

PRATYLENCHUS COFFEEAE (NEMATODA:TYLENCHIDEAE): UM PROBLEMA DA AGRICULTURA NORDESTINA

VANESSA LOPES LIRA¹
ROMERO MARINHO DE MOURA^{1, 2, 3}

¹Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Laboratório de Microbiologia e Imunologia, Vitória de Santo Antão, Pernambuco.

²Academia Brasileira de Ciência Agronômica, Recife, Pernambuco.

³Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, Recife, Pernambuco.

Autor para correspondência: romeromoura@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

Os nematoides das lesões radiculares, representados pelas espécies do gênero *Pratylenchus* Filipjev (Nematoda: Tylenchidae) são reconhecidos como um dos principais grupos de agentes causadores de perdas agrícolas em culturas de importância econômica no Brasil e no mundo, a exemplo da soja (*Glycine max* L.), citrus (*Citrus sinensis* L.), milho (*Zea mays* L.), cafeeiro (*Coffea arabica* L.), algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) e diversas ornamentais (LUC et al., 1990; TENENTE et al., 2002).

A espécie *Pratylenchus coffeae* Filipjev & Schuurmans Stekhoven, uma das mais importantes dos nematoides das lesões radiculares, foi descrita por Zimmermann (1898) quando recebeu a denominação de *Tylenchus coffeae*. Entretanto, Filipjev & Schuurmans Stekhoven (1941) transferiram-na para o gênero *Pratylenchus*, um novo gênero, formando-se o binômio *P. coffeae*. O gênero *Tylenchus* permaneceu válido, com as suas demais espécies. Afirmaram Roman & Hirschmann (1969) que, até então, os nematoides das lesões radiculares possuíam mais de 40 espécies válidas, mas Stokes (1979) afirmou existir apenas 29. Entre as muitas plantas de valor comercial hospedeiras de *P. coffeae*, citadas na literatura, destacam-se o cafeeiro, bananeira, citrus, parreira, macieira, bata-doce, batata-inglesa, inhame-da-costa, tomateiro, entre outras; (THORNE, 1961; SIDDIQI, 1972; LUC et al., 1990; MOURA, 2005). Em

artigo especial, Stokes (1979) relatou a importância econômica de *P. coffeae* como causador de perdas em culturas foliares (*foliage plants*). *Pratylenchus coffeae* é um patógeno controlado por medidas legislativas na Flórida, Estados Unidos, por causar severas perdas a diversas culturas, especialmente de plantas cítricas (O'BANNON & TOMERLIN, 1973). Deve ser mencionado também que este nematoide tem a capacidade de interagir com fungos do solo, formando doenças do tipo complexo, conforme relatou Noegel (1972) apud Stokes (1979), em seu trabalho *The pathogenicity and interrelationship of Pratylenchus coffeae and Pythium splendens Braun on Chinese evergreens*. Tihohod (2000) reconheceu que os nematoides das lesões radiculares ocupam o segundo lugar em importância entre os demais nematoides parasitos de plantas, sendo superado apenas pelos nematoides das galhas, organismo pertencente ao gênero *Meloidogyne* Göldi. Realmente, além de altamente virulento, os nematoides das galhas possuem maior número de espécies e uma gama de plantas hospedeiras muito mais ampla. Gonzaga (2006) afirmou que até aquela data apenas seis espécies de nematoides das lesões radiculares haviam sido assinaladas no Brasil, todas causando perdas severas em diferentes culturas agrícolas. Estas espécies foram: *P. coffeae*; *P. brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Schuurmans Stekhoven; *P. jaehni* Inserra et al.; *P. penetrans* (Cobb) Filipjev & Schuurmans Stekhoven; *P. vulnus* Allen & Jensen e *P. zaeae* Graham. No Brasil *P. coffeae* é reconhecida como uma espécie fitopatogênica de alta virulência, encontrada sempre associada a perdas econômicas significativas, a exemplo do que reportaram Inomoto et al. (1998); Moura; Pedrosa; Prado, (2002).

No que concerne à taxonomia de *P. coffeae*, ainda existem setores com informações pouco conclusivas, devido às variações morfológicas entre indivíduos de uma mesma população (variações intraespecíficas), conforme reportaram Roman & Hirschmann (1969). No estudo destes autores, que envolveu descrições morfológicas e micrométricas, foram encontradas pioneiramente diversidade morfológica em alguns caracteres, a exemplo da forma do estilete e de suas partes. Também, alguns coeficientes de variação foram considerados altos nas micromensurações. A partir desse trabalho, os estudos de variação em *P. coffeae* se intensificaram e estas passaram a ser observadas mais claramente, especialmente quando comparadas populações de diferentes regiões geográficas (variações interespecíficas) Duncan et al. (1999). Com isto, tem sido constatado, principalmente nos estudos mais recentes, que

as identificações das populações de *P. coffeae* pelo uso das técnicas morfológicas convencionais, associadas à micrometria, não são seguras e podem levar o pesquisador menos avisado a conclusões equivocadas. Este fato tornou-se bem evidente e estendeu-se a outras espécies do gênero, após os resultados de Roman & Hirschmann (1969), quando foram detalhadas as variações nas espécies *P. coffeae*, *P. penetrans*, *P. vulnus*, *P. brachyurus* e *P. scribineri* Steiner. A primeira grande pesquisa publicada sobre análise comparativa de variações em *P. coffeae* ocorreu com Duncan et al. (1999) e envolveu a manipulação de muitas populações deste nematoide, oriundas de diferentes regiões geográficas do mundo. A sua publicação, com os seus dados, tornou-se o sistema fundamental para os estudos subsequentes de identificação de populações de *P. coffeae*. Na atualidade, nas práticas rotineiras de identificação, o diagnóstico de *P. coffeae* e das demais espécies do gênero *Pratylenchus* ainda é feito primeiramente por meio da análise das características morfológicas básicas, a exemplo do número de anéis pós-labiais, formato dos bulbos do estilete, número de linhas do campo lateral, forma e disposição da espermateca etc, associada à micrometria de elementos corpóreos, a exemplo das dimensões de estruturas morfológicas e relações micrométricas lineares de partes do corpo, a exemplo do valor “a” (comprimento do corpo dividido pela sua maior largura), valor V (distância da região frontal à vulva, expressa em números percentuais do comprimento do corpo) entre outros. Duas descrições clássicas de *P. coffeae* foram apresentadas por Thorne (1961) e Siddiqi (1972). Fundamentando-se exclusivamente em caracteres morfológicos, Handoo & Golden (1989) publicaram um sistema dicotômico de identificação das espécies do gênero *Pratylenchus*, ainda em uso nos dias de hoje, para diagnósticos rotineiros. As dificuldades taxonômicas passaram a aumentar em relação à identidade de *P. coffeae* na medida em que foram sendo mais observadas variações morfológicas entre populações de diferentes regiões geográficas, conforme já havia sido preconizado por Duncan et al. (1999). A questão fundamental emergente passou a ser: como seria a classificação dessas populações morfológicamente atípicas? Seriam essas diferenças morfológicas suficientes para criação de novas espécies? Muito embora o trabalho de Roman & Hirschmann (1969) não tenham mostrado variações altamente expressivas, mostraram, por exemplo, cinco tipos de estilete bastante distintos para *P. coffeae*. Visando solucionar tais questões, foram desenvolvidos recentemente testes moleculares

comprobatórios para o diagnóstico morfológico de *P. coffeae*. A partir de então, aumentou substancialmente a credibilidade das identificações, por se levar em conta caracteres menos variáveis, como a sequência do DNAr (DNA ribossomal), com base em um único espécime (MACHADO, 2006). Muito embora as variações sejam frequentes entre populações de *P. coffeae* coletadas em diferentes regiões geográficas, Lira (2013) analisou comparativamente por meio dos métodos morfológico, morfométrico e testes moleculares 10 populações de *P. coffeae*, coletadas parasitando o inhame-da-costa (*Dioscorea cayennensis* Lam.), originárias de diferentes municípios produtores desta dioscoreaceae do estado de Pernambuco e os resultados não mostraram diferenças significativas entre as mesmas.

Com o reconhecimento das variações existentes entre populações do nematoide das lesões pioneiramente apontadas por Taylor & Jenkins (1957), Roman & Hirschmann (1969) e, também, por Siddiqi (1972), o tema variação em *P. coffeae* passou a ser pesquisado exhaustivamente por muitos autores, (DUNCAN et al., 1999; INSERRA et al., 2001; MIZUKUBO, 1992; RYSS, 2002; VAN DEN BERG; QUENEHERVE; TIEDI, 2005). Devido às discussões conflitantes que algumas dessas publicações promoveram, foi questionada à manutenção do *status* de *P. coffeae* e por isto novas pesquisas foram desenvolvidas com novos enfoques, mas os novos resultados trouxeram ainda mais discussões sobre o tema. Com relação às suas mensurações, por exemplo, *P. coffeae* possui comprimento dos adultos variando de 430,7 a 600 μ , segundo Roman & Hirschmann (1969), mas, segundo Loof (1991) a média é 900 μ . Por outro lado, Siddiqi (1972) apresentou uma amplitude em relação ao comprimento do corpo da ordem de 450 a 700 μ . Diversos autores, ao longo das últimas décadas, passaram a registrar diferentes medidas não só para o comprimento, mas, também, para outros elementos taxonômicos morfológicos básicos de *P. coffeae*, tornando o processo de identificação específica ainda mais difícil. Por meio de análises micrométricas comparativas de caracteres morfológicos taxonômicos básicos, ficou muitas vezes evidenciado que existia acentuada diversidade entre as médias e que, em certos casos, as encontradas nas aferições de certas populações, afastavam-se significativamente das médias consideradas padrão para *P. coffeae* (DUNCAN et al., 1999).

Em consequência desta diversidade morfológica e das micromensurações e contando também com análises moleculares, Duncan et al. (1999) criaram um

sistema de classificação de populações para *P. coffeae* formado por grupos. Esses grupos são representados por letras e números, para caracterizar os diferentes tipos de populações de *P. coffeae*. Por outro lado, alguns autores tiveram outra atitude e optaram para a criação de novas espécies, de subespécies e de raças, para o que já era referido por “complexo *P. coffeae*”. Foram os casos de *P. loosi* Loof, *P. pseudocoffeae* Mizukubo e *P. jaebni*, anteriormente consideradas populações de *P. coffeae* (INSERRA et al., 1996, 1998, 2001).

Os nematoides são considerados organismos difíceis de serem identificados devido às suas dimensões microscópicas, similaridade morfológica e pequeno número de caracteres morfológicos e anatômicos que possam ser utilizados com segurança na taxonomia do filo. Este fato é verdadeiro especialmente para o gênero *Pratylenchus*, conforme afirmaram Roman & Hirschmann (1969). Conforme anteriormente comentado, devido às variações morfológicas e morfométricas entre populações distintas de *P. coffeae*, novos métodos, fundamentados em técnicas moleculares, têm sido desenvolvidos no intuito de facilitar as diagnoses das espécies, tornado-as mais práticas e confiáveis (LUCA et al., 2004). Entretanto, o uso dos critérios morfológicos continua mantido e deverá continuar, pois é considerado o primeiro passo na caracterização descritiva e na identificação dos nematoides em geral (MOTA; EISENBACK, 1993).

O desenvolvimento das técnicas bioquímicas para os estudos em biologia molecular possibilitou a separação de espécies de nematoides morfológicamente semelhantes, mas que se revelam geneticamente distintos, por possuírem diferentes origens filogenéticas (HUSSEY, 1979). As análises de DNA, por exemplo, mostraram alto grau de polimorfismo, que não é influenciado pelo ambiente, pelo fenótipo ou pelo estágio de desenvolvimento do nematoide (CURRAN, 1991). Sendo assim, verificou-se que as técnicas moleculares apresentavam grande potencial taxonômico trazendo, ao mesmo tempo, facilidades para as identificações rotineiras (AL-BANNA et al., 2004).

Entre as técnicas moleculares utilizadas para a identificação de fitonematoides encontra-se a do Código de Barras (DNA *barcoding*). O Código de Barras é um novo sistema projetado para proporcionar uma rápida e precisa identificação de espécies, usando-se regiões de genes curtos e padronizados, visando facilitar a taxonomia, para o benefício da ciência e da sociedade (GRÄUTLEIN et al., 2011). O princípio fundamental do uso

do Código de Barras seria o de que, em um pequeno trecho do genoma do organismo, onde existem sequências específicas para cada espécie, geralmente no DNA mitocondrial (mtDNA) ou no DNA ribossômico (DNAr), existem variações suficientes para se separar as espécies que habitam o planeta, inclusive, evidentemente, os nematoides parasitos de plantas (POWERS, 2004). *Primers* específicos têm sido utilizados com sucesso na identificação de espécies de *Pratylenchus*, com a comprovação de que a técnica proporciona um meio simples, rápido e eficiente no diagnóstico de espécies e também nos estudos de epidemiologia dos nematoides das lesões radiculares. Outra técnica muito utilizada para detecção de variabilidade intraespecífica de fitonematodes é a RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorphism*) que se fundamenta na fragmentação do DNA, produzida pela digestão, utilizando-se enzimas de restrição (WAEYENBERGE, 2000).

IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DE *P. COFFEAЕ* PARA A AGRICULTURA, COM ÊNFASE NA SUA OCORRÊNCIA NO BRASIL

Pratylenchus coffeae foi observado e relatado pela primeira vez em Bangor, Java, na Indonésia, parasitando raízes de cafeeiro, por Zimmermann (1898). Desde então, este nematóide passou a ser relatado como fitopatógeno de alta virulência para esta rosácea em vários países produtores, principalmente em Barbados, Congo, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Índia, Jamaica, Madagascar, Malásia, Martinica e Filipinas (SIDDIQI, 1972 ;VILLAIN et al., 2000). Responsável pela indução de uma sintomatologia semelhante às causadas pelas demais espécies do gênero *Pratylenchus*, principalmente no que concernem os sintomas primários, que são as lesões radiculares localizadas, as causadas por *P. coffeae* evoluem para longas podridões úmidas, atingindo, muitas vezes, o colo das plantas hospedeiras. As necroses localizadas e as podridões de colo assumem sempre, coloração negra. Estes tipos de sintomas mais graves atingindo o colo das plantas são bem visíveis nos casos da morte-súbita da gravioleira e da pratilencose do cafeeiro (MOURA, et al., 1995; MOURA; PEDROSA; PRADO, 2002). Em bananeira, os sintomas primários provocados por *P. coffeae* são similares aos causados por *Radopholus similis* (Cobb) Thorne. Em inhame-da-costa a lesão na túbera é superficial, periférica e do tipo podridão-seca, daí a sua denominação em inglês de *dry rot of yams*. A coloração é negra, o que justifica a sua denominação popular no Brasil de

casca-preta.

O primeiro assinalamento de *P. coffeae* no Brasil ocorreu em cafeeiro e foi feito por Monteiro & Lordello (1974), em plantas coletadas no município de Marília, São Paulo, Brasil. A partir daí novos assinalamentos surgiram no país, quase sempre, relacionados ao complexo *Pratylenchus coffeae* x cafeeiro, a exemplo de Inomoto et al. (1998); Moura; Pedrosa; Prado, (2002); Kubo et al, (2003); Kubo et al. (2004). Embora seja uma espécie comumente encontrada no Brasil, a sua ocorrência parasitando o cafeeiro, que é o seu hospedeiro tipo, é pequena. Por exemplo, em um levantamento feito em cafezais no estado de São Paulo, constatou-se apenas uma amostra infectada por *P. coffeae*, dentre as 218 outras examinadas (GONÇALVES et al., 1978). Do mesmo modo, Kubo et al. (2004) avaliaram a ocorrência de nematoides do gênero *Pratylenchus* em cafezais, em diversos municípios do estado de São Paulo, tendo concluído que *P. brachyurus* era a espécie mais disseminada, com 13,2% de ocorrência no solo e 18,3% em amostras de raízes. Entretanto, as densidades populacionais de *P. brachyurus* nas amostras eram geralmente baixas, enquanto as de *P. coffeae*, que ocorreram em apenas 5,1% do total das amostras, eram sempre altas e estavam sempre ocasionando danos severos, mais do que *P. brachyurus*.

No Nordeste *P. coffeae* foi reportado pela primeira vez por Moura & Monteiro (1995), parasitando o inhame-da-costa (*Dioscorea cayennensis* Lam.) e provocando sintomas semelhantes aos da casca-preta, doença originalmente causada na região pelo endoparasito migrador *Scutellonema bradys* (Steiner & Le Hew) Andrassy (MOURA et al., 1978). Na África a ocorrência desses dois nematoides causando a mesma doença é fato comum (ACOSTA & AYALA, 1975). A casca-preta, que é da mais alta importância econômica, caracteriza-se por uma sintomatologia típica, formada por uma camada de tecidos necrosados, de coloração negra, que se aprofunda, no máximo, de 3 a 5 cm da periferia da túbera. A severidade dos sintomas e a velocidade de degradação dos tecidos tornam-se mais rápidas quando a temperatura de armazenamento mantém-se entre 24 a 31 °C. Essa faixa térmica favorece o aumento populacional do nematoide no interior do órgão parasitado e aumenta a incidência de micro-organismos oportunistas, especialmente do fungo *Penicillium sclerotigenum*, que se associa ao parasitismo do nematoide, agravando as perdas (MOURA, 1997; OLIVEIRA, MOURA, MAIA, 2005). Quando conservadas entre 12 a 13 °C, o número de espécimes nas túberas

permanece baixo, pois, nestas temperaturas ocorre inibição da reprodução e das demais funções fisiológicas do patógeno (THOMPSON; BEEM; PERKINS, 1973). Uma população de apenas 600 espécimes de *P. coffeae* por planta infectada pode causar danos significativos (necroses graves e rachaduras profundas na túbera), enquanto 1.000 podem causar deterioração completa e redução na qualidade comercial das túberas (ACOSTA; AYALA, 1975). Os sintomas primários que ocorrem no inhame-da-costa parasitado por *P. coffeae* são semelhantes aos causados por *S. bradys*.

Ainda no Nordeste do Brasil, Moura et al. (1999) reportaram uma nova doença da gravioleira, de alta severidade, disseminada por mudas infectadas, oriundas de sementeiras comerciais. A doença passou a se denominar morte-súbita e a etiologia foi experimentalmente atribuída a *P. coffeae*. Posteriormente, Moura; Pedrosa; Prado, (2002), reportaram *P. coffeae* causando altas perdas no cafeeiro, no estado de Pernambuco, com a doença causando severos danos. Finalmente, Moura et al. (2004) assinalaram *P. coffeae* em uma pratilecose atípica em milho-doce, cultivado para exportação, no estado do Rio Grande do Norte, em ocorrência de alta incidência e severidade. Entre muitas plantas hospedeiras de *P. coffeae* de valor comercial citadas na literatura, destacam-se o cafeeiro, bananeira, citrus, parreira, macieira, batata-doce, batata-inglesa, inhame, tomateiro, entre outras (SIDDIQI, 1972).

DIVERSIDADE PARASITÁRIA DE POPULAÇÕES DE *P. COFFEEAE*

Campos et al. (1990) indicaram pioneiramente no Brasil a possibilidade da ocorrência de variação parasitária em *P. coffeae*, seguindo-se outros estudos. Silva & Inomoto (2002) compararam o efeito parasitário de uma população classificada como K5, coletada em raízes de cafeeiros do município de Marília, São Paulo, com outra classificada como M2, coletada de raízes da planta ornamental *Aglaonema* sp. (família Araceae), originária da cidade do Rio de Janeiro, Brasil. Após os estudos, os autores sugeriram que a preferência do nematoide pelo hospedeiro estava relacionada a diferenças moleculares e morfológicas entre as populações do nematoide que foram estudadas. Este tipo de classificação populacional utilizada pelos citdos autores, formado por letras maiúsculas seguida por um número, foi o criado por Duncan et al. (1999).

Kubo et al. (2003) demonstraram a possibilidade da existência de raças

em *P. coffeae* quando compararam o efeito parasitário de uma população K5 com outra identificada como M2. Pelo critério utilizado pelos autores na avaliação, a população K5 mostrou-se mais virulenta (causava mais danos) no cafeeiro Novo Mundo, do que a M2.

Pela sua importância como causador de danos em culturas de valor comercial, afetando sempre a produtividade, conclui-se que estudos envolvendo epidemiologia, variação e controle de *P. coffeae* são no momento altamente prioritários.

ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS E DE CONTROLE POPULACIONAL DE *P. COFFEAE* POR MEIO DE ROTAÇÃO DE CULTURAS

Nos últimos anos, diversas medidas de controle têm sido adotadas visando minimizar os prejuízos causados pelos fitonematoides (WHITEHEAD, 1998), mas o princípio fundamental continua sendo evitar a introdução do nematoide-alvo nas áreas de produção. A introdução de *P. coffeae* é sempre feita por meio de material de propagação vegetativa contaminado, a exemplo de túberas-sementes de inhame-da-costa (MOURA, 1997), mudas contaminadas de cafeeiro, de bananeira, de citros e de gravioleira (LUC et al., 1990; WHITEHEAD, 1998).

É sabido também que após a introdução de um fitonematoide em um campo de cultivo, a erradicação é praticamente impossível, embora seja possível a redução das suas densidades populacionais médias (DPMs) no solo, mantendo-as abaixo dos níveis de dano. Isto pode ser feito por meio da integração de medidas de controle (GONÇALVES et al., 2004; SANTANA; MOURA; PEDROSA, 2003; THOMASON & CASWELL, 1987). Entre os métodos culturais fitossanitários que dispensam o uso de agrotóxicos mais utilizados para controlar fitonematoides destaca-se a rotação de culturas, que é eficiente, prático, econômico e ecologicamente limpo. Os nematicidas sistêmicos, que se apresentam como solução em curto prazo para as nematoses em geral, têm sido pouco recomendados no Nordeste, por pertencerem à classe toxicológica 1 (tarja vermelha), portanto classificados como extremamente tóxicos. Este grupo de agrotóxicos reúne os mais tóxicos agroquímicos existentes e o seu uso provoca, muitas vezes, impactos devastadores na macro e micro flora e fauna. Paralelamente, quando mal aplicados, incorporam resíduos tóxicos no lençol freático e contaminam alimentos com os seus resíduos. Esses produtos

podem ser eliminados para uso na agricultura num futuro próximo, à medida em que novas legislações proibitivas forem aprovadas, ao modo como ocorreu com os nematicidas fumigantes, que foram todos banidos do mercado. Também, deve ser considerado o fato de que as aplicações dos nematicidas sistêmicos nem sempre resultarem numa relação custo-benefício positiva. O controle químico dos nematoides exige equipamentos motorizados, que são caros, trabalhadores de campo bem treinados, alfabetizados e centros médicos de desintoxicação próximos, pois os acidentes por ocasião das aplicações resultam, quase sempre, em intoxicações humanas agudas.

Devido a isto, o mais recomendado para o controle de *P. coffeae*, especialmente em situações onde ocorram altas densidades populacionais do nematoide no campo (número de espécimes por 300cm³ de solo) é a rotação de culturas com plantas antagônicas ao nematoide (plantas que matam nematoides) (FERRAZ & VALE, 1995). Essas plantas geralmente são leguminosas, a exemplo da *Crotalaria juncea* L. e da mucuna-preta (*Mucuna aterrima* Piper & Tracy), ambas bem adaptadas às condições do Nordeste. O período de rotação recomendado é de um ou dois anos. Outras leguminosas antagônicas podem ser selecionadas, segundo Ambrosiano et al. (1997), obedecendo a condição de antagônica. Para um sistema adequado de controle por rotação de culturas em áreas infestadas por espécies do gênero *Pratylenchus*, torna-se necessária a identificação da espécie ou espécies presentes no solo, para então ser selecionada a cultura não hospedeira do nematoide, inclusive as antagônicas (WHITEHEAD, 1998).

Para o uso da rotação de cultura visando o controle de nematoides, duas alternativas são possíveis. A primeira, o uso de plantas antagônicas ao nematoide-alvo, conforme acima comentado. Este tipo de rotação, que é indicado para um período de um a dois anos, sempre com incorporação da massa verde por ocasião da floração, traz excelentes resultados de controle. Após o período de rotação, a cultura susceptível poderá ser utilizada novamente, agora com sucesso, pois as populações dos nematoides estarão zeradas ou abaixo do nível de detecção. Muitos agricultores obtiveram excelentes resultados com esta técnica no controle do nematoide das lesões radiculares da cana-de-açúcar (*P. zaeae* Graham), com apenas um ano de rotação. A rotação de culturas com leguminosas antagônicas mostrou-se adequada para o controle de *P. coffeae* em glebas destinadas ao cultivo do inhame-da-costa, em solos

historicamente infestados por *P. coffeae* (SANTANA; MOURA; PEDROSA, 2003). O uso das leguminosas antagônicas, além de controlar fitonematoides (MONTEIRO, 1993; BAIRD; PADGETT; BERTRAND, 1996; FERRAZ & VALE, 1995), aumenta significativamente a fertilidade do solo, por se tratar de adubos-verdes, e proporcionar maiores disponibilidades de macro e micro nutrientes, melhorando, também, as características físicas e biológicas do solo (MASCARENHAS et al., 1994; AMBROSIANO et al, 1997). A segunda alternativa de controle de *P. coffeae* por rotação de culturas é pelo uso de plantas comerciais que não sejam hospedeiras do nematoide. Esta alternativa pode proporcionar lucro econômico ao agricultor durante o período de rotação, o que não ocorre quando do uso das leguminosas antagônicas. Para a aplicação desta segunda alternativa, é igualmente fundamental o conhecimento da espécie ou espécies do nematoide das lesões presentes no solo. Neste tipo de rotação, se substitui a cultura boa hospedeira (que multiplica bem o nematoide) presente no campo, por outra não hospedeira ou uma má-hospedeira, de valor comercial. Essa substituição é por tempo variável, em média dois anos. Lira (2013) encontrou excelentes resultados de resistência em cultivares de espécies comerciais de leguminosas e gramíneas, por meio de testes de inoculação com *P. coffeae*. Os genótipos que se revelaram maus hospedeiros, deverão ser testados no futuro, em campos naturalmente infestados pelo nematoide. Um detalhe importante concernente à rotação de cultura em prática de controle do nematoide das lesões radiculares é a sua sobrevivência no campo durante a entressafra ou durante o período de rotação. Sabe-se que restos de cultura, a exemplo de raízes, túberas, rizomas, entre outros tipos de tecidos e órgão vegetais, que permanecem no campo após as colheitas, mantêm protegidas internamente formas infectantes (juvenis) e reprodutivas, os ovos, permitindo a sobrevivência de nematoides endoparasitos, que é o caso de *P. coffeae*. Portanto, a rotação de culturas, em ambas as alternativas, deve ser precedida por uma adequada limpeza do solo, seguida pela destruição pelo fogo dos restos da cultura anterior, sempre feita ao lado da gleba. Esta prática visa à redução do potencial de inoculo do parasito, aumentando, conseqüentemente, a eficiência da rotação (ORNAT et al., 1999).

A rotação de culturas com plantas antagônicas aos nematoides tem mostrado também que contribui para a redução de infestações do solo por

ervas daninhas nas áreas de plantio e de populações de cupins (MACEDO & BOTELHO, 1995). Finalmente, outro benefício importante advindo da rotação de culturas em antigos campos de cultivo infestados por nematoides, é a diminuição de propágulos de outros tipos de fitopatógenos do solo, especialmente de fungos e de bactérias. Igualmente, a rotação de culturas afeta a biologia de insetos-praga da agricultura que completam os seus ciclos no solo, a exemplo de muitos lepdópteros e coleópteros (BAIRD; PADGETT; BERTRAND, 1996). No Nordeste a rotação de culturas ainda é pouco difundida, devido a ineficiência dos serviços de extensão rural.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, N. A.; AYALA, A. Pathogenicity of *Pratylenchus coffeae*, *Scutellonema bradys*, *Meloidogyne incognita* e *Rotylenchulus reniformis* on *Dioscorea rotundata*. **Journal of Nematology**, v. 7, p. 1-15, 1975.
- AL-BANNA, L.; PLOEG, A. T.; WILLIAMSON, V. M.; KALOSHIAN, et al. Discrimination of six *Pratylenchus* species using PCR and species specific. **Journal of Nematology**, v. 36, p. 142-146, 2004.
- ANBROSIANO, E. J. et al. **Leguminosas para adubação verde**: uso apropriado em rotações de culturas. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), Campinas, SP, 1997.
- BAIRD, R. E., PADGETT, G.B. & BERTRAND, P.F. **Use of rotation for managing diseases and nematodes of Georgia fields crops**. Cooperative Extension Service - UGA., Athens, GA. Bulletin, 1141. 1996.
- CAMPOS, V. P. et al. Nematode parasite of coffee, cocoa and tea: In: LUC, M., SIKORA, R.A. & BRIDGE, J. (Ed.). **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture**. Wallingford, UK. CAB International., p. 387-430, 1990.
- CURRAN, J. Application of DNA analysis to nematode taxonomy. In: NICKLE, W. R. ed. **Manual of agricultural Nematology**. New York: Marcel Dekker Inc., p. 125-43, 1991.
- DUNCAN, L. W.; INSERRA, R. N.; THOMAS, W. K.; DUNN, D.; MUSTIKA, I.; FRISSE, L. M.; MENDES, M. L.; MORRIS, K.; KAPLAN, D. T. Molecular and morphological analysis of isolates of *Pratylenchus coffeae* and closely related species. **Nematopica**, v. 29, p. 61-80, 1999.
- FILIPJEV, I.N. & SCHUURMANS STEKHOVEN, JR, J.H. **A Manual of Agricultural Helminthology**. Leiden, Netherlands. 1941. 878p.

FERRAZ, S. & VALLE, L. A. C. Utilização de plantas antagônicas no controle de fitonematóides. In: Anais do Congresso Internacional de Nematologia Tropical. **Anais**. Rio Quente, GO, 257-272. 1995.

GONÇALVES, W.; THOMAZIELLO, R. A.; MORAES, M. V.; FERNANDES, J. A. R.; COSTA, A.M.; CORSI, T.; JUNQUEIRA, C. A.; LACERDA, L. A. O. Estimativas de danos ocasionados pelos nematóides do cafeeiro. In: CONGRESSO DE PESQUISA CAFEEIRAS, 6., 1978, Ribeirão Preto, SP. **Resumos**. Rio de Janeiro: Grupo Executivo de Racionalização da Cafeicultura, 1978. p. 182-186.

GONÇALVES, W.; RAMIRO, D. A.; GALLO, P. B.; GIOMO, G. S. Manejo de nematóides na cultura do cafeeiro. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO - CAFÉ, 10. 2004, Mococa. **Anais**. São Paulo: Instituto Biológico, p. 48-66, 2004.

GONZAGA, V. **Caracterização morfológica, morfométrica e multiplicação in vitro das seis espécies mais comuns de *Pratylenchus* Filipjev, 1936 que ocorrem no Brasil**. 2006. 79 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

GRÄUTLEIN, M.V.; KORPELAINEN, H.; PIETILÄINEN, M.; RIKKINEN, J. DNA barcoding: a tool for improved taxon identification and detection of species diversity. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, p. 373–389, 2011.

HANDOO, Z. A.; GOLDEN, A. M. A key and diagnostic compendium to the species of the genus *Pratylenchus* Filipjev, 1936 (lesion nematodes). **Journal of Nematology**, Lawrence, v. 21, n. 2, p. 202-218, 1989.

HUSSEY, R. S. Biochemical systematic of nematodes – a review. **Helminthological Abstracts**. 48: 141-148.1979.

INSERRA, R. N.; DUNCAN, L.W.; VOVLAS, N.; LOOF, P. A. A. *Pratylenchus loosi* from pasture grasses in Central Florida. **Nematologica**, v. 42, p. 159-172, 1996.

INSERRA, R. N.; DUNCAN, L. W.; DUNN, D.; KAPLAN, D. T.; PORAZINSKA, D. *Pratylenchus pseudocoffeae* from Florida and its relationship with *P. gutierrezii* and *P. coffeae*. **Nematologica**, v. 42, p. 683-712, 1998.

INSERRA, R. N.; DUNCAN, L. W.; TROCCOLI, A.; DUNN, D.; SANTOS, J. M.; VOVLAS, N. *Pratylenchus jaebeini* sp. n. from citrus in Brazil and its relationship with *P. coffeae* and *P. loosi* (Nematoda: Pratylenchidae). **Nematology**, v. 3, p. 653-665, 2001.

INOMOTO, M. M.; OLIVEIRA, C. M.; MAZZAFERA, P.; GONCALVES, W. Effects of *Pratylenchus brachyurus* and *P. coffeae* in seedlings of Coffea arábica. **Journal of Nematology**, v. 30, p. 362-367, 1998.

KUBO, R. K.; SILVA, R. A.; TOMAZINI, M. D.; OLIVEIRA, C. M. G.; MAZZAFERA, P.; INOMOTO, M. M. Pathogenicity of *Pratylenchus coffeae* on seedlings of coffee cv. Mundo Novo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 41- 48, 2003.

KUBO, R. K. ; OLIVEIRA, C. M. G. ; ANTEDOMENICO, S. R. ; MONTEIRO, A. R. ; FERRAZ, L. C. C. B. ; INOMOTO, M. M. Ocorrência de nematóides do gênero *Pratylenchus* em cafezais do estado de São Paulo. **Nematologia Brasileira**, v. 28, p. 159-166, 2004.

LIRA, V. L. **Caracterização morfológica e molecular de populações de *Pratylenchus coffeae* e reações de leguminosas e gramíneas ao parasitismo**. Programa de Pós-Graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente, UFPE. Vitória de Santo Antão, PE. (dissertação de Mestrado). 2013.

LUC, M., SIKORA, R.A. & BRIDGE, J. **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture**. C.A.B International. Wallingford, Oxon, Uk, 1990.

LUCA, F.; FANELLI, E.; DI VITO, M.; REYES, A.; GIORGI, C. Comparison of the sequences of the D3 expansion of the 26S ribosomal genes reveals different degrees of heterogeneity in different populations and species of *Pratylenchus* from the Mediterranean region. **European Journal of Plant Pathology**, v. 110, p. 949- 957, 2004.

LOOF, P. A. A. The family Pratylenchidae Thorne, 1949. In: NICKLE, W. R. (ed.). **Manual of Agricultural Nematology**. New York: Marcel Dekker, Inc., 1991. p. 363-421.

MACEDO, N. & BOTELHO, P. S. M. **Leguminosas em rotação com cana-de-açúcar e o controle de térmitas**. STAB, Centro de Ciências Agrárias/UFSC, Araras, SP, v. 13, n. 6, p. 38-39, 1995.

MACHADO, A. C. Z. ***Pratylenchus brachyurus* x algodoeiro: patogenicidade, métodos de controle e caracterização molecular de populações**. 132 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Departamento de Fitopatologia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba, 2006.

MASCARENHAS, H. A. A. et al. **Efeito residual de leguminosas sobre o rendimento físico e econômico da cana-planta**. Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas, SP, Boletim Científico 2. 1994. 15p

MIZUKUBO, T. Morphological and statistical differentiation of *Pratylenchus coffeae* complex in Japan (Nematoda: Pratylenchidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 27, p. 213-224, 1992.

MONTEIRO, A. R.; LORDELLO, L. G. E. Encontro do nematoide *Pratylenchus coffeae* atacando cafeeiro em São Paulo. **Revista de Agricultura**, v. 49, p. 164, 1974.

MONTEIRO, A.R. **Controle de nematóides por espécies de adubos verdes**. In: I Curso sobre adubação verde no Instituto Agrônomo. IAC/SP, Documentos IAC, v. 35, p. 109-121, 1993. Coordenadoria de Pesquisa Agropecuária.

- MOTA, M. M.; EISENBACK, J. D. Morphometrics of *Globodera tabacum tabacum*, *G. t. virginiae* and *G.t. solanacearum* (Nemata: Heteroderinae). **Journal of Nematology**, v. 25, p.148-160, 1993.
- MOURA, R.M.; COELHO, R.S.B.; PIO RIBEIRO, G. Estudo etiológico e efeito de 1,2-dibromo-3-cloropropano no controle da casca preta do inhame (*Dioscorea cayenensis* Lam.). **Fitopatologia Brasileira**, v.3, p.47-53, 1978.
- MOURA, R. M.; MONTEIRO, A. R. *Pratylenchus coffeae* on yams in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 20, p. 256, 1995.
- MOURA, R.M. Doenças do inhame (*Dioscorea cayenensis*). In: **Manual de Fitopatologia**. Ed. Agronômica CERES SA. 1997. V. 2., 463-471. 1997.
- MOURA, R.M.; GUIMARÃES, E.M.R.; PEDROSA, E.M.R.; ASANO, R. Estudos sobre a origem da morte-súbita da gravioleira. **Nematologia Brasileira**, v. 23, p. 62-68, 1999.
- MOURA, R.M., PEDROSA, E.M.R. & GUIMARÃES, L.M.P. Novos dados sobre a etiologia da casca-preta do inhame no Nordeste do Brasil. **Nematologia Brasileira**, 25: 235-237. 2001.
- MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R.; PRADO, M. D. C. Incidência de *Pratylenchus coffeae* causando severa nematose em cafeeiro no nordeste. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p. 649-649, 2002.
- MOURA, R. M.; GUIMARÃES, L. M. P.; MARANHÃO, S. R. V. L.; PEDROSA, E. M. R. Pratiencose atípica assinalada no Estado do Rio Grande do Norte. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p. 692, 2004.
- MOURA, R. M. Nematoides de interesse agrícola assinalados pela UFRPE no Nordeste do Brasil. **Nematologia Brasileira** 29:299-302. 2005.
- O'BANNON, J. H.; TOMERLIN, A. T. Citrus tree decline caused by *Pratylenchus coffeae*. **Journal of Nematology**, St. Paul, v.5, p.311-316, 1973.
- OLIVEIRA, I. S.; MOURA, R. M.; MAIA, L. C. Considerações sobre a cultura do inhame da costa e podridão-verde, principal causa de perdas durante o armazenamento. **Anais da Academia Pernambucana de Ciências Agronômicas**, v. 2, p. 90-106, 2005.
- ORNAT, C., VERDEJO-LUCAS, S., SORRIBAS, F.J. & TZORTZAKAKIS, E.A. Effect of fallow and root destruction on survival of root-knot and root lesion nematodes in intensive vegetable cropping systems. **Nematopica**, v. 29, p.5-16, 1999.
- POWERS, T. Nematode molecular diagnostics: from bands to barcodes. **Annual Review of Phytopathology**, v. 42, p. 367-383, 2004.

ROMAN, J.; HIRSCHMANN, H. Morphology and morphometrics of six species of *Pratylenchus*. **Journal of Nematology**, v. 1, p. 363-386, 1969.

RYSS, A. Y. Genus *Pratylenchus* Filipjev: multientry and monoentry keys and diagnostic relationships (Nematoda:Tylenchida:Pratylenchidae). **Zoosystemat Ross**, v. 10, p. 241-255, 2002.

SANTANA, A. A. D., MOURA, R. M. & PEDROSA, E.M.R. Efeito da rotação com cana-de-açúcar e *Crotalaria juncea* sobre populações de nematoides parasitos do inhame da costa. **Nematologia Brasileira**, v. 27, p.13-15, 2003.

SIDDIQI, M.R. *Pratylenchus coffeae*. In: **Descriptions of Plant Parasitic Nematodes**. Set.1, n°6. Commonwealth Institute of Helminthology, Herts, UK, 1972.

SILVA, R. A.; INOMOTO, M. M. Host-range characterization of two *Pratylenchus coffeae* isolates from Brazil. **Journal of Nematology**, v. 34, p. 135-139, 2002.

STOKES, D.E. *Pratylenchus coffeae*: a lesion nematode affecting foliage plants. Fla. Dept. Agric & Consumer Services. Division of Plant Industry. Nematology Circular n° 58, 1979.

TAYLOR, D.P. & JENKINS, W.R. Variation within the nematode genus *Pratylenchus*, with the descriptions of *P. hexincisus*, n. sp. and *P. subpenetrans*, n. sp. **Nematologica**, v. 2, p. 159-174, 1957.

TENENTE, R.C.V.; GONZAGA, V.; MELO, L. A. M. P.; TENENTE, M. S. M. **Bibliografia Brasileira de Nematoides**. Brasília: EMBRAPA-CERNAGEN, 2002.

THOMASON, I. & CASWELL. Principles of Nematode Control. In: BROWN, R.H. & KERRY, B.R. **Principles and Practice of Nematode Control**. Academic Press, 87-130, 1986.

THORNE, G. **Principles of Nematology**. McGrawHill Book Co. New York. USA. 1961.

THOMPSON, A. K.; BEEM, B. O.; PERKINS, C. Nematodes in Stored Yams. **Experimental Agriculture**, v. 9, p. 281-286, 1973.

TIHOHOD, D. **Nematologia Agrícola Aplicada**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000.

VAN DEN BERG, E.; QUENEHERVE, P.; TIEDI, L. R. Six known plant-feeding nematodes from Guadeloupe. Martinique and French Guiana (Nemata: Tylenchina). **Journal Nematode Morphology and Systematic**, v. 7, p. 109-129, 2005.

VILLAIN, L.; MOLINA, A.; SIERRA, S.; DECAZY, B.; SARAH, J. L. Effect of grafting and nematicide treatments on damage by root lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.) to *Coffea arabica* L. in Guatemala. **Nematropica**, v. 30, p. 87-100. 2000.

WAEYENBERGE, L. et al. Molecular characterisation of 18 *Pratylenchus* species using rDNA Restriction Fragment Length Polymorphism. **Nematology**, Belgium, v. 2, n. 2, p.135-142, 2000.

WHITEHEAD, A. G. **Plant Nematode Control**. C.A.B. International. Wallingford, Oxon, UK. 1998.

ZIMMERMANN, A. W. P. De Nematoden der Koffiewortels. Deel I. **Mededeel.'s Lands Plantentuin (Buitenzorg)**, v. 27, p. 1-64, 1898.