

PRINCÍPIOS E TENDÊNCIAS DO CONTROLE BIOLÓGICO DE NEMATÓIDES COM FUNGOS NEMATÓFAGOS

REGINA M.D. GOMES CARNEIRO¹

RESUMO - Nos últimos anos, a supressão de nematóides devido a antagonistas observada em alguns solos e a interdição de alguns nematicidas reavivaram o interesse no controle biológico. A maior parte dos trabalhos foi feita com fungos predadores e, poucos experimentos com endoparasitas que atacam nematóides vermiformes. Entretanto, os estudos com fungos parasitas de ovos vêm aumentando e alguns desses fungos destacaram-se como promissores agentes de controle biológico. Os estudos nessa área exigem abordagens multidisciplinares e o sucesso depende de um detalhado conhecimento do agente, do hospedeiro e suas interações com o solo. São muito poucos os estudos detalhados em controle biológico de nematóides. Alguns princípios gerais foram estabelecidos mas, muita pesquisa é necessária acerca dos fatores que influenciam o parasitismo, a produção, a formulação e a incorporação no solo; problemas que não serão resolvidos rapidamente. Sendo concedido apoio financeiro para o estabelecimento de programas de pesquisa, o controle biológico poderá desempenhar um papel muito importante no manejo de importantes nematóides fitoparasitas.

Termos para indexação: *Meloidogyne*, *Paecilomyces lilacinus*, fatores ambientais, formulação, incorporação no solo.

PRINCIPLES AND TRENDS ON BIOLOGICAL CONTROL OF NEMATODES WITH NEMATOPHAGOUS FUNGI

ABSTRACT - In the last few years the demonstration of nematodes suppression by biological agents and the restrictions to use some nematicides have revived interest in biological control. Most work has been done with the nematode - trapping fungi, and few experiments have been done with endoparasites that attack vermiform nematodes. Fungi that parasitize nematodes eggs are being increasingly studied, and some show promise as biological control agents. Biological control demands a multidisciplinary approach and success depends on detailed knowledge of the agent, host and soil interactions. Detailed studies on biological control of nematodes are few, some general principles have emerged but more research is needed of environmental factors influencing parasitism, production, formulation and incorporation in soil, problems will rarely be solved rapidly. Given financial support to establish research programmes, biological control can play an important part in the future management of many of our major nematode pests.

Index terms: *Meloidogyne*, *Paecilomyces lilacinus*, environment factors, formulation, incorporation in soil.

INTRODUÇÃO

Os nematóides fitoparasitas têm uma série de inimigos naturais (fungos, bactérias, ne-

matóides predadores, protozoários, ácaros, colêmbolas, tardígrados). Dentre esses inimigos naturais estudados, as pesquisas com fungos predadores e endoparasitas corresponde a 76% dos trabalhos realizados, sendo 7% destinados às bactérias e o restante aos outros inimigos naturais (Kerry 1987). São poucos ainda os estudos detalhados em controle biológico de nematóides. Entretanto, muitos

¹ Eng^o Agr^o Ph.D. EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Fruteiras de Clima Temperado (CNPFT), Cxa. Postal 403, CEP 96001. Pelotas, RS.

princípios gerais foram estabelecidos havendo casos bem documentados onde a eficiência do controle biológico foi comprovada.

As pesquisas em controle biológico de fitonematóides vem sendo assunto de inúmeros trabalhos de revisão (Mankau 1980, 1981, Sayre 1981, Tribe 1980, Kerry 1987). Não é objetivo deste trabalho fazer uma revisão detalhada sobre o assunto e sim destacar alguns princípios básicos e problemas práticos relacionados com o controle de fitonematóides e utilização de fungos como agentes de controle biológico.

PROBLEMÁTICA RELACIONADA AO CONTROLE DE FITONEMATÓIDES

Os nematóides fitoparasitas constituem um fator limitante da produtividade agrícola de diferentes culturas em diferentes regiões do globo, sendo destacados como prioritário dentre os problemas fitossanitários registrados pelo Programa de Defesa Sanitária Vegetal da Região Sul em 1987 e 1988 (Serviço de Extensão Rural da EMBRATER) para as culturas de café, algodão, citrus, alho, olerícolas e outras. Os nematóides formadores de galhas, gênero *Meloidogyne*, são destacados como o grupo mais importante devido a sua ampla distribuição em todo o país, polifagia, diferença biológica ligada ao parasitismo entre populações da mesma espécie, o que dificulta a implementação de programas de resistência varietal e rotações de culturas, que são as medidas de controle mais efetivas e viáveis em nossas condições.

Os modernos nematicidas em geral não apresentam um controle altamente efetivo em relação ao custo do tratamento/ha, considerando as vastas extensões a serem tratadas. Além do mais, alguns compostos foram retirados de mercado devido à sua grande toxicidade com relação à saúde humana ou porque foram detectados em níveis não aceitáveis nas águas do lençol freático (Hague & Gowen 1986). Levando em consideração o que foi exposto, sabe-se que é praticamente impossí-

vel eliminar os nematóides do gênero *Meloidogyne* de uma área infestada por esse parasito. Os métodos de controle terão como objetivo manter as populações suficientemente baixas para que a cultura aí instalada não venha sofrer grandes prejuízos. Dessa maneira, a integração de várias medidas de controle, visando reduzir as populações do parasito, vem sendo estudadas e recomendadas, já há algum tempo pelos nematologistas (Jones 1972).

É bem conhecido, na literatura, que solos enriquecidos ou ricos em matéria orgânica são desfavoráveis ao desenvolvimento de infecções causadas por *Meloidogyne* (Muller & Gooch 1982). A decomposição da matéria orgânica conduz à proliferação de microorganismos saprófitas (fungos, bactérias, protozoários), muitos deles antagonistas aos nematóides fitoparasitas (Miller et al 1968). Até o momento, os agentes de controle biológico não têm assumido um papel de destaque nas estratégias de controle integrado. Entretanto, nos últimos anos, alguns trabalhos vêm sendo realizados no sentido de integrar os agentes de controle biológico à matéria orgânica, resíduos industriais, nematicidas etc. Investiu-se ainda muito pouco em pesquisas com controle biológico de fitonematóides, se compararmos com os investimentos feitos para controle biológico de insetos e mesmo de doenças. Dessa maneira, os resultados acumulados são ainda pouco significativos, tem-se um conhecimento superficial sobre a maioria desses antagonistas e, menos de dez agentes, com potencial de controle biológico, foram estudados com alguns detalhes (Kerry 1987).

Recentemente, o aumento do número de publicações e a obtenção de alguns resultados promissores têm despertado a atenção da comunidade científica para essa área, com perspectivas de avanços para o futuro.

TIPOS DE FUNGOS UTILIZADOS EM CONTROLE BIOLÓGICO

Os fungos nematófagos podem ser agrupa-

dos em três categorias segundo as modalidades de parasitismo (Cayrol & Ritter 1984).

1. Fungos predadores

Os hifomicetos predadores se caracterizam por apresentarem estruturas de captura especializadas, que secretam substâncias colantes que prendem os nematóides quando estes entram em contacto com elas. Essas estruturas podem ser de vários tipos: redes ou anéis adesivos (*Arthrobotrys*, *Dactylaria*, *Dactylella*, *Thrichothecium*, *Monacrosporium*, *Candelabrella*), micélio adesivo (*Stylophaga*, *Cystophaga*).

A maior parte das pesquisas utilizando esses fungos predadores se concentrou no controle de nematóides formadores de cistos ou formadores de galhas, para os quais o efeito do fungo se restringe apenas ao segundo estágio larval ou machos, o que dificulta a eficiência desses fungos, pois os períodos de captura devem coincidir com a migração das larvas infestantes. (Hams & Wilkin 1961). Em geral, o período de captura é pequeno e muitas vezes não há equilíbrio entre a população do nematóide e a atividade do fungo. O último em geral declina, enquanto os nematóides continuam a crescer (Cooke 1962 a, b).

Muitos fungos predadores não se mostram capazes de uma rápida colonização do solo, sendo considerados saprófitas pouco competitivos. Para que um fungo, dentro de um determinado solo ou substrato agrícola, possa ser eficaz contra uma determinada espécie de nematóide, é necessário que ele encontre nesse meio, condições adequadas às suas necessidades ecológicas e tróficas, que permitam um bom desenvolvimento da sua fase saprófita neste solo. Pouco se sabe sobre os fatores que realmente influenciam nesse crescimento saprófita ou sobre o período de captura no solo. Poucas espécies parecem formar estruturas de resistência e ainda não é claro como elas sobrevivem em condições adversas (Cayrol & Ritter 1984).

Diferentes espécies de fungos predadores variam na sua habilidade de capturar nematói-

des, mas existe pouca evidência de especificidade e muitos tipos de nematóides podem ser capturados. Essa natureza não específica inviabiliza a exploração desses fungos como agentes de controle biológico (Kerry 1987). Dessa maneira, os fungos predadores têm poucas características que lhes permitam sucesso em controle biológico (Mankau, 1980), entretanto o grupo é muito heterogêneo e alguns resultados encorajadores foram obtidos com algumas espécies.

Na França, uma linhagem de *Arthrobotrys irregularis* produzida comercialmente em grãos de centeio, mostrou-se eficaz em solos olerícolas no controle de larvas pré-parasitas de *Meloidogyne spp.* (Cayrol & Frankowski 1979). Esta linhagem é encontrada atualmente no comércio sob o nome de Royal 350. A utilização prática desse hifomiceto é dificultada pelas condições atuais de formulação (suporte nutritivo a base de cereal cozido) que exige armazenamento e transporte do produto em condições refrigeradas e o emprego de uma quantidade bastante grande do produto 1,4 t/ha, (concentração 14×10^7 propagulos/m²), o que condiciona o seu uso somente para pequenas áreas. O produto deve ser espalhado a lanço e incorporado na superfície do solo, um mês antes do plantio da cultura (Cayrol & Frankowski 1979). Esse fungo só se mostrou eficiente em condições de baixas infestações de *Meloidogyne* (Cayrol 1983, Windrich 1984, Cayrol & Frankowski 1979, B'Chir et al. 1983). Dessa maneira, o produto deve ter um uso restrito a determinadas condições e muitas vezes integrado com o uso de nematicidas (B'Chir et al. 1983).

A maior parte dos estudos de controle biológico induzido foram realizados com fungos predadores sendo a maioria dos resultados não muito promissores. Alguns fatores foram negligenciados nesses estudos antes das introduções como por exemplo a seleção e caracterização de linhagens mais virulentas, especificidade, competitividade e adaptação a diferentes condições do solo etc..., o que sem dúvida, causou o grande número de insucessos nessas introduções.

2. Fungos endoparasitas de formas ativas

Em comparação com os fungos predadores, os endoparasitas produzem pequenos esporos que contêm muito pouca reserva para imediata colonização do solo (Barron 1977). Os esporos permanecem dormentes até a adesão a um nematóide que entre em contato com ele. O controle dependerá portanto do número e distribuição desses esporos no solo. Somente quatro espécies facilmente cultivadas *in vitro* foram inoculadas no solo visando o controle de nematóides, sendo todos os testes feitos em vasos, e o potencial como agentes de controle biológico não foi assegurado. *Nematoclonus concurrens* e *N. haptocladus* aplicados no solo na concentração de $1,25 \times 10^5$ conídios/g de solo não causaram nenhum efeito nas populações do nematóide. Os conídios que precisavam germinar e produzir estruturas adesivas para serem infectivas, foram altamente suscetíveis a inibições (Giurma & Cooke 1974). A inoculação do fungo através da introdução de nematóides colonizados seria uma forma de reduzir os efeitos micostáticos, mas é inviável na prática, devido a dificuldade de obtenção de inoculum. Aplicações com *Panagrells redivinus*, infectados por *Meria coniospora* reduziram o número de galhas causadas por *M. incognita* em tomates (Jeyaprakash et al. 1984). *Hirsutella rhossiliensis*, associada com o declínio de populações de *Criconemella xenoplax* em pêssego, foi um competidor saprofítico bastante fraco e, a introdução e colonização desse fungo no solo foi inviável (Jaffe & Zehr 1982, 1984).

3. Endoparasitas de ovos

Muitos estudos acerca desses fungos foram realizados com nematóides formadores de cistos, que retêm a maioria dos ovos internamente ao corpo das fêmeas ou nematóides formadores de galhas, que depositam todos os ovos em massas envoltas por uma substância gelatinosa de constituição lipoprotéica, que facilita a rápida disseminação do fungo. Os ovos são mais susceptíveis à infecção, que as larvas do segundo estágio, e as fêmeas jovens quando

colonizadas têm a sua fecundidade prejudicada. Os fungos parasitas de ovos são parasitas facultativos, podendo crescer rapidamente *in vitro* e a sua sobrevivência no solo não depende da presença dos nematóides. Considerando isso, a época mais adequada e conveniente para a aplicação de fungos seria antes do plantio. Esses fungos precisam sobreviver muitas semanas ou meses no solo em concentração suficiente para controlar as novas gerações de nematóides. A maioria das infecções ocorrem em ovos, fêmeas ou cistos aderidos à raiz e não quando estes estão dispersos no solo (Kerry 1987).

Deve-se considerar ainda que a habilidade de um fungo parasita em sobreviver saprofiticamente é tão essencial quanto nos fungos predadores, sendo uma característica primordial na seleção de agentes com potencial de controle biológico. Os parasitas de ovos diferem dos outros antagonistas devido à sua incapacidade de atuar nas larvas de nematóides, de maneira que muitas vezes o seu efeito não é observado na primeira geração para grandes infestações e sim na redução populacional de 2ª e 3ª gerações (Carneiro 1986). Dentro desta perspectiva, é aconselhável a utilização desses fungos em áreas altamente infestadas com prévia desinfecção química para a redução da população inicial do nematóide, em combinação com o efeito a longo termo promovido pelo fungo, e desaconselhável em áreas onde a cultura seja extremamente sensível e permaneça durante um só ciclo do parasito.

Um número considerável de fungos tem sido registrado colonizando ovos e cistos de nematóides, mas apenas as espécies *Paecilomyces lilacinus*, *Verticillium chlamidosporium*, *Dactylella oviparasitica*, foram estudadas em detalhes, e dentre elas somente a primeira foi introduzida no solo em ensaio de campo.

Ensaio realizado por Jatala et al. (1981) mostraram que *P. lilacinus* quando aplicado em suporte de grãos ou meio de cultura (batata - dextrose - agar) colonizou rapidamente o solo e um simples tratamento foi suficiente para estabelecer o fungo e assegurar a introdução.

Danos causados por espécies de *Meloidogyne* em uma série de culturas foram reduzidos após tratamentos de 0,4 t de grãos colonizados/ha. (Jatala et al 1980, Godoy et al 1983, Lay et al. 1982, Noe & Sasser 1984), e em todos os casos *P. lilacinus* foi efetivo em reduzir as galhas da raiz. (Jatala 1985).

Tratamento com *P. lilacinus* nem sempre corresponderam a significativos aumentos de produção (Lay et al. 1982, Noe & Sasser 1984, Dickson & Mitchell 1985, Jatala 1985). Em estudos realizados em casa de vegetação por Carneiro, 1986 testou-se a eficiência de cinco doses (0,01 - 0,1 - 1 - 10 e 100 g/m²) de um produto comercial de *Paecilomyces lilacinus*, formulação pó contra uma alta infestação de *Meloidogyne arenaria*. O ensaio foi conduzido durante onze meses em três cultivos sucessivos de tomate, variedade Saint-Pierre. Os resultados mostraram, que a concentração de propágulos no solo estava correlacionada com a dose inicial do formulado aplicada, e decrescia progressivamente com o tempo. As populações de *M. arenaria* foram significativamente reduzidas pelo fungo, nas doses de 10 e 100g de esporos/m² na 2^a e 3^a gerações de nematóides. O número de ootecas e ovos não viáveis aumentou com a dose do fungo, sendo mais efetivo a partir de uma densidade de 10⁶ esporos/g de solo. Em tratamentos com as maiores doses, quando 100% das ootecas foram colonizadas, somente 50% dos ovos foram parasitados, restando sempre um potencial de inóculo (larvas pré-parasitas) remanescente. O rápido declínio do fungo no solo, após a introdução das diferentes doses, constitui-se num fator limitante, uma vez que a eficiência no controle só foi exercida em altas concentrações de esporos, confirmando a idéia de que a instalação do agente, em um determinado tipo de solo implica no êxito do controle.

O mesmo estudo realizado em diferentes tipos de solo esterilizado ou não mostrou que a instalação, e portanto a eficiência, do controle está relacionada com as características (físicas, químicas e microbiológicas) de cada solo que determinaram o grau de receptividade do solo, à colonização pelo fungo. Desta maneira, ob-

servou-se que existiam solos onde o controle foi efetivo e duradouro, e outros onde aplicações periódicas do fungo seriam necessárias (Carneiro, 1986). Observou-se ainda em ensaios com diferentes compostos orgânicos aplicados a um solo não supressivo que a receptividade desse solo ao fungo introduzido poderia ser aumentada pela incorporação de substratos ricos em quitina e lignina que propiciariam ao fungo uma melhor colonização e conseqüentemente um efeito biológico mais eficiente e duradouro (Carneiro 1986).

Duas formulações do fungo *P. lilacinus*, pó seco e "pellet" produzidas em fermentador industrial pela Societé Orsan, 80190 Nesle, França, foram avaliadas quanto a sua eficiência de controle em diferentes doses (2,5 - 5,0 - 10 - 20 e 40 g/m²). Observou-se que a formulação desempenha um papel extremamente importante, na colonização do solo e portanto na eficiência do controle. Neste trabalho, a formulação pó foi muito mais eficiente e proporcionou uma colonização do solo mais efetiva e duradoura, contrariando as expectativas iniciais de que a camada de alginato, que recobria e protegia o fungo na formulação pellet, pudesse conferir ao antagonista, uma maior viabilidade no solo e portanto maior eficiência (Carneiro 1986). Embora de menor eficiência, o produto na forma pellet apresentou uma série de vantagens, quanto aos aspectos de formulação: maior período de armazenagem em condições ambientais, facilidade e segurança de transporte e aplicação, se considerarmos o não contato do aplicador com os esporos do fungo. Estudos de formulações e introduções no solo são muito importantes e ainda insipientes. Pesquisas nesse sentido são de suma importância, pois são essenciais para corretas avaliações do potencial de um agente de controle biológico.

Dactylella oviparasitica e *Verticillium chlamydosporium* são também parasitas de ovos de nematóides das galhas e dos cistos e têm sido associados ao controle natural de *M. incognita* em pêssegos e *Heterodera avenae* em cereais, respectivamente. Ambos os fungos podem crescer rapidamente *in vitro* e

um certo número de isolados apresentaram variabilidade quanto a virulência e habilidade de esporular (Stirling & Mankau 1978, Kerry et al. 1984). O fungo pode colonizar a rizosfera, mas não causar lesões ou afetar o crescimento das plantas, e pode sobreviver muitos meses no solo, na ausência de nematóides. Poucos experimentos tem sido feitos para testar potencial de instalação desses fungos no solo e reduzir as populações nematóides. *Dactylella oviparasitica* tem sido testada somente em solos autoclavados, onde suspensões aquosas de conídios e hifas foram aplicadas, na ausência de substratos energéticos, em concentrações equivalentes a 1 mg de micélio seco/g de solo, resultando no parasitismo de 71% dos ovos de *M. incognita* e conseqüente redução de eclosão. Não é conhecida a efetividade desse fungo em solos não esterilizados onde resultados mais realistas seriam observados.

Nenhum controle efetivo foi obtido, quando suspensões de hifas e conídios de *V. chlamydosporium* foram inoculadas em solo esterilizado ou autoclavado (Willcox & Tribe 1974, Kerry et al. 1987). Entretanto, quando aplicado sobre suporte de grãos de aveia foi mais efetivo que *P. lilacinus* reduzindo os danos causados por *M. arenaria* em abóbora; mas *P. lilacinus* apresentou maior potencial de sobrevivência no solo (Godoy et al. 1983).

Kerry et al. (1984) produziram inóculos de vários isolados de *V. chlamydosporium* multiplicados em grãos de aveia que foram submetidos à secagem ao ar e moldos antes da introdução no solo. Em geral, a produção de propágulos foi pobre e aplicações massivas (62,5 t/ha) foram necessárias para inocular concentrações similares de esporos àquelas encontradas em solos supressivos. Alguns isolados reduziram as populações de *H. avenae* em trigo em cerca de 80%.

Muitos casos de supressão natural de populações de nematóide podem ser referidos na literatura, sendo que apenas duas situações foram examinadas em detalhes e o agente causal identificado. É o caso de *Dactylella oviparasitica* proporcionando efeito efetivo no controle de *Meloidogyne* em pêssêgo (Stirling

et al. 1979) e *Nematophthora gynophila* e *Verticillium chlamydosporium* proporcionando um efeito de 95 a 97% da mortalidade de fêmeas e ovos de *H. avenae* em muitos campos da Inglaterra. (Kerry et al. 1980).

O controle natural apresenta características de uma supressão induzida (Deacon 1983; Kerry et al. 1987) e inclui um período inicial (período de indução) antes que populações de nematóides sejam controladas; nesse período os antagonistas se desenvolvem no solo em resposta à presença de organismos hospedeiros. O período de indução pode ser de cerca de cinco anos, nos casos do declínio de *H. avenae* e *H. glycines* em cereais e monocultura de soja respectivamente, e provavelmente mais longo para a supressão de *Meloidogyne* em uva e pêssêgo. Há muito pouco conhecimento acerca dos fatores que influenciam no aumento de antagonistas no solo ou do impacto de outras medidas de controle na sua atividade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

Para que um agente de controle biológico seja efetivo algumas características lhe são essenciais:

1. habilidade de sobrevivência saprofitica
2. rápida colonização do solo
3. persistência
4. virulência
5. produção de substâncias micostáticas
6. nível de controle compatível com o nível de dano
7. fácil produção, aplicação e estocagem
8. custo baixo
9. compatibilidade
10. segurança quanto aos aspectos toxicológicos.

É muito difícil encontrar um antagonista com todas essas características, de maneira que estudos de seleção e melhoramento gené-

tico são extremamente necessários nos próximos anos para a obtenção de agentes mais efetivos.

As principais dificuldades de adaptação de um antagonista no solo estão relacionadas às suas exigências nutricionais e ecológicas, que possibilitem o seu crescimento e eficiência em diferentes tipos de solo. Considerando que o solo é um ecossistema bastante tamponado, modificações através da utilização de matéria orgânica são muitas vezes de curta duração (Cooke, 1963), não possibilitando a colonização efetiva do agente introduzido. Além do mais, a necessidade de aplicação de altas concentrações de fungo, em grandes volumes de terra, vem gerando dificuldades na utilização de alguns fungos nematófagos.

Todos esses problemas mencionados não são impossíveis de resolução, exigindo uma multidisciplinariedade de estudos que dependem de conhecimentos detalhados acerca do agente, do hospedeiro e das interações destes com o solo, problemas que devido a sua complexidade não serão resolvidos a curto prazo.

Os exemplos de supressão de nematóides, em um certo número de solos e a proibição de alguns nematicidas reavivaram o interesse no controle biológico. O suporte financeiro do governo e indústrias têm aumentado nos últimos anos, com relação aos antagonistas de solo, mas, esses programas deverão ser mantidos por longos períodos para que problemas fundamentais sejam resolvidos.

Com o suporte financeiro adequado, os agentes de controle biológico deverão desempenhar um papel muito importante em estratégias futuras de manejo para alguns dos mais importantes nematóides fitoparasitos.

O controle biológico não pode ser tratado, com a mesma filosofia imediatista do controle químico, sobretudo num ecossistema tão complexo quanto o solo. Dessa maneira, estimando o teor de pesquisas realizadas até o momento, pode-se considerar o controle biológico, através de fungos nematófagos, como uma maneira não negligível de controle, que deve ser encarada dentro de um contexto de medi-

das integradas, que visem o reestabelecimento dos equilíbrios naturais do solo.

REFERÊNCIAS

- BARRON, G.L. **The Nematode destroying fungi**. Guelph: Canadian Biological Publications, 1977.
- B'CHIR, M.M.; HERRIGUE, N.; VERLODT, H. Mise au point d'une méthode de lutte intégrée, associant un agent biologique et une substance chimique, pour combattre les *Meloidogyne* sous-abris plastiques en Tunisie. **Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent**, v.48, p.421-432, 1983.
- CARNEIRO, R.M.D.G. **Étude des possibilités d'utilisation du champignon nématophage. Palcilomyces lilacinus, comme agent de lutte biologique contre Meloidogyne arenaria**. Montpellier, France: USTL, 1986. 119p. Thèse Doctorat.
- CAYROL, J.C. Lutte biologique contre les *Meloidogyne* au moyen d'*Arthrobotrys irregularis*. **Revue de Nematologie**, v.6, p.265-273, 1983.
- CAYROL, J.C.; FRANKOWSKI, J.P. Une méthode de lutte biologique contre les nématodes à galles des racines appartenant au genre *Meloidogyne*. **Pépinéristes, Horticulteurs, Maraîchers. Revue Horticole**, v. 193, p.15-23, 1979.
- CAYROL, J.C.; RITTER, M. Données récentes sur l'utilisation de champignons du sol comme antagonistes de nématodes. **Bulletin de la Société Française de Parasitologie**, v.2, p.53-56, 1984.
- COOKE, R.C. Behaviour of nematode-trapping fungi during decomposition of organic matter in soil. **Transactions of the British Mycological Society**, v.45, p.314-520, 1962a.
- COOKE, R.C. The ecology nematode - trapping fungi in the soil **Annals of Applied Biology**, v.50, p.507-513, 1962b.
- COOKE, R.C. The predaceous activity of nematode-trapping fungi added to soil. **Annals of Applied Biology**, v.51, p.295-299, 1963.

- DEACON, J.W. **Microbial control of plant pests and diseases**. Wokingham, UK.: Van Nostrand Reinhold, 1983.
- DICKSON, D.W.; MITCHELL, D.J. Evolution of *Paecilomyces lilacinus* as a biocontrol agent of *Meloidogyne javanica* on tobacco. **Journal of Nematology**, v.17, p.519, 1985.
- GIUMA, A.Y.; COOKE, R.C. Potencial of *Nematoconus conidia* for biological control of soil-borne phytonematodes. **Soil Biology & Biochemistry**, v.6, p.217-220, 1974.
- GODOY, G.; RODRIGUEZ-KABANA, R.; MORGAN-JONES, G. Fungal parasites of *Meloidogyne arenaria* eggs in an Alabama soil. A mycological survey and greenhouse studies. **Nematologica**, v.13, p.201-213, 1983.
- HAGUE, N.G.M.; GOWEN, R.S. Chemical control of nematodes. In: BROWN, R.H.; KERRY, B.R. (Ed.). **Principles and practice of nematode control in crops**. London: Academic Press, 1989. p.131-173.
- HAMS, A.F.; WILKIN, G.D. Observations on the use of predacious fungi for the control of *Heterodera spp.* **Annals of Applied Biology**, v.49, p.515-523, 1961.
- JAFFE, B.A.; ZEHR, E.I. Parasitic and saprophytic potentials of the nematode-attacking fungus, *Hirsutiella rhossiliensis*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF NEMATOLOGY, 1., 1984, Guelph, Canada. Abstracts p.46.
- JAFFE, B.A.; ZEHR, E.I. Parasitism of the nematode *Ciconemella xenoplax* by fungus. *Hirsutiella rhossiliensis*. **Phytopathology**, v.72, p.1378-1381, 1982.
- JATALA, P. Biological control of nematodes. In: SASSER, J.N.; CARTER, E.C. (Ed.) **An Advanced Treatise on Meloidogyne**. v.1, **Biology and Control** (s.1.): Dept. of Plant Pathology, North Carolina State University, 1985. p.303-308.
- JATALA, P.; KALTENBACH, R.; DEVAUX, A.J.; CAMPOS, R. Field Application of *Paecilomyces lilacinus* for controlling *Meloidogyne incognita* on potatoes. **Journal of Nematology**. v.12, p.226-277, 1980.
- JATALA, P.; SALAS, R.; KALTENBACH, R.; BOCANGEL, M. Multiple application and long term effect of *Paecilomyces lilacinus* in controlling *Meloidogyne incognita* under field conditions. **Journal of Nematology**, v.13, p.445, 1991.
- JEYAPRAKASH, A.; MARBAN-MENDONZA, N.; JANSSON, H.B.; ZUCKERMAN, B.M. Control of *Meloidogyne incognita* by non-conventional means. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF NEMATOLOGY, 1., 1984, Guelph, Canada. Abstracts. p.48.
- JONES, F.G.W. Management of nematode population in Great Britain. **Proceedings of the Tall Timbers Conference on Ecological Animal Control by Habitat Management**, Tallahassee, Fla. v.4, p.81-107, 1972.
- KERRY, B.R. Biological control. In: BROWN, R.H.; KERRY, B.R. (ed). **Principles and practice of nematode control in crops**. London: Academic Press, 1987. p.233-263.
- KERRY, B.R.; CRUMP, D.H.; MULLEN, L.A. Parasitic fungi, soil moisture and multiplication of the cereal cyst nematode. *Heterodera avenae*. **Nematologica**, v.26, p.57-68, 1980.
- KERRY, B.R.; SIMOM, A.; ROVIRA, A.D. Observations on the introduction of *Verticillium chlamidosporium* and other parasitic fungi into soil for control of the cereal cyst-nematode *Heterodera avenae*. **Annals of Applied Biology**, v.105, p.509-516, 1984.
- LAY, E.C.; LARA, J.; JATALA, P.; GONÇALEZ, F. Preliminary evaluation of *Paecilomyces lilacinus* as a Biological control of the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, in industrial tomatoes. **Nematropica**, v.12, p.154, 1982.
- MANKAU, R. Biocontrol: fungi as nematode control agents. **Journal of Nematology**, v.12, p.244-252, 1980.
- MANKAU, R. Microbial control of nematodes. In: ZUCKERMAN, B.M.; ROHDE, R.A. (Ed.) **Plant parasitic nematodes**. New York: Academic Press, 1981. p.475-494.
- MILLER, P.M.; TAYLOR, G.S.; WIHRHEIM, S.E. Effects of the cellulosic soil amendments and fertilizers on *Heterodera tabacum*. **Plant Disease Reporter**, v.57, n.5, p.438-442, 1968.
- MULLER, R.; GOOCH, S.P. Organic amendments

- in nematode control. An examination of the literature. **Nematropica**, v.12, n.2, p.319-326, 1982.
- NOE, J.P.; BASSER, J.N. Efficacy of *Paecilomyces lilacinus* in reducing yield loss due to *Meloidogyne incognita*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF NEMATOLOGY, 1., 1984, Guelph, Canada. **Abstracts**. p.69-70.
- SAYRE, R.M. Biotic influence in soil environment. In: ZUCKERMAN, B.M.; ROHDE, R.A. (Ed.). **Plant parasitic nematodes**. New York: Academic Press, 1981, p.235-256.
- STIRLING, G.R.; MCKENRY, M.V.; MANKAU, R. Biological control of root-knot nematodes (*Meloidogyne spp.*) on peach. **Phytopathology**, v.69, p.806-809, 1979.
- STIRLING, G.R.; MANKAU, R. Parasitism of *Meloidogyne* eggs by a new fungal parasite. **Journal of Nematology**, v.10, p.236-240, 1978.
- TRIBE, H.T. Prospects for the biological control of plant parasitic nematodes. **Parasitology**, v.81, p.619-639, 1990.
- WILLCOX, J.; TRIBE, H.T. Fungal parasitism of cysts of *Heterodera* I Preliminary investigations. **Transactions of the British Micological Society**, v.62, p.585-594, 1974.
- WINDRICH, W.A. The influence of the nematophagous fungus R350 on the number of root-knots on cucumber. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF NEMATOLOGY, 1., 1984, Guelph, Canada. **Abstracts**. p.108.