; Vargas-Ayala et al., 2000). O uso de mucuna altera a comunidade microbiana da rizosfera e do solo, fato que parece estar associado à indução da supressividade ao nematoide. O outro se refere a constituintes químicos produzidos pelas raízes ou parte aérea, com efeitos inibitórios sobre a eclosão de juvenis. Tais constituintes podem ainda apresentar ação nematocida ou nematostática sobre juvenis (Ferraz et al., 1999). Com efeito, Barbosa et al. (1999) isolaram diversos constituintes de caule e raízes de mucuna com atividades nematocidas, tais como: uma mistura de ácidos graxos; uma mistura de triacilglicerídeos; β -sitosterol; estigmasterol; daucosterol + estigmasterol; e alantoína. Entre esses, os ácidos graxos na concentração de $5 \mu\text{l mL}^{-1}$ causaram 74,2% de mortalidade do nematoide. O aminoácido 3,4-dihidróxi-L-fenilalanina (L-dopa), presente nas sementes de mucuna, apresenta CL_{50} de $0,17 \mu\text{g mL}^{-1}$ sobre juvenis infectivos de *H. glycines* (Barbosa et al., 1999).

Vargas-Ayala e Rodríguez-Kábana (2001) estudaram o efeito da rotação de soja com diversos adubos verdes em microparcelas e verificaram efeito supressivo da mucuna sobre a população de *H. glycines* e de outros fitonematoides, além de aumento da produção de soja. Os resultados obtidos em trabalhos de campo por Weaver et al. (1993, 1998), com 1 ou 2 anos de mucuna antecedendo à soja, mostraram significativo efeito supressivo do adubo verde sobre populações mistas de *H. glycines* e *Meloidogyne* spp., o que resultou em expressivo aumento da produção de soja. Quando comparada com a grama-batatais (*Paspalum notatum*) como cultura de rotação, a mucuna apresentou efeito mais duradouro sobre a população dos nematoides (Weaver et al., 1998).

Guandu e poáceas no controle de *Heterodera glycines*

O efeito do guandu sobre o nematoide-de-cisto-da-soja foi estudado por Valle et al. (1996). Embora o nematoide consiga completar o ciclo no guandu, apenas um número muito pequeno de fêmeas é formado. Em Porto Rico, foi observada a presença de cistos de *H. glycines* raça 2 em raízes de guandu com 35 dias de idade cultivado em solo infestado (Smith; Chavarria-Carvajal, 1999).

Segundo Valle et al. (1997), lixiviados radiculares de guandu estimulam a eclosão de *H. glycines* de forma semelhante à que ocorre com mucuna-preta. A penetração do nematoide em raízes de guandu é maior do que em soja, porém poucos se desenvolvem até fêmeas adultas. Nesse caso, o ciclo é mais longo (30 dias) do que o observado em soja (18 dias). Por essas características, o guandu é considerado mau hospedeiro de *H. glycines*.

Embora o guandu tenha demonstrado efeito supressivo sobre o nematoide em casa de vegetação, há necessidade de aferir sua eficiência em condições de campo e desenvolver estratégia de uso para os diferentes sistemas de produção de soja vigentes no País.

Nos Estados Unidos, a grama-batatais é muito recomendada para o controle do nematoide-de-cisto-da-soja (Weaver et al., 1998), pois, como toda poácea, não é hospedeiro de *H. glycines*. Portanto, como regra, qualquer poácea pode ser recomendada para o controle desse nematoide.

Uso dos adubos verdes no manejo dos nematoides-das-lesões

Importância do nematoide

É notável o aumento da importância econômica alcançada por três espécies de nematoides-das-lesões: *P. brachyurus*, *Pratylenchus zae* e *Pratylenchus jaehni* Inserra, Duncan, Troccoli, Dunn, Santos, Kaplan & Vovlas, 2001. A primeira espécie ocorre principalmente em soja sob SPD. No Brasil, o plantio direto está associado ao uso de milheto e braquiárias como coberturas vegetais e de milho e algodão como culturas de segunda safra ("safrinha"). Entre as plantas citadas, há aquelas que se caracterizam como boas hospedeiras de *P. brachyurus*, a exemplo do milho, do algodão e da maioria das braquiárias. Portanto, elas causam a elevação populacional do nematoide. O milheto e algumas braquiárias são plantas más hospedeiras de *P. brachyurus*, ou seja, permitem um pequeno crescimento populacional do nematoide entre um ciclo e outro da soja.

O aumento da área cultivada com cana-de-açúcar e milho explica o aumento da importância de *P. zae*. Já a elevada virulência de *P. jaehni* em *Citrus limonia* Osbeck (o mais popular porta-enxerto de plantas cítricas no Brasil) justifica as preocupações com essa espécie de nematoide. Como a literatura registra informações insuficientes sobre a reação de adubos verdes a *P. jaehni*, este capítulo se deterá apenas nas questões relativas a *P. brachyurus* e *P. zae*.

Adubos verdes no controle de *Pratylenchus brachyurus* e *Pratylenchus zae*

Há grande interesse no uso dos adubos verdes como ferramentas no manejo de *P. brachyurus*. As perdas provocadas por *P. brachyurus* em soja fizeram com que o interesse pelo adubo verde *C. spectabilis* (que, até 2002, era restrito a alguns milhares de hectares nas culturas da cana-de-açúcar e da soja) adquirisse um novo cenário. No entanto, há poucas informações a respeito. A maioria delas é relativa a trabalhos de campo, em que o objeto principal de estudo foi uma espécie de nematoide-das-galhas, e o efeito dos adubos verdes sobre *P. brachyurus* foi registrado como um dado secundário do trabalho.

Poucos experimentos em casa de vegetação foram produzidos sobre o assunto, com exceção de Moura e Oliveira (2009). Em condições de campo, os autores verificaram que plantios e incorporações sucessivas de mucuna-preta e *C. juncea*, intercaladas por período de alqueive mecânico, causaram a redução populacional de *P. zae* até níveis indetectáveis ao fim de 24 meses de tratamento em duas áreas experimentais no estado de Pernambuco.

Os experimentos em casa de vegetação provaram que a resposta das crotalárias varia conforme a espécie da fabácea. Decorridos 2 meses, *C. mucronata* 'Striped' e 'Giant Striata' apresentaram, respectivamente, FR = 0,12 e FR = 0,16 para *P. brachyurus* e FR = 0,03 e FR = 0,00 para *P. zaeae* (Endo, 1959). Em experimento mais longo (90 dias), *P. brachyurus* (Pi = 144) não foi recuperado do substrato e das raízes de *C. paulina*, *C. striata*, *C. mucronata*, *Crotalaria lanceolata* E. Meyer, *C. retusa*, *Crotalaria pallida* Aiton e *C. virgulata* ssp. *grantiana* e manteve-se em baixa densidade em *C. juncea* (Pf = 16; FR = 0,11) e *C. spectabilis* (Pf = 13; FR = 0,09) (Silva et al., 1989a).

As mesmas espécies, com exclusão de *C. pallida* e inclusão de *C. breviflora*, foram avaliadas para *P. zaeae* (Pi = 120). O nematoide não foi recuperado do substrato e das raízes de *C. paulina*, *C. striata*, *C. mucronata*, *C. lanceolata* e *C. virgulata* ssp. *grantiana*. Verificou-se aumento em *C. spectabilis* e *C. breviflora* (FR = 1,05 e FR = 5,40, respectivamente) e baixas densidades em *C. juncea* e *C. retusa* (FR = 0,58 e FR = 0,81, respectivamente). De forma geral, trabalhos experimentais com *P. zaeae* são muito escassos, mas parecem indicar que as fabáceas não são hospedeiras desse nematoide. Os resultados de Araújo Filho et al. (2010) e Souto e Inomoto (2011) com vários genótipos de guandu são concordantes com essa regra.

Posteriormente, *C. spectabilis* e *C. breviflora* foram novamente avaliadas em três trabalhos para *P. brachyurus* e confirmaram os resultados de Silva et al. (1989a), com FR variando de 0,00 a 0,21 para *C. spectabilis* e FR de 0,00 a 0,26 para *C. breviflora* (Inomoto et al., 2006; Machado et al., 2007; Ribeiro et al., 2007). Portanto, há dados suficientes para que ambas sejam recomendadas no manejo de *P. brachyurus*. Uma vez que a rotação ou sucessão com *C. spectabilis* é uma das únicas técnicas disponíveis para o controle de *P. brachyurus*, seu uso tem crescido acentuadamente desde 2002 na cultura da soja.

Um dos adubos verdes mais utilizados para o manejo de *P. brachyurus* é *C. ochroleuca*. Os resultados obtidos por Machado et al. (2007) foram dúbios, com FR = 0,23 em um experimento e FR = 1,12 em outro, enquanto Ribeiro et al. (2007) obtiveram FR = 0,00. Calábria (2009) realizou experimentos em vasos em que inoculou 1.184 exemplares de *P. brachyurus* em plantas de soja 'Pintado', crambe (*Crambe abyssinica* Hochst. ex R.E. Fries 'FMS-Brilhante'), milheto, braquiária-peluda, *C. breviflora* e *C. ochroleuca*. Decorridos 75 dias da inoculação, a parte aérea foi retirada, e semeou-se soja 'M-Soy 8866'. Depois de 100 dias da semeadura da soja, verificou-se que as crotalárias haviam promovido a redução populacional do nematoide (> 90% de redução) no período que incluiu os 75 dias com as plantas de cobertura e os 100 dias da soja. As demais plantas causaram aumentos variáveis, entre 3,4 vezes (soja 'Pintado') e 6,8 vezes (crambe). Verificou-se que o crescimento da soja 'M-Soy 8866' foi beneficiado pelas crotalárias, pois a massa das raízes da soja foi maior depois do uso desses adubos verdes (9,54 e 9,77 gramas por parcela) em comparação com a da soja após as demais plantas testadas (entre 4,22 após soja 'Pintado' e 8,31 após milheto 'ADR-300'). Num ensaio de campo, foram utilizadas *C. breviflora*, *C. ochroleuca* e *C. spectabilis*. Passados 90 dias da semeadura, as populações médias do nematoide-das-lesões nas raízes das plantas das parcelas foram de 75 juvenis e adultos, 17 juvenis e adultos e 15 juvenis e adultos por 5 gramas de raízes, respectivamente.

Já nas parcelas onde a soja 'TMG 123' permaneceu, a população média do nematoide nas raízes foi de 1.355 juvenis e adultos por 5 gramas de raízes, e os incrementos médios em produção nas parcelas com as crotalárias foram de 986 kg ha⁻¹, 1.199 kg ha⁻¹ e 836 kg ha⁻¹.

Há discrepância na literatura em relação a *C. mucronata*. Essa espécie permitiu o aumento populacional nos dois experimentos (FR = 1,61 e FR = 1,06) produzidos por Machado et al. (2007). Nos trabalhos de Endo (1959), Silva et al. (1989a) e Ribeiro et al. (2007), ocorreu o contrário. Da mesma forma, *C. juncea* fez aumentar a população de *P. brachyurus* em trabalho de Machado et al. (2007), no qual o FR variou entre 1,11 e 4,27, em concordância com Ribeiro et al. (2007), que observou FR = 1,3. Entretanto, o mesmo adubo verde reduziu a densidade do nematoide-das-lesões em trabalhos de Charchar e Huang (1981) e Silva et al. (1989b).

Apesar da escassez de trabalhos, a constância dos resultados acerca das mucunas permite afirmar que seu uso é fortemente desaconselhado em locais infestados por *P. brachyurus*, apresentando FR > 1,0 e consistentemente mais elevados do que os de *C. spectabilis* e *C. breviflora*. No trabalho anteriormente citado (Inomoto et al., 2006), em que *C. spectabilis* e *C. breviflora* apresentaram FR = 0,16 e FR = 0,24, a mucuna-cinza atingiu o valor de FR = 8,73 e a preta, FR = 14,35. Em outros dois experimentos, as mucunas preta, cinza e anã ficaram com FR entre 1,24 e 7,18, ao passo que as citadas crotalárias obtiveram valores de FR de 0,18 a 0,26 (Machado et al., 2007). Em Ribeiro et al. (2007), *P. brachyurus* em mucuna-anã e mucuna-cinza apresentou FR = 3,3 e FR = 2,6, respectivamente, enquanto *C. breviflora* apresentou FR = 0,0.

As informações sobre os guandus são as mais inconstantes, além de estarem disponíveis em pequeno número. Guandu-anão 'lapar 43' atingiu FR = 0,60, FR = 0,68 e FR = 1,13, enquanto guandu 'Fava Larga' chegou aos seguintes valores: FR = 0,40, FR = 0,78, FR = 1,57 e FR = 4,28 em três trabalhos (Inomoto et al., 2006; Machado et al., 2007; Ribeiro et al., 2007).

A literatura registra também o feijão-de-asa [*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) D.C.] como outra fabácea má ou não hospedeira de *P. brachyurus* (FR = 0,14) e *P. zaeae* (FR = 0,00) (Dias-Arieira et al., 2009). As espécies de estilosantes têm sido recomendadas para o manejo de *P. brachyurus*. Porém, os autores deste capítulo não lograram obter informações na literatura científica sobre o assunto.

Em resumo, as informações disponíveis dão base para a recomendação de *C. spectabilis*, *C. ochroleuca* e *C. breviflora* para o controle de *P. brachyurus*. Em contrapartida, não se indicam as mucunas nem *C. juncea*.

Poáceas no controle de *Pratylenchus brachyurus* e *Pratylenchus zaeae*

As poáceas não devem ser utilizadas em locais infestados por ambas as espécies de nematoides-das-lesões, que geralmente logram reproduzir-se intensamente em plantas dessa

família botânica. A grande exceção a essa regra é o milheto, que apresenta FR muito baixo para *P. brachyurus*. O milheto, em geral, tem desempenho ligeiramente inferior ao de *C. spectabilis* no controle de *P. brachyurus* (Tabela 1), principalmente no caso de uso de sementes salvas, pois existe muita variação de comportamento entre os genótipos de milheto (Inomoto; Asmus, 2010). Porém, a grande desvantagem do milheto em relação a *C. spectabilis* está na sua reação aos nematoides-das-galhas (Tabela 2), como discutido no item sobre esses nematoides.

A presença de *P. brachyurus* e *P. zae* é um importante fator limitante para o uso de braquiárias, que são coberturas extremamente versáteis e com grandes qualidades para o manejo do solo e o controle de fitonematoides, pois não são hospedeiras do nematoide-de-cisto-da-soja, do nematoide-reniforme e de várias espécies de nematoides-das-galhas, mas, via de regra, são hospedeiras de ambas as espécies de nematoides-das-lesões (Tabela 3). Consórcio com *C. spectabilis* ou *C. ochroleuca* é uma tentativa válida de contrabalançar essa característica das braquiárias, que pesa de forma muito negativa no manejo de nematoides na cultura da soja, que tem em *P. brachyurus* um dos principais causadores de perdas no Brasil. Outra estratégia interessante é dessecar a braquiária com grande antecedência (pelo menos 3 meses antes da semeadura da soja).

Uso dos adubos verdes no manejo do nematoide-reniforme

Importância do nematoide

O nematoide-reniforme (*R. reniformis*) é importante parasita de culturas de expressivo interesse econômico e social no País, tais como algodão (Figura 7), soja, feijão-comum, feijão-caupi, melão (*Cucumis melo* L.), maracujá (*Passiflora edulis* Sims) e tomate. O grande número de plantas hospedeiras e a limitada disponibilidade de cultivares resistentes têm restringido as possibilidades de manejo das áreas infestadas pelo nematoide-reniforme. Isso se torna mais evidente na região central do País, onde são poucas as culturas não hospedeiras potencialmente aptas a ser usadas nos sistemas de produção vigentes. As crotalárias e mucunas podem ser usadas como adubos verdes no manejo do nematoide-reniforme, mas os guandus não, pois são plantas boas hospedeiras e sofrem perdas de produção na sua presença (Mahmood; Siddiqui, 1993).

Crotalárias no controle de *Rotylenchulus reniformis*

Em trabalho pioneiro no Brasil, Silva et al. (1989b) avaliaram a reação de nove espécies de *Crotalaria* (*C. breviflora*, *C. virgulata* ssp. *grantiana*, *C. juncea*, *C. lanceolata*, *C. mucronata*,

Tabela 1. Controle do nematoide *Pratylenchus brachyurus* avaliados pela densidade populacional do nematoide após 90 dias e pela produtividade da soja (*Glycine max*) cultivada após os tratamentos.

Tratamento	Número de nematoides por grama de raiz de soja	Produtividade da soja (kg ha ⁻¹)
Pousio	539a	2.622c
Sucessão com milho híbrido 'P30K75'	499a	3.270bc
Sucessão com milheto 'ADR 300'	290b	3.744ab
Cultivo mecânico do solo	205bc	4.080a
Alqueive com capina	183bc	4.098a
Sucessão com <i>Crotalaria spectabilis</i>	142c	4.062a
Sucessão com <i>Crotalaria ochroleuca</i>	120c	4.086a

Dados seguidos da mesma letra na coluna não diferem, pelo teste de Tukey, a 5%.

Fonte: Adaptado de Oliveira e Carregal (2016).

Tabela 2. Fator de reprodução⁽¹⁾ dos nematoides *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus* em raízes de oito genótipos de milheto (*Pennisetum glaucum*) e crotalária-júncea (*Crotalaria juncea*).

Genótipo	<i>M. javanica</i> (comparação não efetuada)	<i>P. brachyurus</i>
Milheto 081461-1	37,5 ⁽²⁾	0,5b
Milheto 081848	37,3	n.a. ⁽³⁾
Milheto 'ADR 300'	15,4	1,9ab
Milheto 081849	11,4	n.a.
Milheto 081548	8,0	1,6b
Milheto 'ADR 7010'	5,8	1,8b
Milheto 092175	0,4	6,9a
Milheto 080060	0,2	1,8b
Crotalária-júncea	0,1	n.a.

⁽¹⁾ O fator de reprodução é dado pela relação entre população final (Pf) e inicial (Pi): $FR = (Pf/Pi)$. ⁽²⁾ Cada valor da coluna é a média de seis repetições. ⁽³⁾ n.a. = não avaliado.

Dados seguidos da mesma letra na coluna não diferem, pelo teste de Tukey, a 5%.

C. paulina, *C. retusa*, *C. spectabilis* e *C. striata*) ao nematoide-reniforme em casa de vegetação. Decorridos 90 dias da inoculação, a população de *R. reniformis* foi significativamente menor no solo cultivado com as crotalárias em comparação ao cultivado com algodoeiro. As espécies *C. breviflora*, *C. lanceolata* e *C. mucronata* erradicaram o nematoide da parcela. Além disso, nenhum nematoide foi observado nas raízes de qualquer uma das espécies avaliadas, o que evidencia o fato de elas serem não hospedeiras de *R. reniformis*.

Entre as crotalárias, *C. juncea* é a que tem sido mais estudada quanto a seus efeitos no manejo de áreas infestadas pelo nematoide-reniforme (Caswell et al., 1991; Robinson et al., 1998;

Tabela 3. Fator de reprodução⁽¹⁾ dos nematoides *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus brachyurus* em raízes de diferentes culturas.

Cultura	<i>M. javanica</i> ⁽²⁾	<i>M. incognita</i> ⁽²⁾	<i>P. brachyurus</i> ⁽³⁾
Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)	24,2a	n.a. ⁽⁴⁾	n.a.
Algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>)	n.a.	6,4a	n.a.
Soja (<i>Glycine max</i>)	n.a.	n.a.	35,2
Capim-mulato (<i>Urochloa ruziziensis</i> x <i>Urochloa brizantha</i>)	0,1b	0,0b	7,9
<i>Urochloa brizantha</i>	0,0b	0,1b	6,6
<i>Urochloa decumbens</i>	0,0b	0,1b	3,7
<i>Urochloa ruziziensis</i>	0,1b	0,3b	2,7
<i>Urochloa humidicola</i>	0,0b	0,0b	1,6
<i>Crotalaria spectabilis</i>	0,1b	0,0b	0,0

⁽¹⁾ O fator de reprodução é dado pela relação entre população final (Pf) e inicial (Pi): $FR = (Pf/Pi)$. ⁽²⁾ Cada valor da coluna é a média de cinco repetições. Dados não publicados de Mário Massayuki Inomoto. ⁽³⁾ Cada valor da coluna é a média de 12 repetições. ⁽⁴⁾ n.a. = não avaliado.

Dados seguidos da mesma letra na coluna na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Adaptado de Inomoto et al. (2007).



Fotos: Rosângela Aparecida da Silva

Figura 7. Algodão após *Crotalaria spectabilis* com maior desenvolvimento vegetativo (A) do que algodão após algodão (*Gossypium hirsutum* 'Fmax 975WS'), em solo infestado por *Rotylenchus reniformis* (B).

Wang; Sipes, 2000; Wang et al., 2001; Santana et al., 2003). A maioria dos trabalhos caracteriza *C. juncea* como planta má hospedeira de *R. reniformis*, e essa característica seria uma das principais formas de ação sobre o nematoide. Quando essa espécie de crotalária é utilizada em rotação ou sucessão entre dois ciclos da cultura principal, a densidade populacional do nematoide é reduzida pelo menos em intensidade semelhante à que ocorre no pousio (Caswell et al., 1991).

Em algumas situações, verifica-se penetração de fêmeas imaturas de *R. reniformis* em raízes de *C. juncea*, porém a reprodução do nematoide é limitada em razão do atraso no desenvolvimento de fêmeas adultas (Wang et al., 2001). Por conta dessa característica, crotalárias têm sido

frequentemente referidas como plantas-armadilhas automáticas, ou seja, permitem a penetração de formas infectivas do nematoide nas raízes e sequestram parte da população do solo, sem que se complete o desenvolvimento e a reprodução. Esse fato resulta, ao fim do ciclo da planta, em menores populações do nematoide.

Em relação aos possíveis efeitos alelopáticos das crotalárias, sabe-se que extratos foliares de *C. juncea* inibem o movimento de *R. reniformis*, o que resulta em expressiva redução da população do nematoide após o plantio da fabácea (Wang et al., 2001). Além disso, quando incorporada ao solo, *C. juncea* estimula o aumento da população de fungos predadores de nematoides (Wang et al., 2001, 2002a, 2003). Em teoria, a incorporação de *C. juncea* ao solo aumenta a atividade de nematoides de vida livre e, por consequência, de fungos predadores de nematoides. Logo após a adição de matéria orgânica ao solo, há aumento da relação carbono:nitrogênio. Com a redução da disponibilidade de nitrogênio, estimulam-se os fungos nematófagos a passar da fase saprofítica para a parasitária (Wang; Sipes, 2000). Além disso, a incorporação de *C. juncea* ao solo estimula a população de nematoides bacteriófagos (Wang et al., 2001, 2003). Ademais, as maiores populações de nematoides bacteriófagos e fungívoros, na rizosfera de *C. juncea*, sugerem que essa fabácea estimule muitas outras atividades microbianas envolvidas com a supressão de *R. reniformis* (Wang; Sipes, 2003).

Os benefícios de *C. juncea* no manejo de solos infestados por *R. reniformis* já foram comprovados nas culturas de algodão (Robinson et al., 1998), caupi (Wang et al., 2001), inhame-da-costa (*Dioscorea cayennensis* Lam.) (Santana et al., 2003) e, principalmente, abacaxi (*Ananas comosus* L.) (Wang; Sipes, 2000; Wang et al., 2002b, 2003). No entanto, são poucos os trabalhos que avaliam o uso de crotalárias no manejo de *R. reniformis*, se comparados com os trabalhos sobre os nematoides-das-galhas. Um exemplo de uso de *C. spectabilis* no manejo de *R. reniformis* foi observado na cultura do algodoeiro ('Fmax 975 WS'), na qual a população média no momento do plantio da cobertura era de 4.932 juvenis e adultos por centímetro cúbico de solo. Decorridos 10 meses, a população média remanescente era de 730 juvenis e adultos por centímetro cúbico de solo, enquanto, nas parcelas onde o algodoeiro foi mantido, a população média era de 1.200 juvenis e adultos por centímetro cúbico de solo. Essa pequena diferença populacional em relação às parcelas onde se manteve o algodoeiro foi suficiente para promover melhor desenvolvimento das plantas de algodão devido ao menor efeito espoliador do nematoide (Figura 7).

Soja é outra cultura suscetível ao nematoide-reniforme que pode se beneficiar da rotação ou sucessão com crotalária. Segundo Leandro e Asmus (2004), um ciclo de rotação de verão com *C. ochroleuca* foi suficiente para produzir um aumento de cerca de 600 kg ha⁻¹ na produção de soja: parcelas com rotação crotalária/soja produziram 2.309 kg ha⁻¹ de soja, enquanto aquelas com rotação milho/soja produziram 1.746 kg ha⁻¹ e aquelas sem rotação (ou seja, soja/soja) produziram 1.633 kg ha⁻¹.

Mucunas no controle de *Rotylenchulus reniformis*

São escassos os trabalhos sobre mucunas com a finalidade de controlar o nematoide-reniforme. Em um deles, conduzido em casa de vegetação, Rodríguez-Kábana et al. (1998) mostraram que, depois de 2 meses de cultivo com mucuna-preta, a população de *R. reniformis* foi, em média, 98,1% menor do que a encontrada em soja, algodão ou mamona (*Ricinus comunis* L.). Assim, a mucuna-preta foi considerada má hospedeira do nematoide-reniforme.

As mucunas mostram bons resultados na supressão de *R. reniformis* se usadas como cultura de rotação (Acosta et al., 1991); porém, o efeito é mais acentuado se ocorre sua incorporação ao solo, como se verificou nas culturas da alface (*Lactuca sativa* L.) (Quénéhervé et al., 1998) e do tomate (Acosta et al., 1995). Esse efeito pode ser atribuído a compostos nematicidas presentes na parte aérea da planta, sem contar o efeito direto da matéria orgânica (Ferraz; Lopes, 2003). Várias substâncias com atividade nematicida foram isoladas das mucunas, das quais o L-dopa (3,4-dihidróxi-L-fenilalanina) parece ser a mais ativa. Segundo Vargas-Ayala et al. (2000), a mucuna é capaz de tornar o solo supressivo a nematoides ao alterar sua biota.

Fabáceas e poáceas no controle de *Rotylenchulus reniformis*

Outras plantas potencialmente capazes de exercer efeito supressivo sobre o nematoide-reniforme são o tremoço-branco e o feijão-de-porco (Rodríguez-Kábana et al., 1998; Wang; Sipes, 2000; Hutchinson et al., 2003; Jones; Mclean, 2004), os quais, é bom lembrar, são bons hospedeiros de *M. incognita* e *M. javanica*. Por sua vez, as ervilhacas comum e peluda, o lablab e os trevos encarnado (*Trifolium incarnatum* L.) e subterrâneo (*Trifolium subterraneum* L.) são bons hospedeiros do nematoide-reniforme (Guertal et al., 1998; Wang; Sipes, 2000; Hutchinson et al., 2003; Jones; Mclean, 2004; Jones et al. 2006). O guandu e o feijão-caupi também são bons hospedeiros de *R. reniformis* (Araújo Filho et al., 2010; Gardiano et al., 2014).

As poáceas não são hospedeiras de *R. reniformis*. Portanto, como regra, qualquer poácea pode ser recomendada para o controle desse nematoide, como tem sido comprovado em trabalhos experimentais. Asmus et al. (2008) estimaram o FR de 17 espécies e cultivares de diferentes famílias botânicas, das quais 11 da família Poaceae. O FR foi abaixo de 1,0 (entre 0,02 e 0,67) em todas as 11 poáceas: capim-mulato (*Urochloa ruziziensis* x *Urochloa brizantha*), três cultivares de aveia-preta ('Embrapa 29', 'Embrapa 140' e 'Comum'), aveia-amarela (*Avena byzantina* K. Koch 'São Carlos'), milheto 'BRS 1501', capim-pé-de-galinha-gigante [(*Eleusine coracana* (L.) Gaertn 'Agronorte')]; capim-moha [(*Setaria italica* (L.) Beauv.)], duas cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* L. 'Santa Elisa 38' e 'IPA 7301011') e tef [(*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter)]. Milheto, capim-mulato e o sorgo 'Santa Elisa 38' foram utilizados como plantas de sucessão (safrinha de outono) com algodão, em local infestado por *R. reniformis*. Na comparação com as parcelas em alqueive limpo,

foram observados resultados positivos para o capim-mulato e o sorgo: redução da densidade do nematoide no solo e aumento da produção de algodão.

Gardiano et al. (2014) avaliaram o efeito de 20 espécies e cultivares de diferentes famílias botânicas, das quais dez da família Poaceae, sobre a densidade populacional de *R. reniformis*, em solo naturalmente infestado. Nove das poáceas reduziram a densidade do nematoide: aveia-branca 'IPR 126', aveia-preta 'Iapar 61', centeio (*Secale cereale* L. 'IPR 89'), braquiária-peluda, triticale (*X Triticosecale rimpaii* Wittmack), capim-pé-de-galinha-gigante; milheto 'BRS 1501', milho 'IPR 115' e sorgo 'SI 03204'. Aumento populacional do nematoide-reniforme ocorreu somente no solo com capim-moha.

Os dois trabalhos comprovam, portanto, que as poáceas podem ser utilizadas no controle de *R. reniformis*. Houve somente uma discordância entre os resultados de Asmus et al. (2008) e Gardiano et al. (2014), que foi em relação ao capim-moha: observou-se redução da densidade no primeiro e aumento no segundo.

Estratégias para o uso dos adubos verdes no manejo de fitonematoides

Segundo Wang et al. (2002a), as crotalárias podem ser utilizadas no manejo de fitonematoides de duas formas principais: em pré-plantio, como cultura de rotação ou sucessão, com ou sem incorporação ao solo; e como cultura intercalar, principalmente para culturas perenes. Essa regra vale para os outros adubos verdes.

A primeira forma tem sido utilizada no manejo de nematoides em olerícolas, mas é particularmente difícil em culturas extensivas, típicas de verão. A razão ficou clara ao longo deste capítulo: os adubos verdes mais eficientes no controle de fitonematoides, com destaque para as crotalárias, são plantas que se desenvolvem no verão.

Nos casos da soja e do algodão, os nematoides mais frequentes são: *M. javanica* (em soja), *M. incognita* (em soja e algodão), *H. glycines* (em soja), *P. brachyurus* (em soja e algodão) e *R. reniformis* (em soja e algodão). Para o seu manejo, os adubos verdes mais recomendados são: *C. spectabilis* e *C. brevipflora* (para os cinco nematoides, com ou sem incorporação); *C. juncea* (para todos, com exceção de *M. incognita* e *P. brachyurus*, sempre com incorporação, pelas razões já apontadas); *C. ochroleuca* (para *P. brachyurus*, com ou sem incorporação); e mucunas (para todos os nematoides, com exceção de *M. javanica* e *P. brachyurus*, sempre com incorporação, pelas razões já apontadas).

No verão, a rotação de culturas é a forma tradicional de manejo. Porém, existe uma boa parte dos agricultores que resistem a aceitar essa forma, exceto no caso da cultura da cana-de-

-açúcar no período de reforma (de outubro a março) e em situações em que as populações dos nematoides estejam tão altas que inviabilizem a cultura principal.

No caso da soja no Sul do País, outra forma possível de manejo de fitonematoides é o uso de adubos verdes como cultura subsequente, de forma que a umidade remanescente no solo e proveniente das chuvas de outono seja aproveitada. *Crotalaria spectabilis* e *C. breviflora* substituiriam com vantagem o milho como cultura de cobertura em áreas infestadas com nematoides-das-galhas (Inomoto et al., 2008) e nematoide-das-lesões (Inomoto; Asmus, 2010) e podem ser dessecadas (plantio direto) ou incorporadas (plantio convencional). Nesse sistema, pode ser feito o plantio consorciado do adubo verde com braquiárias na entrelinha do milho safrinha em locais isentos dos nematoides-das-lesões.

No Brasil Central, os adubos verdes podem ser semeados logo nas primeiras chuvas (setembro ou outubro) e dessecados ou incorporados em dezembro, o que possibilita o plantio da soja ou do algodão em dezembro ou janeiro (Carvalho et al., 2004).

Com relação à segunda forma de manejo (uso de cultura intercalar), os exemplos de sucesso, embora experimentais, são escassos no Brasil, com destaque para *C. spectabilis* na cultura do quiabo (Andrade; Ponte, 1999). Cafeeiros e frutíferas são outras culturas para as quais essa forma seria adequada.

Considerações finais

A adubação verde pode ser utilizada com sucesso no manejo de fitonematoides. Dois cuidados são, porém, extremamente importantes, pois deles dependerá o sucesso da prática: identificar o nematoide presente na área agrícola e escolher uma espécie de adubo verde não hospedeira do nematoide detectado.

No Brasil, o adubo verde mais polivalente em termos de manejo de nematoides em culturas extensivas é a fabácea *C. spectabilis*, graças à sua capacidade de reduzir a população de *P. brachyurus*, espécie com elevada distribuição no Brasil, que causa perdas às culturas da soja, do feijão-comum, do feijão-caupi e da batata, e para a qual o manejo é muito difícil. Assim, *C. spectabilis* é uma das poucas plantas, juntamente com *C. breviflora* e *C. ochroleuca*, que podem ser utilizadas para rotação ou sucessão em áreas infestadas com *P. brachyurus*. Embora seja recomendada para o manejo de várias espécies de fitonematoides, *C. spectabilis* apresenta características que tornam seu uso desvantajoso em comparação com outras espécies de adubos verdes ou culturas de cobertura.

Entre as poáceas, o destaque positivo está com as braquiárias, principalmente nas espécies *U. decumbens*, *U. ruziziensis* e *U. brizantha*, que podem ser indicadas para o controle de várias espécies de fitonematoides, porém não para *P. brachyurus* e *P. zae*.

A partir de 2010, algumas espécies de fitonematóides, até então de importância secundária, passaram a adquirir maior relevância, pelo menos em algumas localidades, quicá em razão de mudanças ambientais provocadas pelo próprio homem. São os casos de *Helicotylenchus dishystera*, *Scutellonema brachyurus*, *Tubixaba tuxaua* e *Aphelenchoides besseyi*. Portanto, esforços adicionais serão necessários para encontrar soluções para o controle desses novos atores, inclusive com o uso de adubos verdes.

Referências

- ACOSTA, N.; ROMÁN, O.; VICENTE, N. E.; SANCHEZ, L. A. Sistemas de rotación de cosechas y los niveles populacionales de nematodos. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v. 76, n. 4, p. 399-405, 1991.
- ACOSTA, N.; VARGAS, R.; ROMÁN, O.; VICENTE, N. E.; SANCHEZ, L. A. *Mucuna deeringiana* incorporada vs. no incorporada al suelo y rendimiento en siembras subsiguientes de tomate, habichuella y maíz. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v. 79, n. 1/2, p. 65-74, 1995.
- ACOSTA, N.; VICENTE, N.; TORO, J. Susceptibility of pigeon pea (*Cajanus cajan*) cultivars and lines to *Meloidogyne javanica*. **Nematropica**, v. 16, n. 1, p. 1-11, 1986.
- ALMEIDA, V. F.; CAMPOS, V. P. Alternância de culturas e sobrevivência de *Meloidogyne exigua* em área de cafezal infestado e erradicado. **Nematologia Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 30-42, jul. 1991a.
- ALMEIDA, V. F.; CAMPOS, V. P. Reprodutividade de *Meloidogyne exigua* em plantas antagonistas e em culturas de interesse econômico. **Nematologia Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 24-29, jul. 1991b.
- ANDRADE, N. C.; PONTE, J. J. Efeito do sistema de plantio em camalhão e do consórcio com *Crotalaria spectabilis* no controle de *Meloidogyne incognita* em quiabeiro. **Nematologia Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 11-16, 1999.
- ANTÔNIO, H.; NEUMAIER, N. Reação de espécies vegetais melhoradoras do solo ao nematóide *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 10, p. 207-211, 1986.
- ARAÚJO FILHO, J. V.; INOMOTO, M. M.; GODOY, R.; FERRAZ, L. C. B. Resistência de linhagens de feijão-guandu a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 75-81, 2010.
- ARAÚJO FILHO, J. V.; INOMOTO, M. M.; GODOY, R.; FERRAZ, L. C. B. Resistência de linhagens de feijão-guandu a *Rotylenchulus reniformis* e *Pratylenchus zeae*. **Nematologia Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 204-210, 2010.
- ASMUS, G. L.; INOMOTO, M. M.; CARGNIN, R. A. Cover crops for reniform nematode suppression in cotton: greenhouse and field evaluations. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, n. 2, p. 85-89, 2008.
- ASMUS, R. M. F.; FERRAZ, S. Antagonismo de algumas espécies vegetais, principalmente leguminosas, a *Meloidogyne javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 13, n. 1, p. 20-24, abr. 1988.
- TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; DIAS, O. S.; CAMPIDELLI, C.; BULISANI, E. A. Cultivo de soja após incorporação de adubo verde e orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 11, p. 1477-1483, nov. 1992.
- ACOSTA, N.; ROMÁN, O.; VICENTE, N. E.; SANCHEZ, L. A. Sistemas de rotación de cosechas y los niveles populacionales de nematodos. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v. 76, n. 4, p. 399-405, 1991.
- ACOSTA, N.; VARGAS, R.; ROMÁN, O.; VICENTE, N. E.; SANCHEZ, L. A. *Mucuna deeringiana* incorporada vs. no incorporada al suelo y rendimiento en siembras subsiguientes de tomate, habichuella y maíz. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v. 79, n. 1/2, p. 65-74, 1995.
- ACOSTA, N.; VICENTE, N.; TORO, J. Susceptibility of pigeon pea (*Cajanus cajan*) cultivars and lines to *Meloidogyne javanica*. **Nematropica**, v. 16, n. 1, p. 1-11, 1986.
- ALMEIDA, V. F.; CAMPOS, V. P. Alternância de culturas e sobrevivência de *Meloidogyne exigua* em área de cafezal infestado e erradicado. **Nematologia Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 30-42, jul. 1991a.

ALMEIDA, V. F.; CAMPOS, V. P. Reprodutividade de *Meloidogyne exigua* em plantas antagonistas e em culturas de interesse econômico. **Nematologia Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 24-29, jul. 1991b.

ANDRADE, N. C.; PONTE, J. J. Efeito do sistema de plantio em camalhão e do consórcio com *Crotalaria spectabilis* no controle de *Meloidogyne incognita* em quiabeiro. **Nematologia Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 11-16, 1999.

ANTÔNIO, H.; NEUMAIER, N. Reação de espécies vegetais melhoradoras do solo ao nematóide *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 10, p. 207-211, 1986.

ARAÚJO FILHO, J. V.; INOMOTO, M. M.; GODOY, R.; FERRAZ, L. C. C. B. Resistência de linhagens de feijão-guandu a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 75-81, 2010.

ARAÚJO FILHO, J. V.; INOMOTO, M. M.; GODOY, R.; FERRAZ, L. C. C. B. Resistência de linhagens de feijão-guandu a *Rotylenchulus reniformis* e *Pratylenchus zeae*. **Nematologia Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 204-210, 2010.

ASMUS, G. L.; INOMOTO, M. M.; CARGNIN, R. A. Cover crops for reniform nematode suppression in cotton: greenhouse and field evaluations. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, n. 2, p. 85-89, 2008.

ASMUS, R. M. F.; FERRAZ, S. Antagonismo de algumas espécies vegetais, principalmente leguminosas, a *Meloidogyne javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 13, n. 1, p. 20-24, abr. 1988.

BARBOSA, L. C. A.; BARCELOS, F. F.; DEMUNER, A. J.; SANTOS, M. A. Chemical constituents from *Mucuna aterrima* with activity against *Meloidogyne incognita* and *Heterodera glycines*. **Nematropica**, v. 29, n. 1, p. 81-88, 1999.

BIASI, L. A.; SCHMID, M. L.; ZAMBON, F. R. A.; BECKER, W. F. Viabilização do cultivo de cenoura em solo infestado por nematóides do gênero *Meloidogyne* através de métodos integrados de controle. **Fitopatologia Brasileira**, v. 17, n. 3, p. 302-306, set. 1992.

BRITO, J. A.; FERRAZ, S. Seleção de gramíneas antagonistas a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 11, n. 1 (único), p. 260-269, 1987.

CALÁBRIA, Z. P. **Supressividade de sete coberturas vegetais no manejo do nematóide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) na cultura da soja**. 2009. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Centro Universitário Várzea Grande, Várzea Grande.

CARNEIRO, R. G.; ALTÉIA, A. A. K. Reação de bracinga (*Mimosa scabrella* Benth.) a *Meloidogyne javanica* e às raças 1, 2, 3 e 4 de *M. incognita*. **Nematologia Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 63-66, jun. 1996.

CARNEIRO, R. G.; ALTÉIA, A. A. K. Reação de *Leucaena leucocephala* e *L. diversifolia* a raças de *Meloidogyne incognita* e a *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 19, n. 1/2, p. 48-52, 1995.

CARNEIRO, R. G.; CARNEIRO, R. G. M. D. Seleção preliminar de plantas para rotação de culturas em áreas infestadas por *M. incognita* nos anos de 1979 e 1980. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 6., 1982, Piracicaba. **Trabalhos apresentados...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1982. p. 141-148. (Sociedade Brasileira de Nematologia. Publicação, n. 6).

CARVALHO, M. A. C.; ATHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; ARF, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema plantio direto e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 2, p. 1141-1148, fev. 2004.

CASWELL, E. P.; FRANK, J.; APT, W. J.; TANG, C. S. Influence of nonhost plants on population decline of *Rotylenchulus reniformis*. **Journal of Nematology**, v. 23, n. 1, p. 91-98, Jan. 1991.

CHARCHAR, J. M.; HUANG, C. S. Círculo de hospedeiras de *Pratylenchus brachyurus*. III – plantas diversas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 469-473, out. 1981.

COSTA, D. C.; FERRAZ, S. Avaliação do efeito antagônico de algumas espécies de plantas, principalmente de inverno, a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 14, p. 61-70, 1990.

DEMUNER, A. J.; BARBOSA, L. C. A.; NASCIMENTO, J. C.; VIEIRA, J. J.; SANTOS, M. A. Isolamento e avaliação da atividade nematicida de constituintes químicos de *Mucuna cinerea* contra *Meloidogyne incognita* e *Heterodera glycines*. **Química Nova**, v. 26, n. 3, p. 335-339, maio/jun. 2003.

DIAS, W. P.; SILVA, J. F. V.; GARCIA, A. Nematóides de importância para a soja no Brasil. In: SUZUKI, S.; YUYAMA, M. M.; CAMACHO, S. A. (Ed.). **Boletim de pesquisa de soja 2006**. Rondonópolis: Fundação MT, 2006. p. 139-151. (Fundação MT. Boletim de pesquisa de soja, 10).

- DIAS-ARIEIRA, C. R.; FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; Mizobutsi, E. H. Avaliação de gramíneas forrageiras para o controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* (Nematoda). **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 25, n. 2, p. 473-477, 2003.
- DIAS-ARIEIRA, C. R.; PUERARI, H. H.; BIELA, F.; CUNHA, T. L. P.; CHAMOLERA, F. M.; SEABRA JÚNIOR, S. Behavior of winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) towards *Pratylenchus brachyurus* and *P. zaei* nematodes. **Nematologia Brasileira**, v. 33, n. 4, p. 332, dez. 2009. Edição dos Resumos do XXXVIII Congresso Brasileiro de Nematologia, Maceió, out. 2009.
- ENDO, B. Y. Responses of root-lesion nematodes, *Pratylenchus brachyurus* and *P. zaei*, to various plants and soil types. **Phytopathology**, v. 49, n. 6, p. 417-421, June 1959.
- FERRAZ, C. A. M.; CIA, E.; SABINO, N. P. Efeito da mucuna e amendoim em rotação com algodoeiro. **Bragantia**, v. 36, n. 1, p. 1-9, 1977.
- FERRAZ, S.; LOPES, E. A. Mucuna preta: a planta mágica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 24., 2003, Petrolina. [Anais...]. Petrolina: Sociedade Brasileira de Nematologia: Embrapa Semi-Árido, 2003. p. 64-67.
- FERRAZ, S.; VALLE, L. A. C.; DIAS, C. R. Utilização de plantas antagonísticas no controle do nematóide de cistos da soja (*Heterodera glycines* Ichinoe). In: SILVA, J. F. V. (Org.). **O nematóide de cisto da soja: a experiência brasileira**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1999. 2, p. 25-53.
- GARDIANO, C. G.; KRZYZANOWSKI, A. A.; ABI SAAB, O. J. G. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, p. 719-726, 2014.
- GONZAGA, V.; FERRAZ, S. Seleção de plantas a *M. incognita* raça 3 e a *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 18, n. 1/2, p. 57-63, 1994.
- GOOD, J. M.; MINTON, N. A.; JAWORSKI, C. A. Relative susceptibility of selected cover crops and coastal bermudagrass to plant nematodes. **Phytopathology**, v. 55, n. 9, p.1026-1030, Sept. 1965.
- GUERTAL, E. A.; SIKORA, E. J.; HAGAN, A. K.; RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. Effect of winter cover crops on populations of southern root-knot and reniform nematodes. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 70, n. 1, p. 1-6, Aug. 1998.
- HUANG, C. S.; CHARCHAR, J. M.; TENENTE, R. C. V. Controle de nematóide das galhas em cenoura através de rotação. **Fitopatologia Brasileira**, v. 4, n. 3, p. 329-336, out. 1980.
- HUANG, C. S.; TENENTE, R. C. V.; SILVA, F. C. C.; LARA, J. A. R. Effect of *Crotalaria spectabilis* and two nematicides on number of *Meloidogyne incognita* and *Helicotylenchus dishystera*. **Nematologica**, v. 27, n. 1, p. 1-5, 1981.
- HUTCHINSON, J. L.; JONES, J. R.; MCLEAN, K. S.; WILLIAMS, J. Evaluation of selected cover crops to determine host suitability for *Rotylenchulus reniformis*. In: BELTWISE COTTON CONFERENCES, 2003, Nashville. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America: The Cotton Foundation, 2003. p. 248-249.
- INOMOTO, M. M.; ANTEDOMÊNICO, S. R.; SANTOS, V. P.; SILVA, R. A.; ALMEIDA, G. C. Avaliação em casa de vegetação do uso de milho, milheto, sorgo e crotalária no manejo de *Meloidogyne javanica*. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, n. 2, p. 125-129, mar./abr. 2008.
- INOMOTO, M. M.; ASMUS, G. L. Host status of graminaceous cover crops for *Pratylenchus brachyurus*. **Plant Disease**, v. 94, n. 8, p. 1022-1025, Aug. 2010.
- INOMOTO, M. M.; CABRAL, L. C. C. M.; BELUTI, D. B.; MACHADO, A. C. Z. Reação de seis adubos verdes a *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 39-44, abr. 2006.
- INOMOTO, M. M.; MACHADO, C. Z.; ANTEDOMÊNICO, S. R. Reação de *Brachiaria* spp. e *Panicum maximum* a *Pratylenchus brachyurus*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 341-344, 2007.
- JAEHN, A. Recuperação de lavoura cafeeira recepada com utilização de *Crotalaria spectabilis*, torta de mamona e nematicidas, em área infestada por *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira**, v. 8, p. 257-264, 1984.
- JAEHN, A.; REBEL, E. K. Uso de palha de café, leguminosas e nematicida em mudas de cafeeiro, plantadas em área infestada por *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira**, v. 8, p. 309-317, 1984.
- JONES, J. R.; LAWRENCE, K. S.; LAWRENCE, G. W. Evaluation of winter cover crops in cotton cropping for management of *Rotylenchulus reniformis*. **Nematropica**, v. 36, n. 1, p. 53-66, 2006.
- JONES, J. R.; MCLEAN, K. S. Greenhouse and field evaluations of selected winter cover crops for reniform nematode suppression in cotton. In: BELTWISE COTTON CONFERENCES, 2004, San Antonio. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America: The Cotton Foundation, 2004. p. 248-249.

- KALVELAGE, H.; BROSE, E. Ocorrência de *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White, 1919) Chitwood, 1949 parasitando leguminosas forrageiras em Santa Catarina. **Nematologia Brasileira**, v. 14, p. 141-142, 1990.
- KLOEPPER, J. W.; RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; MCINROY, J. A.; YOUNG, R. W. Rhizosphere bacteria antagonistic to soybean cyst (*Heterodera glycines*) and root-knot (*Meloidogyne incognita*): identification by fatty acid analysis and frequency of biological control activity. **Plant and Soil**, v. 139, n. 1, p. 75-84, Jan. 1992.
- KUSHIDA, A.; SUWA, N.; UEDA, Y.; MOMOTA, Y. Effects of *Crotalaria juncea* and *C. spectabilis* on hatching and population density of the soybean cyst nematode, *Heterodera glycines* (Tylenchida: Heteroderidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 38, n. 3, p. 393-399, 2003.
- LEANDRO, H. M.; ASMUS, G. L. Rotação e sucessão de culturas para o manejo do nematoide reniforme em área de produção de soja. **Ciência Rural**, v. 45, n. 6, p. 1-6, 2015.
- LINDE, W. J. van der. The *Meloidogyne* problem in South Africa. **Nematologica**, v. 1, n. 3, p. 177-183, 1956.
- LORDELLO, L. G. E. **Nematóide das plantas cultivadas**. 8. ed. São Paulo: Nobel, 1988. 314 p.
- MACHADO, A. C. Z.; MOTTA, L. C. C.; SIQUEIRA, K. M. S.; FERRAZ, L. C. C. B.; INOMOTO, M. M. Host status of green manures for two isolates of *Pratylenchus brachyurus* in Brazil. **Nematology**, v. 9, n. 6, p. 799-805, 2007.
- MAHMOOD, I.; SIDDIQUI, Z. A. Integrated management of *Rotylenchulus reniformis* by green manure and *Paecilomyces lilacinus*. **Nematologia Mediterranea**, v. 21, n. 2, p. 285-287, 1993.
- MCBETH, C. W.; TAYLOR, A. L. Immune and resistant cover crops valuable in root-knot-infested peach orchards. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v. 45, p. 158-166, 1944.
- MOURA, R. M. Dois anos de rotação de cultura em campos de cana-de-açúcar para controle da meloidoginose. 2. Considerações sobre o método e reflexos na produtividade agro-industrial da cana-planta. **Fitopatologia Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 597-600, dez. 1995.
- MOURA, R. M.; OLIVEIRA, I. S. Controle populacional de *Pratylenchus zae* em cana-de-açúcar em dois ambientes edáficos no Nordeste do Brasil. **Nematologia Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 67-73, mar. 2009.
- NOGUEIRA, M. A.; OLIVEIRA, J. S.; FERRAZ, S. Nematicidal hydrocarbons from *Mucuna atterima*. **Phytochemistry**, v. 42, n. 4, p. 997-998, July 1996.
- NOVARETTI, W. R. T.; NELLI, E. J.; WENIG FILHO, G. Resultados preliminares do uso de *Crotalaria spectabilis* no controle de nematóides em cana-de-açúcar. In: REUNIÃO DE NEMATOLOGIA, 2., 1976, Piracicaba. **Trabalhos apresentados...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1977. p. 159-163. (Sociedade Brasileira de Nematologia. Publicação, 2).
- OLIVEIRA, C. M.; CARREGAL, L. H. Manejo cultural contra *Pratylenchus brachyurus*. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 1, n. 211, p. 33-34, 2016.
- PEACOCK, F. C. Studies on root-knot nematodes of the genus *Meloidogyne* in the Gold Coast. Part I. Comparative development on susceptible and resistant host species. **Nematologica**, v. 2, n. 1, p. 76-84, 1957.
- QUÉNÉHERVÉ, P.; TOPART, P.; MARTINY, B. *Mucuna pruriens* and other rotational crops for control of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* in vegetables in polytunnels in Martinique. **Nematropica**, v. 28, n. 1, p. 19-30, 1998.
- RESCK, D. V. S.; SHARMA, R. D.; PEREIRA, J. Efeito de quinze espécies de adubos verdes na capacidade de retenção de água e no controle de nematóides, em Latossolo Vermelho-Escuro sob Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, n. 3, p. 459-467, mar. 1982.
- RESENDE, I. C.; FERRAZ, S.; CONDÉ, A. R. Efeito de seis variedades de mucuna (*Stizolobium* spp.) sobre *Meloidogyne incognita* raça 3 e *M. javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 12, n. 4, p. 310-313, dez. 1987.
- RIBEIRO, N. R.; DIAS, W. P.; HOMECHIN, M.; SILVA, J. F. V.; FRANCISCO, A.; LOPES, I. O. N. Reação de algumas espécies vegetais a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 157, ago. 2007. Edição dos Resumos do XXVII Congresso Brasileiro de Nematologia, Goiânia, maio 2007.
- ROBINSON, A. F.; COOK, C. G.; BRIDGES, A. C. Comparative reproduction of *Meloidogyne incognita* race 3 (cotton root-knot nematode) and *Rotylenchulus reniformis* (reniform nematode) on cotton, kenaf, and sunn hemp. In: BELT-WIDE COTTON CONFERENCES, 1998, San Diego. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America: The Cotton Foundation, 1998. v. 1, p. 147-149.

- RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; GAZAWAY, W. S.; WEAVER, D. W.; KING, P. S.; WEAVER, C. F. Research: Hhost suitability of selected tropical legumes and other crops for the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, 1940. **Nematropica**, v. 28, n. 2, p. 195-203, 1998.
- RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; KING, P. S.; ROBERTSON, D. G.; WEAVER, C. F.; CARDEN, E. L. New crops with potential for management of soybean nematodes. **Nematropica**, v. 18, n. 1, p. 45-52, 1988.
- RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; PINOCHET, J.; ROBERTSON, D. G.; WELLS, L. Crop rotation studies with velvetbean (*Mucuna deeringiana*) for the management of *Meloidogyne* spp. **Journal of Nematology**, v. 24, n. 4S, p. 662-668, Dec. 1992.
- SANTANA, A. A. D.; MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R. Efeito da rotação com cana-de-açúcar e *Crotalaria* sobre populações de nematóides parasitos do inhame-da-costa. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 13-16, jun. 2003.
- SANTOS, M. A.; RUANO, O. Reação de plantas usadas como adubos verdes a *Meloidogyne incognita* raça 3 e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 11, p. 184-197, 1987.
- SCHWAN, A. V. **Antagonismo de espécies de crotalária ao nematóide de cisto da soja (*Heterodera glycines* Ichinohe)**. 2003. 46 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Dourados.
- SHARMA, R. D. Species of *Stylosanthes* (Leguminosae) immune to the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 8, p. 141-148, 1984.
- SHARMA, R. D.; SCOLARI, D. D. G. Efficiency of green manure and crop rotation in the control of nematodes under savannah conditions. **Nematologia Brasileira**, v. 8, p. 193-218, 1984.
- SILVA, G. S.; FERRAZ, S.; SANTOS, J. J. Resistência de espécies de *Crotalaria* a *Pratylenchus brachyurus* e *P. zeae*. **Nematologia Brasileira**, v. 13, p. 81-86, 1989a.
- SILVA, G. S.; FERRAZ, S.; SANTOS, J. J. Resistência de espécies de *Crotalaria* a *Rotylenchulus reniformis*. **Nematologia Brasileira**, v. 13, p. 87-92, 1989b.
- SILVA, G. S.; FERRAZ, S.; SANTOS, J. M. Histopatologia de raízes de *Crotalaria* parasitadas por *Meloidogyne javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 46-48, mar. 1990.
- SILVA, J. F. V.; CARNEIRO, R. G. Reação de adubos verdes de verão e de inverno às raças 1, 2 e 4 de *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira**, v. 16, n. 1/2, p. 11-18, 1992.
- SMITH, J. R.; CHAVARRIA-CARVAJAL, J. A. First report of soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*) on soybean in Puerto Rico. **Plant Disease**, v. 83, n. 6, p. 591, June 1999. DOI: 10.1094/PDIS.1999.83.6.591D.
- SOUTO, T. G.; GODOY, R.; INOMOTO, M. M. Lista adicional de linhagens de guandu resistente a *Pratylenchus zeae*. **Nematologia Brasileira**, v. 35, n. 3-4, p. 78-81, 2011.
- TAYLOR, S. G.; BALTENSPERGER, D. D.; DUNN, R. A. Interactions between six warm-season legumes and three species of root-knot nematodes. **Journal of Nematology**, v. 17, n. 3, p. 367-370, July 1985.
- TENENTE, R. C. V.; LORDELLO, L. G. E. Influência da mucuna preta (*Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy) no ciclo de *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 4., 1979, São Paulo. **Trabalhos apresentados...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1980. p. 213-215. (Sociedade Brasileira de Nematologia. Publicação, n. 4).
- TENENTE, R. C. V.; LORDELLO, L. G. E. Penetração de crescimento de *Meloidogyne incognita* raça 4 em raízes de mucuna preta (*Stizolobium aterrimum*). **Nematologia Brasileira**, v. 11, p. 242-248, 1987.
- TENENTE, R. C. V.; LORDELLO, L. G. E.; DIAS, J. F. S. Efeito do cultivo consorciado de mucuna preta (*Stizolobium aterrimum*) e tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) na infestação por *Meloidogyne incognita* raça 4. **Fitopatologia Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 145-149, fev. 1984.
- VALLE, L. A. C.; DIAS, W. P.; FERRAZ, S. Reação de algumas espécies vegetais, principalmente leguminosas, ao nematóide de cisto da soja, *Heterodera glycines* Ichinohe. **Nematologia Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 30-40, dez. 1996.
- VALLE, L. A. C.; FERRAZ, S.; TEIXEIRA, D. A. Estímulo à eclosão de juvenis, penetração e desenvolvimento de *Heterodera glycines* nas raízes de mucuna preta (*Mucuna atterima*) e guandu (*Cajanus cajan*). **Nematologia Brasileira**, v. 21, n. 1, p. 67-83, dez. 1997.
- VARGAS-AYALA, R.; RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. Bioremediative management of soybean nematode population densities in crop rotations with velvetbean, cowpea, and winter crops. **Nematropica**, v. 31, n. 1, p. 37-46, 2001.

VARGAS-AYALA, R.; RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; MORGAN-JONES, G.; MCINROY, J. A.; KLOEPPER, J. W. Shifts in soil microflora induced by velvetbean (*Mucuna deeringiana*) in cropping systems to control root-knot nematodes. **Biological Control**, v. 17, n. 1, p. 11-22, Jan. 2000. DOI: 10.1006/bcon.1999.0769.

WANG, K. H.; SIPES, B. S. Suppression of reniform nematodes with tropical cover crops in Hawaii pineapple. **Acta Horticulturae**, n. 529, p. 247-260, 2000. Edição de Resumos do III International Pineapple Symposium, Pattaya, May 2000. DOI: 10.17660/ActaHortic.2000.529.30.

WANG, K. H.; SIPES, B. S.; SCHMITT, D. P. *Crotalaria* as cover crops for nematode management: a review. **Nematropica**, v. 32, n. 1, p. 35-57, 2002a.

WANG, K. H.; SIPES, B. S.; SCHMITT, D. P. Enhancement of *Rotylenchulus reniformis* suppressiveness by *Crotalaria juncea* amendment in pineapple soils. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 94, n. 2, p. 197-203, Feb. 2003. DOI: 10.1016/S0167-8809(02)00025-7.

WANG, K. H.; SIPES, B. S.; SCHMITT, D. P. Management of *Rotylenchulus reniformis* in pineapple, *Ananas comosus*, by intercycle cover crops. **Journal of Nematology**, v. 34, n. 2, p. 106-114, June 2002b.

WANG, K. H.; SIPES, B. S.; SCHMITT, D. P. Suppression of *Rotylenchulus reniformis* by *Crotalaria juncea*, *Brassica napus*, and *Tagetes erecta*. **Nematropica**, v. 31, n. 2, p. 235-249, 2001.

WARNKE, S. A.; CHEN, S. Y.; WYSE, D. L.; JOHNSON, G. A.; PORTER, P. M. Effect of rotation crops on *Heterodera glycines* density in a greenhouse screening study. **Journal of Nematology**, v. 38, n. 3, p. 391-398, Sept. 2006.

WEAVER, D. B.; RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; CARDEN, E. L. Velvetbean and bahiagrass as rotation crops for management of *Meloidogyne* spp. and *Heterodera glycines* in soybean. **Journal of Nematology**, v. 30, n. 4S, p. 563-568, Dec. 1998.

WEAVER, D. B.; RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; CARDEN, E. L. Velvetbean in rotation with soybean for management of *Heterodera glycines* and *Meloidogyne arenaria*. **Journal of Nematology**, v. 25, n. 4S, p. 809-813, Dec. 1993.