

**JOSE JUNIOR SEVERINO**

**NEMATÓIDES ASSOCIADOS À CULTURA DA  
CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ**

**MARINGÁ  
PARANÁ – BRASIL  
FEVEREIRO – 2007**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**JOSE JUNIOR SEVERINO**

**NEMATÓIDES ASSOCIADOS À CULTURA DA  
CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia área de concentração, Proteção de Plantas, para obtenção do título de Mestre.

**MARINGÁ  
PARANÁ – BRASIL  
FEVEREIRO – 2007**

Aos meus pais, José Antonio Severino e Alda Maria Araújo, e aos meus irmãos que sempre me incentivaram e apoiaram na realização deste trabalho.

Dedico

A todos os meus amigos, pela compreensão e motivação na realização deste trabalho.

Ofereço

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder força, saúde e persistência.

Aos meus pais, José Antonio Severino e Alda Maria Araújo, e a todos os meus irmãos que sempre me apoiaram e incentivaram.

Aos professores do Laboratório de Fitopatologia (UEM-Maringá), Dr. Dauri José Tessmann, Dr. João Batista Vida, Dr. Eliezer Rodrigues Souto e Dr. William Mário Carvalho Nunes, pelo apoio, confiança e motivação na realização deste trabalho.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Regina Dias-Arieira (UEM-Umuarama), pela orientação, dedicação e amizade.

À Usina de álcool SANTA TEREZINHA, unidade Tapejara-PR, por permitir coletas nas áreas de cana.

À Usina de álcool COCAMAR Cianorte-PR, em nome do Sr. Aparecido Carlos Fadoni, por permitir coletas nas áreas de cana e fornecimento de parte de materiais necessários ao desenvolvimento deste trabalho.

À Usina de álcool USACIGA, unidade Cidade Gaúcha-PR, em nome do Sr. Walter Sticanela e Valdir Zardo, por permitir e acompanhar coletas nas áreas de cana.

À Usina de álcool SABARALCOOL, unidade Perobal-PR, em nome do Sr. Rodrigo Blasque e Sidney Ribeiro, por permitir e acompanhar coletas nas áreas de cana.

Aos grandes amigos MSc. Ronaldo Friedrich e Doutorando André Zabine pelo incentivo e amizade.

Aos amigos Dr. Rudimar Mafacioli, MSc. Inorbert Melo Lima, pela amizade, valiosas sugestões e incentivo.

Aos amigos e colegas de trabalho MSc. Sônia Lúcia Maciel, Mauro José Moreira, Doutorando Antônio Augusto Lazarine, Doutorando Ivan Graneman Junior, Sílvia Eliana Tano Miranda e demais colegas de trabalho.

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

JOSE JUNIOR SEVERINO, filho de José Antonio Severino e Alda Maria Araújo, nascido na cidade de Patos de Minas, Estado de Minas Gerais, no dia 25 de novembro de 1966.

Graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual de Maringá em março de 2003.

Atua como Técnico em Laboratório, área de Fitopatologia, no Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, desde janeiro de 1992.

Iniciou o Curso de Pós-Graduação em Agronomia em março de 2005, finalizando com o desenvolvimento deste trabalho, parte obrigatória para obtenção ao título de Mestre em Agronomia.

## ÍNDICE

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>RESUMO</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	5
<b>2.1 Aspectos gerais da cana-de-açúcar</b> .....	5
<b>2.2 Exigências climáticas</b> .....	8
<b>2.3 A cultura da cana-de-açúcar no Brasil</b> .....	9
<b>2.4 A cultura da cana-de-açúcar no Paraná</b> .....	10
<b>2.5 Fitonematóides associados à cultura da cana-de-açúcar</b> .....	11
<b>2.6 Controle de fitonematóides</b> .....	13
2.6.1 Controle químico .....	14
2.6.2 Controle varietal .....	17
2.6.3 Controle alternativo .....	19
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	21
<b>CAPÍTULO I</b> .....	27
<b>NEMATÓIDES ASSOCIADOS À CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR (<i>Saccharum</i> spp.) NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ</b> .....	27
<b>Resumo</b> .....	27
<b>Abstract</b> .....	28
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	29
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	31
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	33
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	38
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	39
<b>CAPÍTULO II</b> .....	42

<b>CARACTERIZAÇÃO DE NEMATÓIDES DAS GALHAS <i>Meloidogyne</i> spp. EM CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ</b> .....	42
<b>Resumo</b> .....	42
<b>Abstract</b> .....	43
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	44
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	47
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	50
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	54
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	55
<b>APÊNDICES</b> .....	58



## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

- Figura 1 Média de *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp. e nematóides de vida livre associado às raízes da cana-de-açúcar em diferentes municípios do Noroeste do Paraná ..... 34
- Figura 2 Porcentagem de nematóide em 100cm<sup>3</sup> de solo da rizosfera de cana-de-açúcar no Noroeste do Paraná ..... 35
- Figura 3 Média de *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp. e nematóides de vida livre associados ao solo da rizosfera da cana-de-açúcar em diferentes municípios do Noroeste do Paraná ..... 36

### CAPÍTULO II

- Figura 1 Porcentagem de Espécies de *Meloidogyne* identificadas por eletroforese ..... 50
- Figura 2 Gel de Poliacrilamida 8% apresentando fenótipos de isoenzimas de espécies de *Meloidogyne*: (I) *M. incognita*; (J) *M. javanica*; (C) Amostra controle ..... 52

### APÊNDICE

- Figura 1A Mapa do Estado do Paraná identificando as áreas de coleta das amostras na região Noroeste ..... 66

## RESUMO

SEVERINO, Jose Junior, MSc., Universidade Estadual de Maringá, fevereiro de 2007. **Nematóides associados à cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na Região Noroeste do Paraná.** Professor Orientador: Dr. Dauri José Tessmann.

Com expansão da cultura da cana-de-açúcar *Saccharum spp.* no Brasil, sabendo da importância dos fitonematóides causando perdas consideráveis na cultura, o presente trabalho teve como principal objetivo realizar o levantamento identificando e quantificando os gêneros dos fitonematóides parasitos de plantas, identificar as espécies e determinar áreas com maior incidência na Região do Arenito Caiuá, Noroeste do Estado do Paraná. O levantamento foi conduzido nos municípios de Cidade Gaúcha, Maria Helena, Tapira, Tapejara, Cianorte, São Tomé, Cruzeiro do Oeste, Alto Piquiri, Perobal e Umuarama. Foram coletadas 74 amostras de 1,5 kg de solo e raízes na rizosfera das touceiras. O processamento das amostras ocorreu logo em seguida, utilizando 100 cm<sup>3</sup> de solo através da técnica de flotação centrífuga em solução de sacarose e para as raízes utilizou-se a técnica flotação centrífuga em solução de sacarose e clarificação. Após o processamento, as amostras foram analisadas sob microscópio estereoscópio com o auxílio da lâmina de Peters e chave taxonômica. Foram encontrados, entre os dez municípios amostrados, dez gêneros de nematóides fitoparasitos, além de nematóides de vida livre sendo, *Pratylenchus sp.*, *Meloidogyne sp.*, *Helicotylenchus sp.*, *Xiphinema sp.*, *Paratrichodorus sp.*, *Aphelenchus sp.*, *Hoplolaimus sp.*, *Trichodorus sp.*, *Mesocriconema sp.*, *Hemicycliophora sp.* e nematóides de vida livre. Para a caracterização isoenzimática de *Meloidogyne*, as amostras de solo foram depositadas em vasos com capacidade para 2 kg e receberam duas mudas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) cv. Santa Cruz. Após 75 dias de cultivo as plantas foram coletadas e avaliadas quanto à presença de galhas de *Meloidogyne*. Raízes com galhas foram dissecadas e as fêmeas foram retiradas e identificadas a nível de espécie usando-se a técnica de eletroforese em gel de poliacrilamida 8%. Os resultados mostraram uma

maior ocorrência da espécie *Meloidogyne javanica* em relação à espécie *M. incognita*. A espécie *M. paranaensis* esteve presente apenas no município de Cianorte, em uma única amostra.

**Palavras-chave:** cana-de-açúcar, levantamento, fitonematóides, *Meloidogyne*.

## ABSTRACT

SEVERINO, Jose Junior, MSc., Universidade Estadual de Maringá, February 2007. **Nematodes associated with sugarcane (*Saccharum* spp.) in the Northwestern Region of Paraná State.** Adviser: Dr. Dauri José Tessmann.

With the expansion of sugarcane (*Saccharum* spp.) culture in Brazil and knowledge of the fitonematodes importance causing considerable losses in that culture, this paper aimed to carry out a survey to identify and quantify the genders of the fitonematodes that parasite plants to identify the species and determine the areas with greater incidence in the Region of Caiuá Sandstone, in Northwestern of Paraná state. The survey was carried out in Cidade Gaúcha, Maria Helena, Tapira, Tapejara, Cianorte, São Tomé, Cruzeiro do Oeste, Alto Piquiri, Perobal and Umuarama municipalities. Were 74 sampled collected soil and roots of 1,5 kg in the rhizosphere of the clumps. The samples process occurred straight afterward, using 100 cm<sup>3</sup> of soil through the centrifugal flotation technique in sucrose and clarification solution. After the process, the samples were analyzed by stereoscopic microscope with Peters slide-blade help and taxonomic key. Ten fitoparasite nematodes genders were found, among the ten municipalities studied: *Pratylenchus* sp., *Meloidogyne* sp., *Helicotylenchus* sp., *Xiphinema* sp., *Paratrichodorus* sp., *Aphelenchus* sp., *Hoplolaimus* sp., *Trichodorus* sp., *Mesocriconema* sp., *Hemicycliophora* sp.; besides the free-living nematodes. For the *Meloidogyne* isoenzymatic characterization, the soil samples were deposited in vases of 2 kg capacity and they received two tomato plant (*Lycopersicon esculentum*) seedlings cv. Santa Cruz. After 75 days of growth, the plants were collected and evaluated in relation of *Meloidogyne* galls presence. Roots with galls were desiccated and the females were taken and the species were identified using the polyacrylamide 8% gel electrophoresis technique. The results showed a greater occurrence of the *Meloidogyne javanica* species in relation to *M. incognita* species. The *M. paranaensis* species occurred only in Cianorte municipality, in only one sample.

**Keywords:** sugar-cane, survey, fitonematodes, *Meloidogyne*.

## 1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é originária da Nova-Guiné sendo levada para o sul da Ásia, utilizada no início principalmente na forma de xarope. Introduzida na China no início da era cristã e na Europa foi introduzida pelos árabes, sendo inicialmente cultivada na Andaluzia. No século XVI já era cultivada em toda região mediterrânea; no entanto, a produção de açúcar não atendia a demanda, levando os europeus a importarem o produto do oriente. Em seguida, começou a ser cultivada na Ilha da Madeira pelos portugueses e nas Ilhas Canárias pelos espanhóis (MOZAMBANI et al., 2006).

No Brasil, há indícios de que o cultivo da cana-de-açúcar seja anterior à época dos descobrimentos, mas seu desenvolvimento se deu posteriormente, com a criação de engenhos e plantações com mudas trazidas pelos portugueses. Já em fins do século XVI havia vários engenhos espalhados pelo litoral produzindo açúcar. Na década de 70, o Brasil tornou-se o maior produtor de açúcar do mundo com grande penetração no mercado europeu, perdendo, em seguida, a posição por vários anos. Em meados do século XVII, com o início da produção do álcool combustível, o Brasil voltou a ser o maior produtor mundial (MOZAMBANI et al., 2006).

No que tange a estação de cultivo, a cana-de-açúcar é plantada no sudeste do Brasil de outubro a março e colhida de maio a outubro; já no nordeste, planta-se de julho a novembro sendo colhida de dezembro a maio. De acordo com as condições de produção, o rendimento pode variar de 60 a 85 t ha<sup>-1</sup>. A produção média brasileira é de 73 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (IAC, 2007).

Embora em algumas regiões a colheita seja realizada através de máquinas, a maioria ainda é feita manualmente. Na colheita, a cana é cortada no último nó maduro, próximo às folhas, e na parte inferior junto ao solo. Os colmos são empilhados e em seguida são transportados para usina, onde são triturados e moídos.

O atual desafio do Brasil é aumentar a oferta de álcool combustível e, para isso, são necessárias soluções que englobem o desenvolvimento de

novas variedades de cana-de-açúcar, expansão da área agrícola e inovações na linha de produção das usinas (SCARAMUCCI, 2006).

Num período de 20 anos, o Brasil pode aumentar a produção de cana em 35 milhões de hectares e produzir 100 bilhões de litros de álcool por ano. Esses números gerariam 5,3 milhões de empregos e uma renda de R\$153 bilhões, valor semelhante ao Produto Interno Bruto (PIB) do estado do Rio de Janeiro. As áreas de expansão estão no Triângulo Mineiro e nos Estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Calcula-se no setor que, entre 2006 e 2010, 89 novas usinas serão instaladas no país, sendo o número atual igual a 300 usinas (SCARAMUCCI, 2006).

De acordo com levantamento realizado pela Conab (Companhia Nacional de Abastecimento), na safra de 2004/2005, o Brasil possuía uma área de 5.650,65 milhões de hectares cultivados com cana-de-açúcar e uma produção de 417.575,00 milhões de toneladas. Na safra 2005/2006 a área passou de 6.094,40 milhões de hectares com a produção de 450.196,30 milhões de toneladas (CONAB, 2005a).

Quando se questiona a respeito das principais dificuldades na manutenção de uma lavoura de cana-de-açúcar, com ganhos crescentes e que atenda a demanda industrial por produção de boa qualidade, certamente alguns aspectos devem ser considerados, como por exemplo, aqueles relacionados com a fitossanidade da cultura.

No Brasil, já foram constatadas epidemias que levaram ao rápido colapso da produção. No final do século XIX, a gomose, primeira doença registrada nas lavouras de cana-de-açúcar nos Estados da Bahia e de Pernambuco, preocupou o setor canavieiro paulista devido à suscetibilidade da cana caiana (IAC, 2007).

No início da década de 20, foi o mosaico causado pelo vírus "*Sugarcane mosaic virus*" (SCMV) que se disseminou pelos canaviais paulistas, provocando grande crise em decorrência do plantio de variedades "nobres" susceptíveis, levando a criação de programas de melhoramento genético, e, desde então, iniciou-se a substituição dessas variedades por variedades resistentes. A escaldadura das folhas, causada pela bactéria *Xanthomonas albilineans*, relatada em mais de 60 países, junto com o raquitismo das soqueiras, causado pela bactéria *Leifsonia xily* subsp. *Xyli*, já foram

constatados na maioria dos canaviais brasileiros, sendo que a importância econômica dessas doenças está diretamente associada a predisposição por fatores ambientais, como o estresse hídrico (TOKESHI; RAGO, 2005).

Entre as doenças fúngicas, a ferrugem (*Puccinia melanocephala*) e o carvão (*Ustilago scitaminea*) são também relatados no Brasil, sendo responsáveis pela eliminação de diversos clones de cana-de-açúcar até então cultivados (TOKESHI; RAGO, 2005).

As doenças causadas por nematóides também foram constatadas em diversos estados produtores, como São Paulo e Nordeste (MOURA, 2000). Os nematóides, ao parasitar as raízes, causam ferimentos e modificam a fisiologia dos tecidos parasitados, podendo favorecer a destruição direta dos mesmos, ou indiretamente pela ação de bactérias e fungos causadores de podridões de raízes. Em solos arenosos, o complexo de nematóides aliado às deficiências nutricionais e podridões de raízes podem destruir canaviais antes do primeiro corte.

Os sintomas causados por nematóides podem ser facilmente confundidos com deficiências minerais, baixa fertilidade do solo, podridões de raízes e falta de água. Na parte aérea de plantas novas observa-se o desenvolvimento irregular, amarelecimento, murcha e enfezamento, em geral, localizados em reboleiras. As raízes da cana-de-açúcar podem ser parasitadas por um complexo de nematóides, sendo estes responsáveis em grande parte pela diminuição da produção na maioria dos países produtores de cana (RONDON et al., 1980). A ocorrência dos nematóides do gênero *Meloidogyne* Göeldi, 1892 provoca a formação de galhas nas raízes e intumescimento das extremidades; já no caso de *Pratylenchus* Filipjev, 1936, observa-se ruptura da epiderme das raízes, associada a numerosos ferimentos e apodrecimento do córtex; e em plantas parasitadas por *Trichodorus* Cobb, 1913 observam-se raízes curtas, tortuosas, necrosadas e com ramificações laterais (NOVARETTI, 1995).

Considerando a importância da cana-de-açúcar para o estado do Paraná e as limitações que os nematóides podem causar a sua produção, o presente trabalho tem como objetivo geral:



Realizar o levantamento dos fitonematóides associados à cultura da cana-de-açúcar em áreas do Arenito Caiuá, Noroeste do Paraná; e mais especificamente:

- Identificar e quantificar os gêneros de fitonematóides associados à cultura da cana-de-açúcar;
- Determinar as áreas com maior incidência destes fitonematóides;
- Caracterizar, através de eletroforese de isoenzimas, as espécies de *Meloidogyne* presentes.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos gerais da cana-de-açúcar

Segundo Mozambani et al. (2006), a cana-de-açúcar foi descrita por Linneu, em 1753, que a classificou como *Saccharum officinarum* e *Saccharum spicatum*. Depois desta, várias formas de classificação foram apresentadas, como a de Cronquist (1981). Divisão: Magnoliophyta; Classe: Magnoliopsida; Ordem: Gramineales; Família: Poaceae; Gênero: *Saccharum*; Espécies: *Saccharum officinarum*, *Saccharum spontaneum*, *Saccharum Sinensis*, *Saccharum barberi* e *Saccharum robustum*.

Tem como origem geográfica, Nova-Guiné sendo levada para o sul da Ásia. A propagação da cultura no norte da África e sul da Europa deve-se aos árabes, período em que os chineses a levaram para Java e Filipinas.

Foi, contudo, a América que ofereceu à cana-de-açúcar excelentes condições para seu desenvolvimento.

No Brasil, há indícios de que o cultivo da cana-de-açúcar seja anterior ao descobrimento, mas seu desenvolvimento se deu posteriormente, com a criação de engenhos e plantações com mudas trazidas pelos portugueses (MOZAMBANI et al., 2006).

O cultivo da cana-de-açúcar encontra-se bastante difundido na maioria dos países agrícolas do mundo, na forma de monocultura contínua, e quase sempre sem o período de pousio entre a remoção de soqueiras velhas e replantio, condições estas que, segundo Spaul e Cadet (1990), favorecem o desenvolvimento de populações de fitonematóides.

A cana-de-açúcar é uma das culturas mais importantes para o Brasil e tem exercido uma função duplamente destacável. Primeiro porque a produção açucareira fundamenta grande parte das divisas do país, uma vez que o Brasil apresenta-se como maior exportador mundial de açúcar, com cerca de seis milhões de toneladas; além disto, a produção de álcool constitui importante

alternativa brasileira à substituição de determinados derivados do petróleo (PROCÓPIO et al., 2004).

No final de 2003, a área mundial colhida da cana-de-açúcar totalizou 20,4 milhões de hectares, dos quais 26,2% eram localizados no Brasil, 22,6% na Índia e 6,5% na China, sendo estes principais produtores mundiais. A safra mundial de açúcar de 1997/1998 foi de 125,2 milhões de toneladas métricas, contra 142,1 milhões de toneladas métricas em 2004/2005, que corresponde a um incremento na produção de açúcar em torno de 13,5%. Nesta mesma safra, o Brasil foi responsável por 19,8% da produção mundial de açúcar, seguido pela União Européia que produziu 15,2% e pela Índia com 9,7% (AGRIANUAL, 2006).

Existem diversas variedades de cana-de-açúcar, que pode ser diferenciadas pela cor, altura do caule que chega a atingir entre três e seis metros, e diâmetro do colmo chegando de dois a cinco centímetros. Possui sistema radicular fasciculado que pode atingir até 4 metros de profundidade sendo a maior concentração (85%) nos primeiros 50 cm. Sua multiplicação é feita através de estacas e algumas variedades não produzem sementes férteis (CESNIK; MIOCQUE, 2004).

A cultura da cana-de-açúcar é de grande importância para o país, uma vez que se destina a fornecer matéria-prima para a produção de açúcar, álcool, energia elétrica, aguardente, rapadura, entre outros subprodutos que podem ser utilizados na produção de ração animal, produtos aglomerados, fertilizantes etc. (EMBRAPA, 2007). É justamente pela possibilidade de sua múltipla utilização que se atribui grande importância à cultura canavieira (CATI, 1997 apud EMBRAPA, 2007).

A agroindústria da cana-de-açúcar caracteriza-se como uma das principais atividades geradoras de ocupação no meio rural. O setor gera um milhão de empregos, sendo 511 mil no campo e o restante dividido entre a produção de açúcar e álcool. Seis por cento dos empregos gerados na agroindústria do Brasil encontram-se no agronegócio da cana-de-açúcar, que corresponde a 14 % dos empregos totais brasileiros (BARROS, 2004).

O volume da produção brasileira de açúcar na safra de 2003/2004 foi de 476,5 milhões de sacos com 50 kg, dos quais 84% oriundos do Centro-Sul. Entre as safras 1999/2000 e 2003/2004, a produção de açúcar no Brasil

cresceu quase 23%, sendo que o Nordeste apresentou um incremento de 37%, contra 21% do Centro-Sul (AGRIANUAL, 2005).

De acordo com a Conab (2005a), na safra 2005/2006, o açúcar consumiu 218,7 milhões de toneladas de colmo, ou seja, 54% da matéria-prima industrial, enquanto o álcool absorveu 182,8 milhões de toneladas ou 45% do total. Normalmente, a produção tem ficado mais favorável ao álcool, de modo que a indústria tem dedicado mais a matéria-prima para produzir esse combustível. Do total de 218,7 milhões de toneladas de cana-de-açúcar que as usinas industrializaram, foram gerados 27,2 milhões de toneladas de açúcar base cristal, sendo que a região centro-sul participou com 23,1 milhões de toneladas, enquanto a região norte/nordeste com 4,1 milhões.

O Brasil figura no mercado internacional do álcool como maior produtor mundial, sendo que sua produção está apoiada em tecnologia moderna, desenvolvida para competir a preços de mercado com a gasolina (VIDAL et al., 2006).

Para a safra de 2005/2006, a produção total de álcool foi de 17,5 bilhões de litros, com a região centro-sul participando com 15,2 bilhões e o norte/nordeste com 2,3 bilhões, consumindo 182,8 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, sendo 157,8 milhões no centro-sul e 25,1 milhões no norte/nordeste. Entre os principais estados produtores de álcool estão: São Paulo com 58,6% do total, seguido pelo Paraná com 7,5%, Alagoas com 5,6%, Goiás com 5,3%, Mato Grosso com 4,4% e Mato Grosso do Sul com 3,2% (CONAB, 2005a).

Na safra de 2005/2006, a produção do álcool anidro foi de 10 bilhões de litros, sendo 8,5 bilhões gerados na região sul e 1,5 bilhões no norte/nordeste, onde serão utilizados 106 milhões de toneladas de cana-de-açúcar. Nesta, os principais produtores são: Estado de São Paulo com 58,7%, Alagoas com 6,1%, Paraná com 5,8%, Mato Grosso com 5,6%, Minas Gerais com 4,6% e Goiás com 4,5% (CONAB, 2005a).

O álcool hidratado combustível totalizou 7,2 bilhões de litros com 6,5 bilhões produzidos no centro-sul e 0,7 bilhões na região norte/nordeste, sendo consumidos 73,6 milhões de toneladas de cana-de-açúcar. Para esse, os principais produtores são: São Paulo com 58,4%, Paraná com 10,2%, Goiás com 6,6%, Minas Gerais com 5,8% e Alagoas com 4,9% (CONAB, 2005a).

É importante ressaltar que o álcool é, atualmente, um produto de elevado valor em termos de sustentabilidade ambiental e, por isso, possui grande potencial de comercialização. Cada litro de álcool combustível reduz cerca de 2,6 quilos de emissão de CO<sub>2</sub>, gerador do efeito estufa, sendo que o mercado interno consome cerca de 14 bilhões de litros de álcool ao ano (CARVALHO, 2003).

Com relação aos subprodutos da cana-de-açúcar, tem ganhado importância a geração de energia a partir do bagaço. As tecnologias desenvolvidas resultam no nível baixo de emissão de poluentes produzidos, reduzindo os impactos ambientais. Os produtos energéticos resultantes da cana-de-açúcar representaram 13,5% da energia brasileira em 2004. O bagaço da cana representa 2,25% da energia, existindo no Brasil cerca de 222 usinas em operação com capacidade instalada de 2.286.190 Kw (ANEEL, 2006).

A vinhaça e a torta de filtro, que no passado causavam poluição ao meio ambiente, atualmente são utilizadas como fertilizantes e têm contribuído para melhoria das propriedades físicas e químicas do solo, repondo parte dos elementos químicos, notadamente o potássio, retirados da área ocupada pela cana-de-açúcar. Com a fertirrigação, a vinhaça e a torta de filtro deixam de ser um problema ambiental para se transformar em substitutos de parte dos adubos químicos utilizados no canavial brasileiro, reduzindo os custos de produção (VIDAL et al., 2006).

## **2.2 Exigências climáticas**

A cana-de-açúcar é cultivada em países tropicais e subtropicais, originando açúcar, álcool, aguardente entre outros produtos, devido à sacarose contida em seu colmo. É adaptada às condições de alta intensidade luminosa, altas temperaturas e relativa escassez de água, uma vez que a cultura necessita de grandes quantidades de água para suprir suas necessidades hídricas, sendo somente 30% de seu peso representado pela matéria seca e 70% pela água (MOZAMBANI et al., 2006).

De acordo com a Cati (1997 apud EMBRAPA, 2007), o clima ideal para a cana-de-açúcar é aquele que apresenta duas estações distintas: quente e úmida, proporcionando a germinação, perfilhamento e desenvolvimento

vegetativo, seguida de outra fria e seca para facilitar a maturação e, conseqüentemente, acúmulo de sacarose nos colmos.

Os melhores solos para o cultivo da cana são solos profundos, bem estruturados, férteis e com boa capacidade de retenção de água, mas devido sua rusticidade, ela se desenvolve mesmo em solos menos férteis e arenosos, como aqueles do cerrado. No entanto, não é indicado o cultivo em solos rasos devido à má drenagem dos mesmos (CATI, 1997 apud EMBRAPA, 2007).

A cana é uma espécie, portanto, ideal para o cultivo em regiões tropicais. No entanto, o conhecimento do ciclo da cultura é importante para melhor manejá-la, pois se sabe que toda e qualquer produção vegetal que vise a máxima produtividade econômica, fundamenta-se na interação de três importantes fatores: planta, ambiente de produção e o manejo, visando o processo produtivo canavieiro três objetivos básicos: produtividade, qualidade e longevidade do canavial (SEGATO et al., 2006).

### **2.3 A cultura da cana-de-açúcar no Brasil**

A cana-de-açúcar é cultivada em todo território brasileiro conferindo ao Brasil a possibilidade de produzir e abastecer o mercado com açúcar e álcool ao longo do ano, pois as safras ocorrem em épocas distintas do ano, de setembro a março no centro sul e de maio a dezembro no nordeste (VIDAL et al., 2006).

No Brasil, embora grande produtor de açúcar, a cultura da cana apresentou elevada expansão somente após a década de 70 com o advento do Pró-álcool (Programa Nacional do Álcool), lançado em novembro de 1975 com a finalidade de suprir o país de um combustível alternativo e menos poluente que os derivados do petróleo, sendo desativado em seguida.

Entre os anos de 1980 e 2005, a produção de cana-de-açúcar no Brasil passou de 223,6 para 387,0 milhões de toneladas (ÚNICA, 2005). Atualmente, é o principal produtor mundial de cana-de-açúcar, visto que na safra de 2004/2005 foram produzidos 383,3 milhões de toneladas, em cerca de cinco milhões de hectares (AGRIANUAL, 2006). Entre 1999 e a safra 2004/2005, a área de cana-de-açúcar no Brasil elevou-se de 4,9 para 5,6 milhões de hectares, significando um incremento de 15%. No final desse período, o

Sudeste participava com 63% do total da área no Brasil, contra 20% no Nordeste (CONAB, 2005b).

A produção estimada da safra nacional de cana-de-açúcar para 2005/2006 foi de 450,2 milhões de toneladas. A área plantada com a cultura foi estimada em 6,094 milhões de hectares. Os números fazem parte do primeiro levantamento oficial da cana-de-açúcar realizada pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2005a).

A geração de novas tecnologias para a produção de açúcar resultou na viabilização de noventa milhões de hectares nas áreas de cerrado, ainda inexplorados, e de novas áreas para expansão da cana-de-açúcar no nordeste de São Paulo, norte do Paraná, Triângulo Mineiro, sul do Maranhão, oeste da Bahia, Mato Grosso do Sul, Goiás e Tocantins, criando desta forma, novas oportunidades de trabalho no setor sucroalcooleiro nacional (VIDAL et al., 2006).

A superioridade da produção de cana-de-açúcar no Brasil é evidente, podendo-se admitir que a média de 74 t ha<sup>-1</sup> poderá melhorar porque está sendo influenciada pela baixa taxa do Nordeste, cujo incremento deverá ocorrer com a ampliação da área irrigada em curso e quando da definição do manejo das variedades (VIDAL et al., 2006).

## **2.4 A cultura da cana-de-açúcar no Paraná**

A atividade canavieira no estado do Paraná, embora recente, mas não menos importante, vem alcançando bons resultados ao longo do tempo. A grande vantagem do Estado é a produtividade média, de 77,5 kg ha<sup>-1</sup> com alguns destaques regionais que alcançaram 82,6 kg ha<sup>-1</sup> (SEAB, 2007).

Em 2003, o Estado do Paraná possuía uma área de cultivo de cana-de-açúcar de 320.000 ha que em 2006 chegou a 418.900 ha plantados, com uma produção de 32,5 milhões de toneladas de cana, representando 3% das terras agricultáveis do Estado. Em 2007, a área cultivada poderá chegar a 500.000 ha, podendo colher 40 milhões de toneladas (CONAB, 2005b).

Esta atividade agrícola é fundamental para a manutenção do processo industrial de açúcar e álcool, bem como para a manutenção de cerca de 70.000 empregos diretos e 500.000 indiretos no Paraná. Até 1986, apenas quatro

empresas produziam açúcar no Estado, hoje esse número chega a 27 usinas que representam 130 municípios. O Estado é o segundo maior produtor nacional de açúcar e álcool, junto com Alagoas (ALCOPAR, 2006).

Dentro do Estado, a distribuição espacial da área plantada confere liderança à região de Umuarama com 20,8%, seguido por Maringá com 15,6%. Posteriormente, encontram-se Jacarezinho, Londrina e Cornélio Procópio, com 13,5, 12,8 e 11,6%, respectivamente. Este somatório contribui com 85% da produção paranaense de cana-de-açúcar (SEAB, 2007).

No que tange à produtividade, o Estado do Paraná ocupa o primeiro lugar com uma média de 82.630 kg ha<sup>-1</sup>, seguido por São Paulo com 78.850 kg ha<sup>-1</sup>. Em outro patamar, aparece o Estado de Mato Grosso com 72.829 kg ha<sup>-1</sup> e de Alagoas com 61.532 kg ha<sup>-1</sup>, base referente à safra de 1999 (SEAB, 2007).

Em termos relativos, o perfil do segmento da cana-de-açúcar, entre o Paraná e o Brasil, é de 7,5% em área, 8,3% em produção, 7,2% em produção de açúcar e 8,4% em produção de álcool. Enquadrado grande absorvedor de mão-de-obra, o segmento completo proporciona a ocupação de 73.533 pessoas (SEAB, 2007).

No que diz respeito ao futuro da atividade, usineiros do Paraná projetam crescimento de aproximadamente 20 mil hectares ano<sup>-1</sup> nos canaviais paranaenses. Na safra 2005/2006, a produção ficou concentrada em cerca de 370 mil hectares e o Estado pretende alcançar 500 mil hectares plantados com cana nos próximos anos (ALCOPAR, 2006).

## **2.5 Fitonematóides associados à cultura da cana-de-açúcar**

Muitas espécies de nematóides são encontradas em associação com a cana-de-açúcar, mas, nas condições brasileiras, são três economicamente importantes, em função dos danos que causam à cultura: *Meloidogyne javanica*, *M. incognita* e *Pratylenchus zaei* (LORDELLO, 1981).

Em função da expansão na cultura da cana-de-açúcar em solos arenosos, têm-se realizado observações de efeitos danosos de pragas de solos, tendo grande destaque os nematóides (ALONSO et al., 1987).



Aparentemente, um dos primeiros relatos de nematose em cana-de-açúcar é de 1885, quando Treub observou, nas regiões de Cheribon e Bogar, em Java, a presença de um parasito que ele chamou de *Heterodera javanica*, mais tarde classificado como *Meloidogyne javanica* Treub, 1885 Chitwood, 1949. A partir de então, os nematóides de galhas passaram a ser mencionados em trabalhos fitopatológicos relacionados com a cultura da cana-de-açúcar (MOURA et al., 1981).

No Brasil, a primeira citação de nematóides parasitando cana-de-açúcar foi feita no estado de São Paulo, em 1962, quando foram registrados os gêneros *Helicotylenchus* Steiner, 1945 e *Trichodorus*, na variedade Co290 (BRIEGER, 1962).

O primeiro levantamento sobre a ocorrência e distribuição de fitonematóides em áreas cultivadas com cana-de-açúcar foi realizado através do convênio Esalq-Copersucar, no período de outubro de 1970 a abril de 1973, no estado de São Paulo, onde foram examinadas 800 amostras em raízes e 800 amostras em solo, perfazendo um total de 1600 amostras. Verificou-se a presença do gênero *Helicotylenchus* em mais de 90% das amostras analisadas, seguidos de *Pratylenchus* em 80% das amostras, além dos gêneros *Meloidogyne*, *Xiphinema*, *Trichodorus*, *Hoplolaimus*, *Ditylenchus*, *aphelenchus* entre outros de menor importância (NOVARETTI et al., 1974).

Entre as espécies de fitonematóides mais importantes na cultura da cana-de-açúcar, tanto no Estado de São Paulo como no nordeste brasileiro, têm se destacado as espécies *M. javanica*, *M. incognita* e representantes de *Pratylenchus* spp.. Esses parasitos causam severos danos ao sistema radicular, tornando-o mal desenvolvido, pouco eficiente e, conseqüentemente, reduzindo a produtividade agrícola quando em altas infestações (MOURA et al., 1990).

Em Pernambuco, a espécie *P. zae* foi encontrada em altas freqüências em lavouras canavieiras, sendo classificada como muito virulenta (MOURA et al., 1999). Moura e Almeida (1981), trabalhando em canaviais de baixa produtividade, também no Estado de Pernambuco, encontraram *P. zae* em todas as amostras analisadas. Novaretti et al. (1998), trabalhando em áreas de produção comerciais de cana-de-açúcar, no Estado de São Paulo, também relataram altas populações de *M. incognita*, *M. javanica* e *P. zae*. Dinardo-

Miranda et al. (2003) detectaram populações de *P. zaeae*, *M. incognita* e *M. javanica* associado à cultura da cana na região canavieira de Piracicaba, SP, sendo *M. javanica* a espécie mais comum, representando cerca de 60 %.

A produtividade média brasileira poderia ser maior se o desenvolvimento da cultura não fosse prejudicado por fatores abióticos, como clima, solo, competição por plantas daninhas, e fatores bióticos. Entre estes pode-se citar a ocorrência de fitonematóides, que contribuem para o acentuado declínio da produção. Em áreas infestadas com nematóides das espécies *Meloidogyne incognita* Kofoid e White, 1919 Chitwood, 1949 e *Pratylenchus zaeae* Graham, 1951 as perdas podem atingir mais de 50% (DINARDO-MIRANDA; FERRAZ, 1991).

## 2.6 Controle de fitonematóides

De acordo com Moura (1997), uma das obras mais completas sobre sistemas de controle de fitonematóides em áreas de cultivo, na qual estão incluídas também as técnicas aplicadas a *Meloidogyne* spp., é a de Brown e Kerry (1987). O controle de nematóides é uma prática bastante complexa. Inicialmente, medidas preventivas devem ser tomadas, evitando a entrada destes microorganismos em áreas onde ainda não estejam presentes. Após introdução, devem-se adotar medidas na tentativa de reduzir ou minimizar danos por eles causados.

Vários métodos de controle têm sido estudados visando diminuir as populações de fitonematóides na cultura da cana-de-açúcar a níveis abaixo do limiar de danos econômicos, a exemplo do uso de nematicidas, rotação de culturas, revolvimento do solo nas épocas mais quentes, variedades resistentes ou tolerantes e incorporação de matéria orgânica (BARROS et al., 2000).

Nas últimas décadas, o controle dos nematóides, especialmente de *Meloidogyne* spp., era feito através de uma única técnica isolada. Com a evolução conceitual e metodológica associada aos novos conhecimentos sobre biologia e ecologia dos nematóides, tornou possível a melhor manipulação de dados epidemiológicos (SEINHORST, 1970). O sistema de cultivo deve ser considerado como um dos mais antigos e talvez a mais eficiente prática utilizada para minimizar perdas causadas por nematóides (NOE et al., 1991).

As indicações das técnicas de controle da meloidoginose e outras nematoses seguem os quatro princípios de Whetzel, aplicados à Fitopatologia (MOURA, 1997).

Neste contexto, medidas de exclusão são fundamentais para evitar a introdução e disseminação do nematóide e a infestação de áreas ainda não contaminadas. Técnicas de erradicação, por sua vez, visam eliminar o patógeno já estabelecido no local, reduzindo significativamente as populações de *Meloidogyne*; porém, na maioria das vezes, a eliminação total do nematóide não ocorre. Após alguns anos de plantio de uma variedade suscetível, haverá o ressurgimento das populações que atingirão novamente níveis de dano. A técnica de proteção de plantas fundamenta-se no uso de nematicidas sistêmicos. Já a imunização visa o controle da meloidoginose utilizando variedades resistentes. As técnicas de erradicação mais utilizadas no controle da meloidoginose são: remoção, rotação de cultura e desinfestação do solo (MOURA, 1997).

#### 2.6.1 Controle químico

São encontradas constantemente espécies de nematóides fitoparasitas associados aos canaviais no Brasil, responsáveis por perdas na produção de 25 a 69%. Considerando a importância desses nematóides na cultura da cana-de-açúcar, além dos bons resultados, têm sido alcançados no controle químico, surgindo nos últimos anos, no mercado, vários produtos novos com o intuito de combater esses fitoparasitas (NOVARETTI et al., 1995).

Na cultura da cana-de-açúcar, quando seguidas às recomendações de aplicação do nematicida na linha do sulco de plantio, o controle químico tem contribuído significativamente para a manutenção da produtividade agrícola (DINARDO-MIRANDA et al., 2001).

Estudos realizados por Novaretti et al. (1985) mostraram que a aplicação do nematicida Carbofuran 5G controlou a população de nematóides no solo por um período de quatro meses; após esse tempo, a população voltou a aumentar. Contudo, o período sob baixa população dos nematóides foi suficiente para que a cultura tivesse acréscimos significativos na produção, representando um aumento de 26,51 t ha<sup>-1</sup> na produtividade (NOVARETTI et

al., 1985). O uso de nematicidas em áreas com alta infestação por nematóides pode resultar em incrementos de produção na ordem de até 20 t ha<sup>-1</sup> (NOVARETTI et al., 1988).

Novaretti et al. (1995), utilizando Terbufós 5G e Carbofuran 5G no controle químico de fitonematóides em cana-de-açúcar, observaram que o Carbofuran 5G foi mais eficiente contra populações de *Meloidogyne* e *Paratrichodorus*, com efeito residual de quatro meses no solo e de seis meses na planta; já o nematicida Terbufós 5G, além de reduzir significativamente a população dos dois parasitos, revelou, ainda, um controle satisfatório de *Pratylenchus* e *Helicotylenchus*. Nenhum dos nematicidas testados apresentou importantes alterações nas populações dos nematóides de vida livre. Além disto, Terbufós 5G também proporcionou acréscimos de 19,76 a 24,61 t de cana ha<sup>-1</sup> em relação à testemunha, em função das dosagens empregadas. Já o Carbofuran 5G aumentou a produtividade de cana-de-açúcar em até 22,60 t ha<sup>-1</sup> (NOVARETTI et al., 1995). Os autores observaram, ainda, que o Carbofuran, nematicida muito utilizado na cultura da cana-de-açúcar, quando aplicado em áreas altamente infestadas, principalmente pelos nematóides dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus*, proporcionou aumentos significativos na produtividade agrícola de diversas variedades.

Segundo Dinardo-Miranda (2001), em áreas altamente infestadas por *M. incognita*, o Carbofuran contribuiu para o incremento médio de produtividade de 30% em relação às parcelas que não receberam o produto. Em algumas variedades, como RB72454, RB785148, RB835486 e RB845257, o aumento na produtividade foi da ordem de 40 t ha<sup>-1</sup>. O emprego de produtos químicos em áreas infestadas por *M. incognita* resultou em aumentos médios na produtividade de 50%, chegando a 118% para a variedade SP71-799 (NOVARETTI et al., 1985).

Os nematicidas Aldicarb e Carbofuran, quando aplicados 40 ou 60 dias após o corte, fizeram com que a população de *P. zae* sofresse uma significativa redução, contribuindo para incrementos de produção em relação à testemunha, havendo uma variação de 11,16 a 16,7 t ha<sup>-1</sup>. Os mesmos produtos aplicados 20 dias após o corte e Abamectina aplicado 60 dias após o corte não tiveram efeito significativo sobre a produtividade agrícola (DINARDO-MIRANDA; GARCIA, 2002).

Os trabalhos de campo, avaliando o controle de nematóide com Carbofuran associado à torta de filtro de cana, mostraram redução na população de nematóide apenas em tratamentos onde se empregou o nematicida na dosagem de  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  nos primeiros cinco a seis meses após o plantio, período este, segundo o autor, correspondente ao efeito residual do nematicida na planta (NOVARETTI et al., 1990).

Experimentos realizados em áreas, nas quais a população de nematóides encontrava-se baixa, mostraram que o Carbofuran contribuiu para um acréscimo médio na produtividade de 7,8%. Como estavam baixas as populações de nematóides, esse aumento foi atribuído a um efeito direto do produto sobre plantas (efeito fitotônico) e a redução de microorganismos fitopatogênicos presentes no solo (DINARDO-MIRANDA, 2001).

Em trabalhos utilizando Aldicarb 10G, observou-se significativo aumento na produção em relação à testemunha. Quando se utilizou a dosagem de  $20 \text{ kg ha}^{-1}$ , o aumento na produção foi de  $18,63 \text{ t ha}^{-1}$  e, na dosagem de  $30 \text{ kg ha}^{-1}$ , foi de  $17,56 \text{ t ha}^{-1}$ . Apesar de não ter sido constatada diferença estatística no aumento da produção entre os tratamentos, a redução foi bastante expressiva (NOVARETTI; WENIG FILHO, 1977).

De acordo com Novaretti et al. (1980), Edabron 90 CE, aplicado na cultura da cana-de-açúcar obtida 18 meses após plantio, apresentou efeito altamente fitotóxico em três dosagens utilizadas, sendo a produção de  $10,01 \text{ t ha}^{-1}$  na dose menor e zero  $\text{t ha}^{-1}$  na maior dose, enquanto o rendimento da testemunha foi de  $82,51 \text{ t ha}^{-1}$ .

Estudos com variedades em campo altamente infestado com *M. javanica* mostraram que o uso de nematicidas resultou em acréscimos de produtividade na ordem de 15% nas variedades mais suscetíveis (DINARDO-MIRANDA et al., 1995). Segundo Dinardo-Miranda (2001), nas parcelas onde havia a presença de *M. javanica*, a produção de colmos na cultura da cana-de-açúcar foi bastante inferior quando comparada aquelas em que o fitoparasita não estava presente.

Em trabalho realizado por Dinardo-Miranda et al. (2003), o uso de nematicida resultou no aumento da produtividade variando de  $17,3 \text{ t ha}^{-1}$  na variedade IAC86-2480 até  $38,1 \text{ t ha}^{-1}$  para a variedade IAC91-5155, sendo a média de  $28,2 \text{ t ha}^{-1}$ , equivalente a 34%. Os resultados encontrados confirmam

a severidade dos danos causados por nematóide em cana-de-açúcar. Considerando os dados populacionais médios, verificou-se que as variedades IAC86-2480 e SP83-2847 destacaram-se como sendo as mais favoráveis à multiplicação de *Meloidogyne* spp., enquanto para *P. zaeae*, IAC91-5155 comportou-se como mais suscetível e IAC87-3396 como menos suscetível.

Barros et al. (2000), com o objetivo de estudar efeitos na aplicação do nematicida terbufós no desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar em solos infestados com *Meloidogyne* e *Pratylenchus*, utilizaram diferentes doses do produto em cinco variedades de cana, sendo elas SP70-1143, RB813804, SP78-4764, CB45-3 e SP79-1011. Os resultados mostraram uma tendência positiva dos tratamentos em todas as variedades.

Em soqueiras, os incrementos de produtividade obtidos em função do controle químico de nematóides são menores em relação aos observados em cana planta. Essa menor resposta da cana soca ao controle químico dos nematóides foi verificada por Novaretti et al. (1980).

## 2.6.2 Controle varietal

Há 30 anos o Brasil contava com cinco ou seis variedades comerciais de cana-de-açúcar, hoje são cerca de 500, considerando as que estão no país desde o descobrimento. Com isso, o cultivo de cana torna-se mais seguro, com plantas menos expostas a pragas e doenças. O trabalho de melhoramento da cana é também responsável pelo aumento da produção canavieira nos últimos 30 anos. Na década de 1970, a lavoura rendia em média  $47 \text{ t ha}^{-1}$ , em 2005 chegou a  $82 \text{ t ha}^{-1}$  (SCARAMUCCI, 2006). De acordo com Lordello (1973), o emprego de variedades resistentes ou tolerantes constitui a medida mais prática e econômica de controle de nematóides. Sempre que se desejar o controle de nematóides, seja qual for a cultura, deve-se priorizar o emprego de plantas resistentes ou tolerantes, devido às inúmeras vantagens que essa técnica propicia (LORDELLO, 1981). Contudo, nem sempre as características agronômicas desejáveis, juntamente com a resistência às pragas e às doenças, estão associadas na mesma variedade, portanto deve-se também ser consideradas e pesquisadas (NOVARETTI et al., 1995).

Segundo Scaramucci (2006), a busca dos genes foi realizada em plantas oriundas de variedades comerciais, resultado dos cruzamentos entre elas. Como as variedades atuais de cana são híbridas formadas há muitos anos pelas espécies *Saccharum spontaneum* e *Saccharum officinarum*, são procurados genes de interesse econômico nessas espécies ancestrais.

Enquanto novas usinas são construídas, outros flancos estão sendo abertos na pesquisa tecnológica. As novidades vêm dos estudos genéticos com novas variedades e plantas transgênicas. Recentemente, ocorreu o depósito de patente de 200 genes identificados em diversas variedades de cana, os quais estão relacionados à produção de sacarose, substância fundamental na fabricação do açúcar e, imprescindível, no processo de fermentação, servindo de alimento para a levedura produzir o álcool (SCARAMUCCI, 2006).

O comportamento das diferentes variedades de cana-de-açúcar frente às populações de nematóides é variável. Segundo Novaretti et al. (1988), a variedade NA56-79 apresentou maior multiplicação do nematóide *Pratylenchus* em relação às variedades SP71-799 e SP71-1406, tanto no solo como nas raízes, mostrando ser uma boa hospedeira; contudo, a variedade NA56-79 não apresentou acréscimo significativos na produção quando o patógeno foi controlado, comportando-se, desta forma, como tolerante.

Novaretti et al. (1988) confirmaram a suscetibilidade das variedades SP71-799 e SP71-1406 a *P. zae*. Baseado nos resultados obtidos, a produtividade dessas variedades, em função do controle de nematóides, teve um acréscimo de 20 t ha<sup>-1</sup>.

Estudando o comportamento de variedades de cana-de-açúcar *M. javanica*, observou-se que 12 das variedades estudadas apresentaram suscetibilidade ao nematóide com incrementos na produção devido ao controle utilizado. Esses incrementos variaram de 8,2 t ha<sup>-1</sup> para RB785148 até 23,5 t ha<sup>-1</sup> para SP78-1233. As variedades SP71-3501 e SP71-6180 foram consideradas intolerantes, enquanto as variedades RB735275, SP71-1632 e SP72-1861 comportaram-se como tolerantes a espécie *M. javanica*, não ocorrendo danos significativos à produção, mesmo quando a população do nematóide era alta (DINARDO-MIRANDA et al., 1995).

No trabalho realizado por Dinardo-Miranda et al. (2004), em solos naturalmente infestados por *P. zae*, as variedades de cana-de-açúcar SP80-1816, SP80-3280 e SP87-365 comportaram-se como boas hospedeiras do nematóide e o uso de nematicidas contribuiu para aumentos médios de produtividade de 8,6 t ha<sup>-1</sup>.

A variedade SP70-1143, reconhecida como resistente a *M. javanica* (NOVARETTI et al., 1981), comportou-se como suscetível a *M. incognita* no trabalho realizado por Dinardo-Miranda et al. (1995). Um aspecto importante do controle varietal é o conhecimento preciso das espécies de nematóides que ocorrem na área, visto que o comportamento de cada variedade pode variar frente às diferentes populações de nematóides.

### 2.6.3 Controle alternativo

Trabalhos relacionados com a utilização de resíduos sobre dinâmica populacional de nematóides são escassos, embora seja de extrema importância no estabelecimento de estratégias de manejo, podendo ser eficientes nas lavouras canavieiras (ALBUQUERQUE, 2002).

Segundo Dias et al. (2000), o aumento da biodiversidade antagonista e a liberação de compostos tóxicos durante a decomposição da matéria orgânica contribuem para uma diminuição na população de *Meloidogyne*. Além disso, a matéria orgânica melhora a nutrição das plantas, aumentando a tolerância aos nematóides.

A espécie *Crotalaria spectabilis*, com reconhecido efeito antagônico sobre os nematóides, não tem mostrado bom desenvolvimento na região Nordeste, dificultando sua utilização nas pesquisas locais. Nessa região, mesmo apresentando números negativos, *C. juncea* não impediu o aumento das populações de *P. zae* (MOURA et al., 1997).

De acordo com Barros (1940 apud LORDELLO, 1973), os juvenis infestantes de *Meloidogyne* penetram nas raízes de *C. spectabilis*; porém, não sobrevivem, morrendo prematuramente.

Têm sido freqüente nos canaviais o uso da torta de filtro no sulco de plantio na época da renovação do canavial e a aplicação de vinhaça via fertirrigação. Além da incorporação de matéria orgânica, esses compostos



possuem constituições químicas significativas e altas doses de nutrientes, podendo contribuir com a melhoria nas propriedades físicas e químicas do solo, aumentando a atividade biológica (FERRAZ, 1992).

Em estudos utilizando a variedade de cana-de-açúcar SP70-1143 e *Crotalaria juncea*, durante 18 meses, foi possível observar que *C. juncea* não é hospedeira de *Pratylenchus*, sendo também má hospedeira de *M. javanica* e *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, 1940 e boa hospedeira de *Criconemella* De Grise & Loof, 1965. Santana et al. (2003), ao final do experimento, observou a presença dos ectoparasitas migradores *Helicotylenchus dihistera* Cobb, 1893 Sher, 1961, *Paratrichodorus*, *Trichodorus* e *Xiphinema* Cobb, 1913 em toda a área experimental, apresentando variações entre os tratamentos. Comparando os índices populacionais desses nematóides nas parcelas com *C. juncea*, os autores concluíram haver uma ação supressiva da cultura sobre os parasitas.

Trabalhos de rotação de cultura em campos de cana-de-açúcar mostraram que os tratamentos tiveram efeito marcante, havendo uma redução na população de nematóides. Tratamentos como amendoim mais amendoim, milho mais amendoim, milho mais milho e *Crotalaria juncea* foram os mais eficientes em termos de controle populacional, podendo ser indicados como planos de rotação de culturas para o controle de *Meloidogyne* spp. em cana-de-açúcar (MOURA, 1991).

Rosa et al. (2003) constataram em seus trabalhos que o uso de *C. juncea*, no período de um ano, reduziu drasticamente a população mista de *Meloidogyne*; porém, sem reflexos posteriores na produtividade da cana planta. Este efeito foi possível de ser observado aos 90 dias após o plantio da cana.

## REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. Anuário da Agricultura Brasileira. **Mercados e perspectivas da cana-de-açúcar**. São Paulo: FNP, 2005. p. 261-277.

AGRIANUAL. Anuário da Agricultura Brasileira. **Mercados e perspectivas da cana-de-açúcar**. São Paulo: FNP, 2006. p. 227-248.

ALBUQUERQUE, P.H.S.; PEDROSA, E.M.R.; MOURA, R.M. Relações nematóides-hospedeiro em solo infestado por *Meloidogyne* spp. e tratado com torta de filtro e vinhaça. **Nematologia Brasileira**, v. 26, n. 1, p. 27-34, 2002.

ALCOPAR. Associação de Produtores de Álcool e Açúcar do Estado do Paraná. Disponível em: <<http://www.alcopar.org.br/index.htm>>. Acesso em: 25 nov. 2006.

ALONSO, O.; ALBUQUERQUE, F.C.; GERALDI, F.L.; PAGGIARO, C.M. Efeitos do nematicida Carbofuran em cana planta e duas soqueiras subseqüentes. **Nematologia Brasileira**, v. 11, p. 115-124, 1987.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Matriz de energia elétrica**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.asp>>. Acesso em: 25 nov. 2006.

BARROS, A.C.B.; MOURA, R.M.; PEDROSA, E.M.R. Aplicação de Terbufós no controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *Pratylenchus zeae* em cinco variedades de cana-de-açúcar no Nordeste. Parte 1 – Efeitos na Cana Planta. **Nematologia Brasileira**, v. 24, n. 1, p.73-78, 2000.

BARROS, A.L.M. Emprego e mecanização na colheita da cana-de-açúcar: diferenças regionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, SOBER, 2004, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá, 2004. p.19. CD-ROM.

BRIEGER, F.A. **Recomendações para o plantio da cana-de-açúcar**. São Paulo: Cooperativa Oeste do Estado de São Paulo, 1962. (Boletim n.10).

CARVALHO, E.P. Demanda externa de etanol. In: SEMINÁRIO ÁLCOOL POTENCIAL DE DIVISAS E EMPREGO, 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: BNDES, 2003. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/conhecimento/publicacoes/catalogo/s\\_alcool.asp](http://www.bndes.gov.br/conhecimento/publicacoes/catalogo/s_alcool.asp)>. Acesso em: 25 nov. 2006.

CESNIK, R., MIOCQUE, J. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 307p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Primeiro levantamento maio de 2005**: avaliação da safra agrícola de cana de açúcar, 2005/2006. Brasília, DF, 2005a.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Terceiro levantamento dezembro de 2005**: avaliação da safra agrícola de cana-de-açúcar. Brasília, DF, 2005b.

DIAS, C.R.; EZEQUIEL, D.P.; SCHWAN, A.V.; FERRAZ, S. Efeito da adubação a base de esterco de galinha poedeira sobre a população de *Meloidogyne incognita* no solo. **Nematologia Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 59-63, 2000.

DINARDO-MIRANDA, L.L. Efeito de carbofuran sobre a cana-de-açúcar infestada ou não por nematóides. **Summa Phytopathologica**, v. 27, n. 4, p. 436-438, 2001.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; FERRAZ, L.C.C.B. Patogenicidade de *Pratylenchus brachyurus* e *P. zae* a duas variedades de cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 9-16, 1991.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; GARCIA, W. Efeito da época de aplicação de nematicida em soqueira de cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 177-180, 2002.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; GARCIA, V.; JACON, J.J.; COELHO, A.L. Efeitos da interação entre nematicida e herbicida em cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 197-203, 2001.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; GIL, M.A.; GARCIA, V.; COELHO, A.L. Atividade de variedades de cana-de-açúcar em plantio de ano com nematicidas em área infestada por *Pratylenchus zae*. **Nematologia Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 23-26, 2004.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; GIL, M.A.; MENEGATTI, C.C. Danos causados por nematóide a variedades de cana-de-açúcar em cana planta. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 69-73, 2003.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; NOVARETTI, W.R.T.; MORELLI, J.L.; NELLI, E.J. Comportamento de variedades de cana-de-açúcar em relação à *Meloidogyne javanica*, em condições de campo. **Nematologia Brasileira**, v. 19, n. 1-2, p. 60-66, 1995.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Gestão Territorial da ABAG/RP**. Disponível em: <<http://www.abagr.p.cnpm.embrapa.br/areas/agricultura.htm>>. Acesso em: 7. fev. 2007.

FERRAZ, L.C.C.B. Métodos alternativos de controle de fitonematóides. **Informe Agropecuário**, v. 16, n. 172, p. 23-26, 1992.

IAC. Instituto Agronômico de Campinas. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/centros/centrocana/Historico.htm>>. Acesso em: 7 fev. 2007.

LORDELLO, L.G.E. **Nematóides das plantas cultivadas**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1973. 197p.

LORDELLO, L.G.E. **Nematóides das plantas cultivadas**. 6. ed. São Paulo: Nobel, 1981. 314p.

MOURA, R.M. Controle integrado dos nematóides da cana-de-açúcar no nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 22., 2000, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, 2000. p. 88-94.

MOURA, R.M. Dois anos de rotação de cultura em campos de cana-de-açúcar para controle da meloidoginose. **Nematologia Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 1-7, 1991.

MOURA, R.M. O gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose. Parte II. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 5, p. 281-315, 1997.

MOURA, R.M.; ALMEIDA, A.V. Estudos preliminares sobre a ocorrência de fitonematóides associados à cana-de-açúcar em áreas de baixa produtividade agrícola no estado de Pernambuco. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 5., 1981, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1981. p. 213-220.

MOURA, R.M.; LEITE, M.C.C.; LANG, W.S. Estudo sobre o parasitismo de *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 em plântulas de híbridos de *Saccharum* sp. **Sociedade Brasileira de Nematologia**, n. 5, p. 41-50, 1981.

MOURA, R.M.; MOURA, A.M.; MACEDO, M.E.A.; SILVA, E.G. Influência de três diferentes combinações de culturas sobre populações de nematóides associados à cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 75-83, 1997.

MOURA, R.M.; PEDROSA, E.M.R.; MARANHA, S.R.V.L.; MOURA, A.M.; MACEDO, M.E.A.; SILVA, E.G. Nematóides associados à cana-de-açúcar no estado do Pernambuco, Brasil. **Nematologia Brasileira**, v. 23, n. 4, p. 92-99, 1999.

MOURA, R.M.; RÉGIS, E.M.O.; MOURA, A.M. Espécies e raças de *Meloidogyne* assinaladas em cana-de-açúcar no Estado de Rio Grande do Norte, Brasil. **Nematologia Brasileira**, v.14, p. 33-38, 1990.

NOE, J.P.; SASSER, J.N.; IMBRIANI, J.L. Maximizing the potential of cropping systems for nematode management. **Journal of Nematology**, n. 23, p. 353-361, 1991.

NOVARETTI, W.R.T.; CARDERÁN, J.O.; CARPANEZI, A.; RODRIGUES, J.C.S. Comportamento de três variedades de cana-de-açúcar em relação ao nematóide das lesões das raízes *Pratylenchus zeae* GRAHAM, 1951. **Nematologia Brasileira**, v. 12, p. 110-120, 1988.

NOVARETTI, W.R.T.; CARDERÁN, J.O.; TOTINO, L.C. Efeito fitotóxico do EDB em cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v. 9, p. 153-160, 1985.

NOVARETTI, W.R.T. Efeito de fitonematóides na produção de cana-de-açúcar e o controle. In. CONGRESSO INTERNACIONAL DE NEMATOLOGIA TROPICAL, 1995, Rio Quente. **Anais...** Rio Quente, 1995. p. 461-491.

NOVARETTI, W.R.T.; LORDELLO, L.G.E.; NELLI, E.J.; CARDERÁN, J.O. Viabilidade econômica do nematicida Carbofuran na cultura da cana-de-açúcar – cana de segundo corte. **Sociedade Brasileira de Nematologia**, n. 4, p. 179-197, 1980.

NOVARETTI, W.R.T.; MONTEIRO, A.; FERRAZ, L.C.B. Controle químico de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zeae* em cana-de-açúcar com carbofuran e terbufós. **Nematologia Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 60-73, 1998.

NOVARETTI, W.R.T.; MORELLI, J.L.; CARDERÁN, J.O.; NELLI, E.J. Controle de nematóides em cana-de-açúcar em diferentes espaçamentos de plantio. **Nematologia Brasileira**, v. 14, p. 79-87, 1990.

NOVARETTI, W.R.T.; NELLI, E.J.; CARDERÁN, J.O. Testes de novos nematicidas em cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v. 9, p. 123-133, 1995.

NOVARETTI, W.R.T.; NUNES, J.R.D.; NELLI, E.J. Comportamento de clones e variedades comerciais em relação ao nematóide *Meloidogyne javanica*. **Reunião Brasileira de Nematologia**, Londrina, n. 5, p. 27, 1981.

NOVARETTI, W.R.T.; ROCCIA, A.O.; LORDELLO, L.G.E.; MONTEIRO, A.R. Contribuição ao estudo dos nematóides que parasitam a cana-de-açúcar em São Paulo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 1., 1974, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1974. p. 27-32.

NOVARETTI, W.R.T.; WENIG FILHO, G. Controle químico de nematóides em cana-de-açúcar. **Sociedade Brasileira de Nematologia**, n. 2, p. 153-156, 1977.

PROCOPIO, S.O.; SILVA, A.A.; VARGAS, L. Manejo e controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Eds.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 394-452.

RONDON, P.P.; BERNAL, R.A.; MAGO, P.N. Control químico de nematodos fitoparasitos en caña de azucar. **Nematropica**, v. 10, n. 2, p. 107-111, 1980.

ROSA, R.C.T.; MOURA, R.M.; PEDROSA, E.M.R.; CHAVES, A. Ocorrência de *Rotylenchulus reniformis* em cana-de-açúcar no Brasil. **Nematropica**, v. 27, n. 1, p. 93-95, 2003.

SANTANA, A.A.D.; MOURA, R.M.; PEDROSA, E.M.R. Efeito da rotação com cana-de-açúcar e *Crotalaria juncea* sobre populações de nematóides parasitos do Inhame-da-costa. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 13-16, 2003.

SCARAMUCCI, J.A. Revolução no canavial. **Revista Pesquisa Fapesp**, v. 122, p. 2-6, 2006.

SEAB. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/seab/aspectos/cana.shtml>>. Acesso em: 8 fev. 2007.

SEGATO, S.V.; MATTIUZ, C.F.M.; MOZANBANI, A.E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. (Org.) **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Livrocere, 2006. 415p.

SEINHORST, J.W. Dynamics of populations of plant parasitic nematodes. **Annual Review of Phytopathology**, n. 8, p. 131-156, 1970.

SPAULL, V.W.; CADET, P. Nematode parasites of sugarcane. In: LUC, M.; SIKORA, R.A.; BRIDGE, J. (Eds.) **Plant parasitic nematodes in subtropical agriculture**. Wallingford: C.A.B. International Institute of Parasitology, 1990. p. 461-491.

TOKESHI, H.; RAGO, A. Doenças da cana-de-açúcar (híbridos de *Saccharum* spp.) In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p.185-196.

ÚNICA. União da Agroindústria Canavieira de São Paulo. **Relatório de acompanhamento de safra**. São Paulo, 2005.

VIDAL, M.F.; SANTOS, J.A.N.; SANTOS, M.A. Setor Sucroalcooleiro no Nordeste Brasileiro: Estruturação da cadeia produtiva, produção e mercado. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL – SOBER, 45., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Unifor, 2006.

**CAPÍTULO I**  
**NEMATÓIDES ASSOCIADOS À CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**  
**(*Saccharum* spp.) NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ**

**RESUMO.** Com o objetivo de identificar e quantificar os gêneros dos fitonematóides em cana-de-açúcar, foi conduzido um levantamento de fitonematóides associados à cultura da cana-de-açúcar na região do Arenito, Noroeste do Estado do Paraná, compreendendo os municípios de Cidade Gaúcha, Maria Helena, Tapira, Tapejara, Cianorte, São Tomé, Cruzeiro do Oeste, Alto Piquiri, Perobal e Umuarama. Para realização do experimento, 74 amostras de 1,5 kg de solo e raízes foram coletadas na rizosfera das touceiras. O processamento das amostras ocorreu logo em seguida, utilizando 100 cm<sup>3</sup> de solo através da técnica de flotação centrífuga em solução de sacarose e para as raízes utilizou-se a técnica flotação centrífuga em solução de sacarose e clarificação. Após o processamento, as amostras foram analisadas sob microscópio estereoscópio com o auxílio da lâmina de Peters e chave taxonômica. Foram encontrados, entre os dez municípios amostrados, dez gêneros de nematóides fitoparasitos, além de nematóides de vida livre. No total de 74 amostras de solo analisadas, *Pratylenchus* sp. foi encontrado em 97,3%, *Meloidogyne* sp. e *Helicotylenchus* sp. em 62,2%, *Xiphinema* sp. em 46,0%, *Paratrichodorus* sp. e *Aphelenchus* sp. em 16,2%, *Hoplolaimus* sp. em 9,5%, *Trichodorus* sp. em 8,0% *Mesocriconema* sp. em 5,4%, *Hemicycliophora* sp. em 1,3% e nematóides de vida livre em 100% das amostras. Em raízes, *Meloidogyne* sp. apresentou em 93,2%, *Pratylenchus* sp. em 86,5% e *Helicotylenchus* sp. em 16,2%.

**Palavras-chave:** levantamento, nematóides, cana-de-açúcar.



## NEMATODES ASSOCIATED WITH SUGAR CANE (*Saccharum* spp.) IN THE NORTHWESTERN REGION OF PARANÁ STATE

**ABSTRACT.** The objectives of this study were to identify and quantify the major genera of plant parasite nematodes associated with sugar cane plantations in Northwestern Paraná State, in the counties of Cidade Gaúcha, Maria Helena, Tapira, Tapejara, Cianorte, São Tomé, Cruzeiro do Oeste, Alto Piquiri, Perobal and Umuarama. For this, it was collected 75 samples having 1.5kg of soil and roots from the plant rizosphere. The samples were processed immediately after collected, using a sub-sample of 100 cm<sup>3</sup> of soil, through of the technique of centrifugal flotação in saccharose solution. The roots were clarified after centrifugal flotação. The samples were examined in stereomicroscope microscope using the Peters's blade and the identification of genera was based on a taxonomic keys. It was verified the occurrence of *Pratylenchus* sp. in 97,3% of the samples; and also *Meloidogyne* sp. and *Helicotylenchus* sp. (62,2%); *Xiphinema* sp. (46,0%); *Paratrichodorus* sp. and *Aphelenchus* sp. (16,2%); *Hoplolaimus* sp. (9,5%); *Trichodorus* sp. (8,0%); *Mesocriconema* sp. (5,4%); *Hemicyclophora* sp. (1,3%). Free living nematodes were found in 100% of the samples.

**Keywords:** field survey, nematodes, sugar-cane.

## 1 INTRODUÇÃO

Os nematóides causam danos elevados na cultura da cana-de-açúcar no mundo inteiro (BIRCHFIELD, 1984), sendo responsáveis por cerca de 12,3% das perdas anuais (SASSER, 1989).

De acordo com Dinardo-Miranda (2005), a grandeza dos danos causados por nematóides varia em função do seu nível populacional, tipo de solo e variedade cultivada, sendo que *M. javanica* e *P. zae* causam, em média, cerca de 20 a 30% de redução de produtividade no primeiro corte de variedades suscetíveis, *M. incognita* pode ocasionar perdas ao redor de 40%. Em caso de variedades muito suscetíveis e níveis populacionais muito altos, as perdas podem chegar a 50% da produtividade somente na cana planta, devendo-se ainda, somar os danos ocorrentes nas socas subseqüentes que também são significativos, atingindo valores entre 10 e 20 t ha<sup>-1</sup> por corte reduzindo drasticamente a longevidade das soqueiras.

No Brasil, a primeira citação de nematóides parasitando cana-de-açúcar foi no estado de São Paulo, em 1962, quando foram registrados os gêneros *Helicotylenchus* e *Trichodorus* na variedade Co290 (BRIEGER, 1962).

Na região do nordeste brasileiro, a baixa produtividade na cultura da cana-de-açúcar se deve não somente a problemas climáticos, mas também aos problemas fitossanitários, entre eles está a ação patogênica dos nematóides (MOURA et al., 2000).

Na cultura da cana-de-açúcar, têm sido encontrado nematóides nas raízes e solo da rizosfera, com mais de 275 espécies de 48 gêneros já registrados, sendo os ectoparasitas os mais freqüentes e abundantes (MOURA, 1995).

A patogenicidade dos ectoparasitos, no Brasil, ainda não foi bem pesquisada, embora existam estudos mostrando associações quase permanentes entre a cultura da cana-de-açúcar e alguns nematóides, como *Helicotylenchus* Steiner, 1945, *Paratrichodorus* Siddigi, 1974, *Trichodorus* Cobb, 1913, *Tylenchorhynchus* Cobb, 1913, *Hemicycliophora* De Man, 1921,

*Xiphinema* Cobb, 1913 e *Criconemella* De Grisse & Loof, 1965 (MOURA, 2000).

Apesar da maior frequência dos nematóides ectoparasitos associados à cultura da cana-de-açúcar, nematóides endoparasitos sedentários têm sido associados aos maiores prejuízos à cultura, especialmente aqueles do gênero *Meloidogyne* (STARR; BENDEZU, 2002).

Entre as espécies encontradas associadas aos canaviais brasileiros, os nematóides das galhas *M. incognita* Kofoid & White, 1919, Chitwood, 1949, e *M. javanica* Treub, 1885, Chitwood, 1949 e o nematóide das lesões radiculares *Pratylenchus zaeae* Graham, 1951 estão entre as mais importantes (MOURA et al., 1990).

Foi realizado o primeiro levantamento de fitonematóides associados à cana-de-açúcar através do convênio ESALQ-Copersucar no período de outubro de 1970 a abril de 1973 no estado de São Paulo, que verificou-se a ocorrência do gênero *Helicotylenchus* em mais de 90% das 800 amostras coletadas (NOVARETTI et al., 1974). Ainda neste levantamento, foram constatados os seguintes gêneros: *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Xiphinema*, *Hoplolaimus* Daday, 1905, *Trichodorus*, *Tylenchorhynchus*, *Tylenchus* Bastian, 1865, *Peltamigratus*, *Aphelenchoides* Fischer, 1894, *Aphelenchus* Bastian, 1865, *Mesocriconema* Andrassy, 1965, *Ditylenchus* Filip`ev, 1936, *Helicotylenchus*, *Hemicycliophora*, *Hexatylus* Goodey, 1926 e *Anguina* Scopoli, 1977.

Considerando a importância e a expansão da cultura da cana para o estado do Paraná e a carência de trabalhos de levantamento de nematóides na região, o presente trabalho tem como objetivo levantar, identificar e quantificar a população dos gêneros de nematóides na cultura cana-de-açúcar em áreas do Arenito Caiuá, Região Noroeste do Paraná, e determinar as áreas com maior incidência de fitonematóides.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foram coletadas em áreas cultivadas com cana-de-açúcar na região do Arenito, nos Municípios de Cidade Gaúcha, Maria Helena, Tapira, Tapejara, Cianorte, São Tomé, Cruzeiro do Oeste, Alto Piquiri, Perobal e Umuarama (Figura 1A). Foram coletadas 74 amostras contendo solo e raízes de cana e, em seguida, elas foram encaminhadas para o laboratório de fitopatologia da UEM, onde foram processadas.

As coletas foram realizadas com o solo na capacidade de campo. Cada amostra composta foi constituída de 15 a 20 sub-amostras simples, dependendo do tamanho do talhão, que, em média, apresenta 15 ha.

O caminhamento foi feito em volta dos talhões adentrando 15 metros. Com o auxílio de um enxadão, foi retirada uma touceira com 15 a 20 centímetros de profundidade, estendeu-se um plástico de 1 m<sup>2</sup> no chão e sobre esse plástico foi cortado as raízes da touceira priorizando-se raízes vivas e retirado o solo aderido. As raízes foram homogeneizadas retirando, em média, 20 gramas e colocadas em um balde limpo. O solo também foi homogeneizado e retirado, em média, 200 gramas, colocando em balde de plástico separado das raízes. Em seguida, saía do talhão, percorria em média 100 metros, adentrava novamente ao talhão e retirava outra amostra de solo e raízes. Após percorrer toda a área em volta do talhão, o conteúdo dos baldes foi homogeneizado (solo e raízes), retirando uma amostra composta, compreendendo 1,5 kg de solo e 30 gramas de raízes, acondicionadas em sacos plásticos identificado com as informações da cultura, área, variedade, data e propriedade. Os sacos contendo as amostras foram acondicionados em caixas de isopor evitando aquecimento, sendo, em seguida, enviado ao laboratório para posterior processamento. Evitou-se coletar amostras em áreas com plantas daninhas, locais com depósito de calcário, com acúmulo de matéria orgânica, próximo às curvas de nível ou lugares baixos, onde, em épocas de chuvas, ocorrem depósito de água, evitando uma coleta inadequada.

No laboratório, o solo foi homogeneizado, retiraram-se duas amostras contendo um volume de 100 cm<sup>3</sup>, uma foi processada e a outra foi guardada em geladeira caso fosse preciso refazer a amostra. As raízes foram homogeneizadas retirando duas amostras contendo 10 gramas cada, uma foi processada e a outra foi armazenada em geladeira para uma possível repetição. O restante do material - solo e raízes - foi depositado em vasos de barro com capacidade para 2 kg devidamente limpos; em seguida, plantou-se duas mudas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) cv. Santa Cruz, cultivadas durante 75 dias.

Para a extração dos nematóides do solo, foram processados 100 cm<sup>3</sup>, através do método de flotação centrífuga em solução de sacarose (Jenkins, 1964). Ao final do processo, as amostras foram armazenadas e acondicionadas em pequenos vidros de filmes de pvc devidamente identificados.

Para a extração dos nematóides das raízes foi utilizado 10 g processadas pelo método de trituração e flotação centrífuga em solução de sacarose (HUSSEY; BAKER adaptado por BONETI; FERRAZ, 1981) e clarificação segundo Coolen e D'Herde 1972. As amostras foram colocadas em recipientes devidamente identificados.

Após as extrações de solo e raízes, os recipientes contendo a suspensão foram deixados em banho maria na temperatura de 60°C durante cinco minutos; em seguida, adicionou-se à solução 10 gotas de formalina 40%, objetivando matar e fixar conservando os nematóides.

Os nematóides foram identificados e quantificados com o auxílio da lâmina de Peters. Cada amostra foi homogeneizada sendo retirado 1 ml da solução e colocada em lâmina de Peters, realizando a identificação e quantificação sob microscópio ótico com aumento de dez vezes. Em seguida, retornava o conteúdo da lâmina para o vidro com a solução, limpava a lâmina com um papel macio absorvente, repetindo a operação até que fosse feito 3 leituras de cada amostra processada. Ao fim da identificação, realizou-se a média das três leituras obtendo um número de espécimes representantes de cada amostra e, quando necessário, preparou-se lâminas permanentes para observações no aumento de 400x ou 1000x. Para as identificações, utilizaram-se as chaves taxonômicas de Mai e Lyon (1975), Tihohod (1997), Freitas (1997) e Tarjan (1990).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do levantamento realizado na região Noroeste do Estado do Paraná, compreendendo 10 municípios supracitados, foi possível conhecer as populações de nematóides associados às lavouras de cana-de-açúcar. No total das 74 amostras de raízes avaliadas, os gêneros *Meloidogyne* sp. e *Pratylenchus* sp. foram constatados em 93,2 e 86,5% das amostras analisadas, respectivamente.

A Figura 1 mostra o número médio de gêneros encontrados por amostra de raízes em cada município analisado. Pode observar que o gênero *Meloidogyne* foi mais abundante em todas as regiões, a exceção dos municípios de Tapejara e Cruzeiro do Oeste, onde o gênero *Pratylenchus* apresentou maior número de espécimes, 329,0 e 328,29, respectivamente. Os gêneros de nematóides de vida livre, bem como o gênero *Helicotylenchus*, mostraram-se, quando presentes, em baixas quantidades, concordando com os dados obtidos por Moura e Almeida (1981), que nas amostras de raízes são observadas maiores populações de endoparasitas. Pode-se destacar, ainda, as altas populações de *Pratylenchus*, nos municípios de Tapejara e Cruzeiro do Oeste, e *Meloidogyne*, no município de Umuarama. Moura e Almeida (1981) relataram como elevadas as populações de *Pratylenchus* iguais ou superiores a 100 espécimes por 50 gramas de raízes. Nos municípios de Perobal, Alto piquiri, Maria Helena, Tapira, Cidade Gaúcha, São Tomé e Cianorte, os gêneros de *Meloidogyne* e *Pratylenchus*, embora inferior aos anteriores, apresentaram-se altos, segundo Moura e Almeida (1981), podendo causar perdas nas próximas safras.

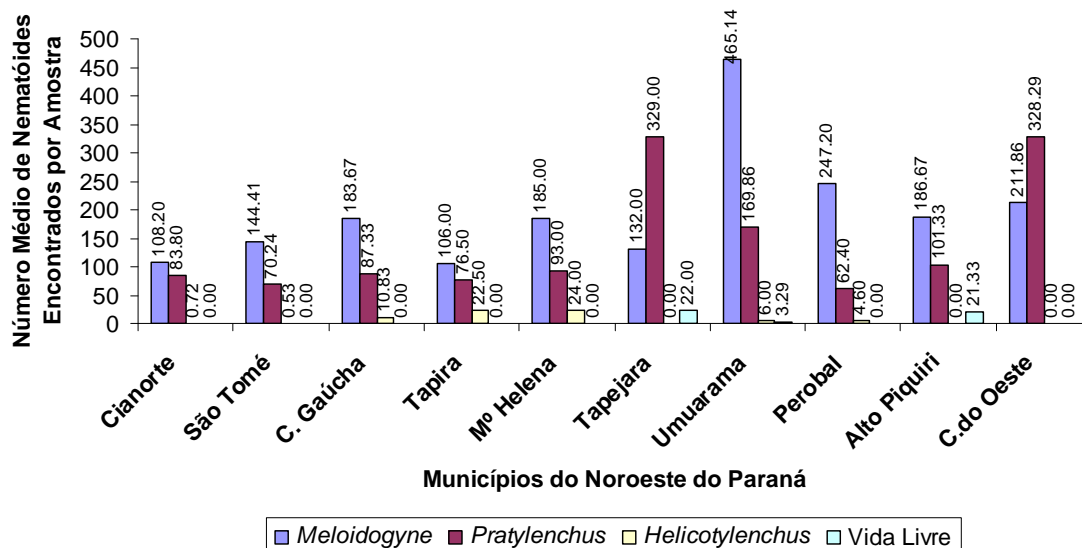


Figura 1 – Média de *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp. e nematóides de vida livre associado às raízes da cana-de-açúcar em diferentes municípios do Noroeste do Paraná.

De acordo com a Figura 2, *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp. e *Helicotylenchus* spp. foram os gêneros fitopatogênicos mais freqüentes nas amostras de solo, estando presente em 62,16, 95,95 e 63,51% respectivamente. Novaretti et al. (1990) e Moura et al. (2000) descreveram os dois primeiros gêneros como os principais nematóides na cultura da cana na região de Piracicaba, SP. O gênero *Xiphinema* sp. apareceu em 45,95% das amostras analisadas, seguidos por *Trichodorus* sp., *Paratrichodorus* sp. *Hoplolaimus* sp., *Mesocriconema* sp., *Aphelenchus* sp. e *Hemicycliofora*, em menor proporção. Nematóides de vida livre aparecem em 100% das amostras de solo analisadas. Levantamentos realizados nessas mesmas regiões apontam *M. javanica* como a espécie mais disseminada de acordo com (DINARDO-MIRANDA et al., 2003).

Em trabalhos realizados em Lousiania, por Showler et al. (1990), também foram encontrados os gêneros *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Trichodorus* e *Tylenchorhynchus* associados à cultura da cana-de-açúcar. Bridge et al. (1996) observaram, em amostras de raízes de cana e de solo coletadas em áreas de baixa produção do distrito de Corozal, em Belize, nove espécies de nematóides parasitas de plantas, sendo elas: *Criconemella sphaerocephala* Taylor, 1936, *Helicotylenchus* spp., *H. microlobus* Perry in

Perry, Darling & Thorne, 1959, *H. microcephalus* Sher, 1966, *Meloidogyne* sp., *Peltamigratus christiei* Golden e Taylor, 1956, *Pratylenchus* sp., *Rotylenchulus reniformis* Linford e Oliveira, 1940, *Tylenchorhynchus* sp.. Segundo estes autores, vários nematóides já eram conhecidos na cultura, mas não havia até o momento nenhuma associação entre estas populações e os sintomas causados na cultura.

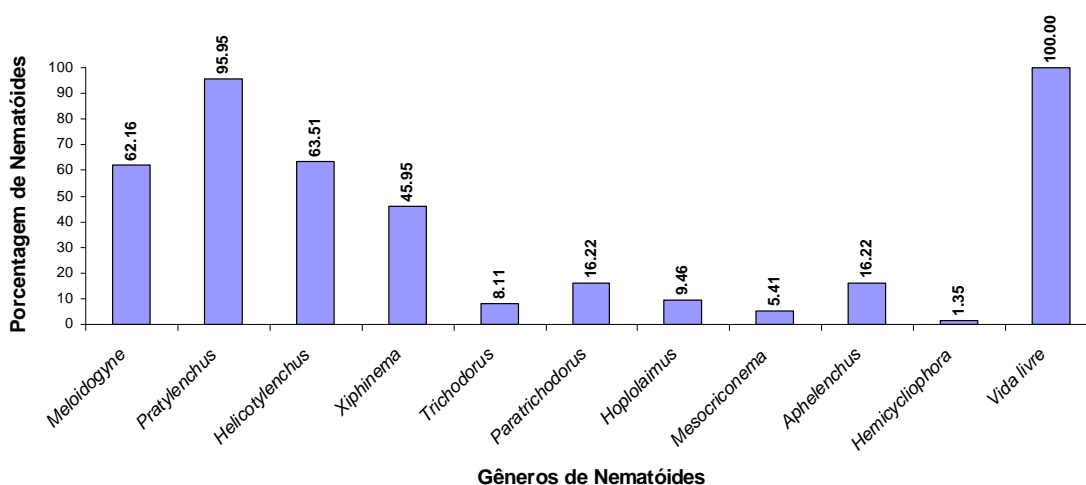


Figura 2 – Porcentagem de nematóide em 100cm<sup>3</sup> de solo da rizosfera de cana-de-açúcar no Noroeste do Paraná.

Gomes e Novaretti (1985), com o objetivo de determinar áreas canavieiras com problemas de nematóides, realizaram um levantamento na região de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, onde foram detectados os gêneros: *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Xiphinema*, *Paratrichodorus* e *Mesocriconema*, e, com menor freqüência, foram observados os gêneros *Hoplolaimus*, *Tylenchorhynchus*, *Aphelenchus*, *Xiphinema* e *Ditylenchus*. Com relação às espécies, 85% dos nematóides das lesões foram identificados *P. zaeae*, 83% dos nematóides de galhas foram descritos como *M. javanica* e, em apenas uma das áreas, foi constatado a presença da espécie *M. arenaria* Neal, 1889, Chitwood, 1949.

Em levantamento populacional de nematóide em cana-de-açúcar em cinco unidades dos Estados de Alagoas e Sergipe, observou-se índices elevados dos gêneros *Pratylenchus*, *Helicotylenchus* e *Mesocriconema*, em



contraste com baixos índices de *Meloidogyne* e *Trichodorus* (CRUZ et al., 1986).

O levantamento de nematóides nos municípios do Noroeste do Paraná, representado pela Figura 3, mostra a média de nematóides encontrados por amostras de solo na rizosfera. Populações de *Meloidogyne* encontraram-se em números médios nos municípios de Umuarama, Perobal e Tapejara, 150, 150, 146, respectivamente. Números elevados quando comparados com populações encontradas por Dinardo-Miranda (1999) que descreveu como populações elevadas 1000 nematóides por litro de solo. Nos municípios de Maria Helena, Cruzeiro do Oeste e Alto Piquiri, foram encontrados 118, 109 e 98, números ainda considerados altos de acordo com Dinardo-Miranda (1999). Nos municípios de Cidade Gaúcha, Cianorte e São Tomé, a população de *Meloidogyne* encontrava-se relativamente baixa 82, 16 e 26, respectivamente. Já e nas amostras do município de Tapira, o gênero não foi encontrado.

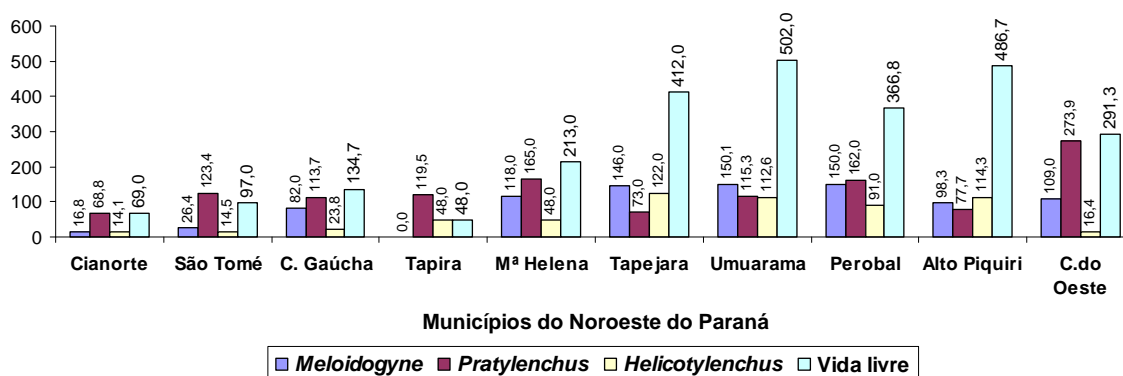


Figura 3 – Média de *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp. e nematóides de vida livre associados ao solo da rizosfera da cana-de-açúcar em diferentes municípios do Noroeste do Paraná.

Para o gênero *Pratylenchus*, no município Cruzeiro do Oeste, o número encontrado foi 273, número considerado alto de acordo com Spauill, 1981. Nos municípios de Perobal, Maria Helena, São Tomé, Cidade Gaúcha, Alto Piquiri, Cianorte, Tapira e Tapejara, este gênero foi também encontrado; no entanto, em menores quantidades, mas ainda pode causar danos (SPAULL, 1981).

Com relação ao gênero *Helicotylenchus*, os municípios de Tapejara e Alto Piquiri apresentaram populações médias de 122 e 114, respectivamente. Resultado semelhante foi encontrado por Moura et al. (1999).

Ainda em relação, aos dois gêneros descritos anteriormente, os municípios de Umuarama e Perobal apresentaram populações elevadas. Segundo Brathwaite (1976), a associação de *Pratylenchus* sp. e *Helicotylenchus* sp. acarretou um decréscimo na produtividade em diversas áreas com a cultura da cana-de-açúcar. Nos demais municípios, os números apresentaram-se baixos, mas em associação com outros gêneros fitoparasitos e em cultivares suscetíveis podem causar perdas consideráveis.

Com relação aos nematóides de vida livre, nos municípios de Umuarama, Alto Piquiri, Tapejara e Perobal, foram encontradas elevadas populações com 502, 486, 412 e 366 espécimes em 100cm<sup>3</sup> de solo, sendo um indicativo de solos com boa fauna microbiológica. Nos demais municípios, os números de nematóides, encontravam-se baixos, pressupondo que estão relacionados com cultivos sucessivos de cana e freqüente uso de produtos químicos. Segundo Moura et al. (1999), em condições de temperaturas médias e índice de precipitação pluviométrica dentro dos limites normais, a presença de nematóides de vida livre evidencia condições favoráveis aos nematóides no solo.

## 4 CONCLUSÕES

Em relação às amostras de raízes analisadas, pode-se concluir que: apesar da variação populacional, os gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus*, nos municípios onde foram amostrados, apresentaram maiores níveis populacionais.

Os solos da região Noroeste do Estado do Paraná apresentaram uma grande diversidade de nematóides fitoparasitas da cultura, destacando-se *Meloidogyne* e *Pratylenchus* por apresentarem-se amplamente distribuídos.

Levantamentos nematológicos são de grande importância a fim de se conhecer os nematóides fitoparasitas e suas populações na cultura da cana-de-açúcar, pois eles podem reduzir a produção significativamente, considerando ser uma cultura de grande importância e possuir cultivos sucessivos. Desta forma, através deles, pode-se adotar medidas de controle eficientes, tais como o uso de variedade resistente, uma vez que variedades podem ser resistentes a alguns nematóides e suscetíveis a outros.

## REFERÊNCIAS

BIRCHFIELD, W. Nematode parasites of sugar-cane. In: NICKLE, W.R. **Plant and insect nematodes**. New York: Marcel Dekker, 1984. p. 571-588.

BONETI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 553, 1981.

BRATHWAITE, C.W.D. Plant-parasitic nematodes associated with sugarcane in Barbados. **Plant Disease Reporter**, v. 60, n. 4, p. 294-295, 1976.

BRIDGE, J.; HUNT, D.J.; HUNT, P. Plant-parasitic nematodes of crops in Belize. **Nematológica**, v. 26, p. 111-119, 1996.

BRIEGER, F.A. **Recomendação para o plantio de cana-de-açúcar**. São Paulo: Cooperativa dos Usineiros do Oeste do Estado de São Paulo, 1962. (Boletim n.10)

COOLEN, W.A.; D'HERDE, C.J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent: State Agricultural Research Centre, 1972. 77 p.

CRUZ, M.M.; SILVA, S.M.S.; RIBEIRO, C.A.G. Levantamento populacional de nematóides em cana-de-açúcar em áreas de baixa produtividade nos Estados de Alagoas e Sergipe. **Nematologia Brasileira**, v. 10, p. 27-28, 1986.

DINARDO-MIRANDA, L.L. Reação de variedades de cana-de-açúcar ao parasitismo de *Meloidogyne javanica* e de *M. incognita*. **Nematologia Brasileira**, v. 23 n. 2, p. 76-83, 1999.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; GIL, M.A.; MENEGATTI, C.C. Danos causados por nematóides a variedades de cana-de-açúcar em cana planta. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 69-73, 2003.

DINARDO-MIRANDA, L.L. Manejo de nematóides em cana-de-açúcar. **Jornal cana**, Ribeirão Preto, v. 141, p. 64-67, 30 set. 2005.

FREITAS, L.G. **FIP 320**: chave para identificação de fitonematóides. 1997. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dfp/disciplinasG/fip320/ChaveNematoides/Index.html>>. Acesso em: 10 set. 2006.

GOMES, R.S.; NOVARETTI, W.R.T. Levantamento de nematóides parasitos da cana-de-açúcar na usina Bonfim. **Nematologia Brasileira**, v. 10, p. 135-141, 1985.

JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v. 48, p. 692, 1964.

MAI, W.F.; LYON, H.H. **Pictorial Key to Genera of Plant Parasitic Nematodes**. Ithaca: Cornell University Press, 1975. 219p.

MOURA, R.M. Dois anos de rotação de cultura em campos de cana-de-açúcar para controle de meloidoginose. 2. Considerações sobre o método e reflexos na produtividade agroindustrial da cana planta. **Fitopatologia Brasileira**, v. 20, p. 597-600, 1995.

MOURA, R.M. Controle integrado dos nematóides da cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 22., 2000, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, 2000. p. 88-94.

MOURA, R.M.; ALMEIDA, A.V. Estudos preliminares sobre a ocorrência de fitonematóides associados à cana-de-açúcar em áreas de baixa produtividade agrícola no estado de Pernambuco. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 5., 1981, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1981. p. 213-220. 1981.

MOURA, R.M.; PEDROSA, E.M.R.; MARANHÃ, S.R.V.L.; MACEDO, M.E.A.; MOURA, A.M.; SILVA, E.G.; LIMA, R.F. Ocorrência dos nematóides *Pratylenchus zae* e *Meloidogyne* spp. em cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 101-103, 2000.

MOURA, R.M.; PEDROSA, E.M.R.; MARANHÃ, S.R.V.L.; MOURA, A.M.; MACEDO, M.E.A.; SILVA, E.G. Nematóides associados a cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco, Brasil. **Nematologia Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 92-99, 1999.

MOURA, R.M.; REGIS, E.M.O.; MOURA, A.M. Espécies e raças de *Meloidogyne* assinaladas em cana-de-açúcar no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Nematologia Brasileira**, v. 14, n. 1, p. 33-38, 1990.

NOVARETTI, W.R.T.; MORELLI, J.L.; CARDERAN, J.O.; NELI, E.J. Controle de nematóides em cana-de-açúcar em diferentes espaçamentos de plantio. **Nematologia Brasileira**, v. 14, n. 1, p. 79-88, 1990.

NOVARETTI, W.R.T.; ROCCIA, A.O.; LORDELLO, L.G.E.; MONTEIRO, A.R. Contribuição ao estudo dos nematóides que parasitam a cana-de-açúcar em São Paulo. **Reunião de Nematologia**, Pub.1, p. 27-32, 1974.

SASSER, J.N. **Plant-parasitic nematodes**: the farmer`s hidden enemy. North Carolina: State University Graphics, 1989.

SHOWLER, A.T.; REAGAN, T.E.; SHAO, K.P. Nematode interactions with weeds and sugarcane mosaic virus in Louisiana Sugarcane. **Journal of Nematology**, v. 22, n. 1, p. 31-38, 1990.

SPAULL, V.W. Nematodes associated with sugarcane in South Africa. **Phytophylactica**, v. 13, p. 175-179, 1981.

STARR, J.J.; BENDEZU, I.F. Ectoparasitos nematodes. In: STARR, J.L.; COOK, R.; BRIDGE, J. (Eds.). **Plant Resistance to Parasitic Nematodes**. Wallingford: CABI, 2002. p. 229-239.

TIHOHOD, D. **Guia prático para a identificação de fitonematóides**. Jaboticabal: FCAV, Fapesp, 1997.

TARJAN, A.C.; ESSER, R.P.; CHANG, S.L. **Interative diagnostic key to plant parasitic, freeliving and predaceous nematodes**. 1990. Disponível em: <<http://nematode.unl.edu/nemakey.htm>>. Acesso em: 10 set. 2006.

## CAPÍTULO II

### CARACTERIZAÇÃO DE NEMATÓIDES DAS GALHAS (*Meloidogyne* spp.) EM CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ

**RESUMO.** Considerando o crescimento e a importância da cultura da cana-de-açúcar para a Região Noroeste do Estado do Paraná, os prejuízos que os nematóides, especialmente do gênero *Meloidogyne*, causam à cultura e ainda sabendo da importância de se conhecer as espécies dos nematóides de galhas presentes em canaviais da região para a adoção de práticas de manejo eficientes, o presente trabalho têm como objetivo realizar a caracterização isoenzimática de *Meloidogyne* originado de canaviais do noroeste do Paraná. Para isto foi realizado um levantamento coletando 74 amostras de solo e raízes em 10 municípios na região. As amostras de solo foram depositadas em vasos com capacidade para 2 kg e receberam duas mudas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) cv. Santa Cruz. Após 75 dias de cultivo as plantas foram coletadas e avaliadas quanto à presença de galhas de *Meloidogyne* nas raízes. Raízes com galhas foram dissecadas e as fêmeas foram retiradas e identificadas a nível de espécie usando-se a técnica de eletroforese em gel de poliacrilamida 8%. Os resultados mostraram uma maior ocorrência da espécie *Meloidogyne javanica* em relação à espécie *M. incognita*. A espécie *M. paranaensis* esteve presente apenas no município de Cianorte, em uma única amostra.

**Palavras-chaves:** levantamento, isoenzima, *Meloidogyne*.

**CHARACTERIZATION OF SPECIES ROOT-KNOT NEMATODES  
(*Meloidogyne* spp.) ASSOCIATED WITH SUGAR CANE PLANTATIONS IN  
NORTHWESTERN PARANÁ STATE**

**ABSTRACT.** The sugar cane production has expanded in the Northwestern Paraná State in last decade, having also increased the records of damages caused by root-knot nematodes. However, the major species of *Meloidogyne* associated with knot-root are not properly identified in this region. The objective of this study was to identify the major species of *Meloidogyne* associated with root-knot damagens in sugar cane in Northwestern Paraná, based on isoenzymatic characterization. For this, 74 samples of soil and roots were collected from different 10 counties. The samples were transferred to 2-kg pots with two tomato transplants (*Lycopersicon esculentum* Mill) cv. Santa Cruz. After 75 days, the tomato plants were evaluated for the presence of symptoms of *Meloidogyne* in roots (knot-root). Symptomatic roots were dissected and the females collected for isozyme analysis in 8% polyacrilamide gel. It was verified that the most frequent species was *M. javanica*. The second more frequent species was *M. incognita*. The species *M. paranaensis* was found in only one sample collected in the Cianorte County.

**Keywords:** field survey, isozyme, *Meloidogyne*.



## 1 INTRODUÇÃO

O nematóide das galhas atualmente está descrito no grande gênero *Meloidogyne*, que compreende mais de 80 espécies (CARNEIRO et al., 2000), sendo citado como principal gênero de fitonematóides causadores de perdas na agricultura (SASSER; FRECKMAN, 1986).

O primeiro registro de nematóide atacando a cultura da cana-de-açúcar foi feito por Treub, em Java, 1885, quando observou *Meloidogyne* Göeldi, 1892 parasitando raízes. Desde então, vêm provocando perdas e causando aumento constante nas populações desses fitoparasitas, principalmente, pelo contínuo plantio da cana-de-açúcar nas mesmas áreas durante 20 a 25 anos (NOVARETTI et al., 1978).

No que tange a cultura da cana-de-açúcar, diversos são os relatos de redução na produção devido à ocorrência de nematóide de galhas em áreas de cultivo. Associados a essa cultura, os nematóides têm sido estudados desde 1880 (NOVARETTI et al., 1978).

As espécies *Meloidogyne javanica* Treub, 1885 Chitwood 1949 e *M. incognita* Kofoid e White, 1919 Chitwood 1949 são consideradas importantes parasitos na cultura da cana-de-açúcar, tanto no Estado de São Paulo, como no Nordeste brasileiro. Elas causam danos ao sistema radicial, tornando-o mal desenvolvido e pouco eficiente, ocorrendo, conseqüentemente, reduções na produtividade agrícola dessas áreas (MOURA; REGIS, 1991). Associados à cana-de-açúcar, os nematóides podem provocar sensíveis reduções na produção, em reflexo do mau desenvolvimento das raízes (LORDELLO, 1981).

Os nematóides do gênero *Meloidogyne* e *Pratylenchus* são conhecidos como sendo de grande importância na cultura da cana-de-açúcar no nordeste do Brasil (MOURA; ALMEIDA, 1981).

A identificação das espécies do gênero *Meloidogyne* se torna difícil devido ao grau de similaridade; porém, diante da importância de tal gênero, é imprescindível a identificação correta para que sejam adotadas práticas de

controle adequadas, como rotação de cultura, uso de variedades resistentes, entre outras (MOURA, 1996).

Análises bioquímicas têm sido uma opção muito utilizada auxiliando a identificação de espécies de *Meloidogyne* (HYMAN, 1990). A exemplo, as análises de proteínas através do método da eletroforese em gel de poliacrilamida têm contribuído para confirmação de populações atípicas das quatro principais espécies de *Meloidogyne*. Os padrões eletroforéticos de diversas enzimas, como esterases, malato desidrogenase e  $\alpha$ -glicerofosfatodihidrogenase, são diferentes para *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* Neal, 1889 Chitwood, 1949 e *M. hapla* Chitwood, 1949 (EISENBACK et al., 1981 apud MOURA, 1996).

Trabalhos bioquímicos, desenvolvidos nos últimos anos envolvendo proteínas solúveis, demonstraram que espécies de nematóides das galhas podem ser diferenciadas a nível específico através de fenótipos enzimáticos, podendo ser obtidos através da eletroforese em géis de poliacrilamida (CARNEIRO et al., 2000).

De acordo com Bergé e Dalmasso (1975), por muitos anos, extensos estudos enzimáticos em diversos países demonstraram que, principalmente, algumas espécies de *Meloidogyne* podiam ser diferenciadas pelo fenótipo enzimático da espécie através da técnica de eletroforese em gel de poliacrilamida.

A técnica de eletroforese desenvolvida por Dalmasso e Bergé em 1987 permitiu o estudo de populações, evitando misturas e verificando linhas mono-específicas; assim, tornou-se possível usar a técnica como um método rotineiro para identificar diferentes esterases ocorridas em todo o mundo (FARGETTE, 1987b).

Carneiro e Almeida (2001) descreve a técnica de eletroforese em gel de poliacrilamida como sendo barata e simples em estudos de isoenzimas em espécies de nematóides das galhas, *Meloidogyne* spp.. A técnica permite identificação rápida e correta das espécies mais comuns de nematóides das galhas.

Mais de 300 populações de nematóides de várias regiões do mundo foram estudadas, confirmando que as esterases são as enzimas mais precisas na identificação das espécies de *Meloidogyne*. A malato desidrogenase

também é uma importante ferramenta, pois auxilia na diferenciação de espécies quando as esterases são idênticas, é o caso de *M. naasi* Franklin, 1965 e *M. exigua* Goeldi, 1887 (ESBENSHADE; TRIANTAPHYLLOU, 1990).

A caracterização eletroforética por esterase é uma ferramenta eficiente entre os mais diversos métodos para identificação (JANATI et al., 1982) e é um sistema estável e independente do estado fisiológico do nematóide ou do hospedeiro parasitado (FARGETTE, 1987a).

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar, através de eletroforese de isoenzima, espécies de *Meloidogyne* presentes em áreas de cultivo de cana-de-açúcar na região Noroeste do Paraná.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a caracterização dos nematóides do gênero *Meloidogyne* na cultura da cana-de-açúcar, foram coletadas 74 amostras de diferentes municípios da região Noroeste do Estado do Paraná, entre eles: Cidade Gaúcha, Maria Helena, Tapira, Tapejara, Cianorte, São Tomé, Cruzeiro do Oeste, Alto Piquiri, Perobal e Umuarama.

Coletou-se amostras de 1,5 kg, constituídas de solo e raízes retirados da rizosfera da touceira de cana-de-açúcar, e foram encaminhadas ao laboratório, sendo depositadas em vasos de barro com capacidade para 2 kg, identificando conforme data de coleta, talhão, propriedade e variedades de cana amostradas. Em seguida, foram transplantadas mudas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) cv. Santa Cruz e cultivadas em casa de vegetação por um período de 75 dias.

Após esse período, as raízes foram lavadas, para retirar o excesso de solo. Em seguida, foram analisadas verificando a presença de galhas. As amostras que não apresentaram esses sintomas foram descartadas. Já as raízes com ocorrência de galhas foram dissecadas com uma agulha de ponta fina sob lupa estereoscópio, retirando de cinco a dez fêmeas em fase de ovoposição, que foram colocadas em tubos de eppendorf identificados, contendo 20 µl de solução salina. Após completar 20 amostras, iniciou-se a montagem das placas de vidro. Passou-se vaselina nas extremidades laterais e inferior das placas de vidro para que não vazem. Em seguida, posicionou-se tiras de plástico em contato com a vaselina entre uma placa de vidro e outra, prendeu-se as extremidades das placas com presilhas deixando a parte superior livre, formando desta forma, um espaço no interior das placas para aplicação do gel. Posteriormente, preparam-se as soluções: solução A- pesando 8,174 g de Tris diluindo em 20 ml de água destilada ajustando o pH para 8,8, após, completou-se a solução para 30 ml utilizando água destilada; solução B- foram pesados 0,14 g de Bis-acrilamida, 4,06 g de Acrilamida e 14 ml da solução A preparada anteriormente.

Para confecção do gel de poliacrilamida 8% com espessura de 0,75 mm, utilizou-se 10 ml da solução A, 13,3 ml da solução B e 26,35 ml de água destilada e adicionou-se em um becker. Após verificar a montagem das placas de vidro, utilizando uma micro pipeta, adicionou-se junto ao becker 0,35 ml de Persulfato de Amônio 10% e 40 µl de Temed, misturando com um bastão de vidro, sendo os últimos a serem adicionados ao gel, ocorrendo, assim, o início do processo de polimerização. A aplicação do gel entre as placas de vidro é feita com uma seringa até a borda, colocando, em seguida, o pente que dará o formato dos pocinhos onde serão aplicadas as amostras. Após a polimerização do gel, retiraram-se as presilhas junto com a tira plástica da parte inferior da placa de vidro que foi fixada junto ao aparato de maneira que o gel ficasse na posição vertical em contato com a cuba superior e inferior presas com presilhas. Para preparar a solução tampão de corrida estoque, utilizou-se tris base 15 g, ácido amino acético 71 g e água destilada até completar 1 litro. Para utilizar a solução tampão, retirou-se 100 ml da solução estoque que foi misturada a 900 ml de água destilada, adicionada às cubas inferior e superior cobrindo todo o gel, em seguida, foi retirado o pente cuidadosamente sem danificar os orifícios formados.

Para aplicar no gel as amostras, utilizou-se uma pipeta de ponta fina que retirou a solução salina dos eppendorf, deixando apenas as fêmeas de nematóide. Com a mesma pipeta, adicionou-se 20,0 µl da solução extratora e, com um bastão de vidro de ponta arredondada, procedeu-se a maceração das fêmeas. Após completa maceração, com auxílio de uma seringa de ponta fina e comprida, foi aplicado o macerado nas cavidades do gel, sendo cada amostra macerada em uma determinada cavidade, deixando a última para aplicação da amostra conhecida, espécie *Meloidogyne Javanica* “amostra padrão”. Após as amostras terem sido aplicadas, o aparato foi colocado na geladeira sob temperatura de aproximadamente 6°C, de acordo com Carneiro e Almeida (2001). A voltagem utilizada foi acompanhada pela linha de migração e mantida em 90 volts. O aparelho foi desligado após 10 horas, tempo que a linha de migração chegou ao final do gel.

Após a corrida, o aparato foi desmontado e o gel retirado das placas de vidro cuidadosamente, sendo mergulhado em tampão Fosfato de sódio por 30 minutos em uma cuba de vidro. Após o tempo, a solução foi retirada e foi

adicionado 200 ml do mesmo tampão durante 5 minutos em agitação; em seguida, adicionou-se 200 mg de Fast Blue dissolvido em 10 ml de n-propanol, juntou-se 120 mg de Acetato de  $\alpha$ -naftil dissolvido em 1 ml de acetona deixando por um período de 1 hora no escuro e com agitação. Após uma hora, a solução foi retirada e adicionou-se, no mesmo recipiente, a solução descorante (ácido acético glacial, álcool etílico e água destilada) durante oito horas. Após esse período, a solução foi trocada pela solução (álcool metílico, glicerol e água destilada) com a finalidade de secar os géis. Junto a essa solução, foi colocada uma folha de papel celofane com dimensão três vezes a do gel, deixando por no mínimo duas horas. Após o período, estendeu-se a folha de papel celofane em cima de uma placa de vidro e colocou-se o gel em cima, cobrindo com a outra folha de papel, cuidando para retirar todo o ar presente entre a folha e o gel. Em seguida, deixou-se em temperatura ambiente por 48 horas e após completar a secagem recortou-se e fotografou-se. A identificação das espécies de *Meloidogyne* baseou-se no padrão isoenzimático para a enzima esterase Tihohod (1993).

O aparelho utilizado foi Modelo 250, Eletrophoresis Power Supply 20 cell de corrida horizontal. Uma população conhecida de *M. javanica*, oriunda da Embrapa/Londrina-PR, foi utilizada como amostra padrão.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, observa-se que, das 74 amostras coletadas nas regiões Noroeste do Estado do Paraná, 23 (31,08%) apresentaram resultado negativo para a presença de *Meloidogyne*, ou seja, não apresentaram galhas nas raízes do tomateiro após 75 dias de cultivo. Das 51 amostras que apresentaram galhas, a análise do fenótipo de esterase mostrou que em 34 amostras (45,95%) estava presente o nematóide *M. javanica*, enquanto *M. incognita* foi constatado em 16 amostras (21,62%) e uma das amostras apresentou resultado positivo para *M. paranaensis* (1,35%), resultado esse confirmado após a repetição da análise. Dinardo-Miranda et al. (2003), em levantamento realizado na região de Piracicaba Estado de São Paulo, apontaram *M. javanica* como a espécie mais disseminada.

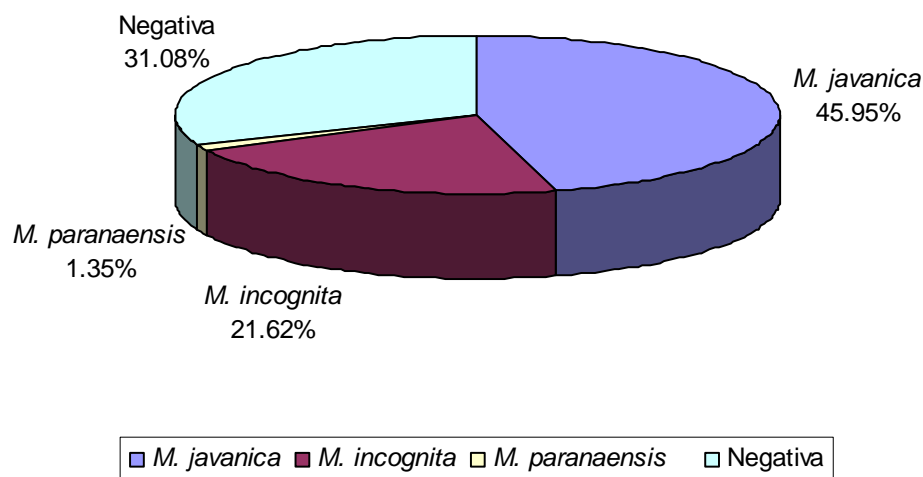


Figura 1 – Porcentagem de Espécies de *Meloidogyne* identificadas por eletroforese.

De acordo com as regiões amostradas, as espécies mostraram-se distribuídas da seguinte forma: Cidade Gaúcha apresentou quatro amostras com *M. javanica*, uma com *M. incognita* e uma amostra apresentava seu sistema radicular sadio, ou seja, não apresentava sintomas do gênero *Meloidogyne*; no

município de Tapira, em uma amostra foi detectada a espécie *M. javanica* e a outra não apresentou galhas; em Maria Helena ocorreu apenas a espécie *M. javanica*; no município de Tapejara foi encontrado apenas *M. incognita*; em Cianorte, constatou-se a ocorrência de oito amostras com *M. javanica*, nove com *M. incognita*, sete amostras não apresentaram sintomas de galhas e uma das amostras apresentou *M. paranaensis*; na região de São Tomé, obtiveram-se oito ocorrências de *M. javanica*, duas de *M. incognita* e sete amostras apresentaram resultado negativo; em Umuarama, das sete amostras coletadas, cinco apresentaram *M. javanica* e em duas não se detectou a presença de *Meloidogyne*; na região de Alto Piquiri, uma amostra apresentou *M. javanica*, uma *M. incognita* e uma não apresentou galhas; no município de Perobal, duas amostras apresentaram padrão positivo para *M. javanica*, uma para *M. incognita* e duas não apresentaram galhas; por último, no município de Cruzeiro do Oeste, obtiveram-se quatro amostras de *M. javanica*, uma de *M. incognita* e duas amostras não tiveram sintomas de galhas.

Foram coletadas 74 amostras de onze diferentes variedades de cana-de-açúcar: RB72454, RB855113, RB 845210, RB835486, RB867515, RB835089, RB835054, RB845227, RB845239, SP80-1842 e PO88-62. Quanto a representatividade, a variedade mais cultivada foi RB72454, ocupando 46% das áreas, seguida por RB835486, RB845210 e RB855113, com 14,9, 9,5 e 6,7%, respectivamente. As variedades RB867515, RB835089 e SP80-1842 representaram 5,4% e as demais representaram 1,35%. As variedades RB72454, RB855113, RB845210, RB835486, RB835089, RB835054, PO88-62 e SP80-1842 são consideradas variedades suscetíveis aos nematóides de galhas, enquanto as variedades RB867515 e RB845257 são consideradas intermediárias (UFSCAR, 2007). A variedade RB72454, mais cultivada nas áreas de coleta, segundo Moura et al. (1999), Dinardo-Miranda (1999), Dinardo-Miranda et al. (1995) e Novaretti et al. (1998), é a mais suscetível entre as cultivadas na região. Entre as 34 amostras de solo retiradas na rizosfera da variedade RB72454, 32,3% apresentaram *M. javanica*, 29% *M. incognita* e 2,9% *M. paranaensis*.

Para a variedade RB835486, *M. javanica* foi constatado em 63,6% das amostras, *M. incognita* em 11,1 e 27,3% apresentaram resultado negativo para o gênero *Meloidogyne*. Tais nematóides têm sido associados com a redução na produção dessa variedade. De acordo com Dinardo-Miranda (2001), o controle



de *M. incognita* pela aplicação de carbofuran promoveu um aumento de aproximadamente 40 t ha<sup>-1</sup> na produtividade da variedade RB835486, o mesmo foi observado para as variedades RB72454 e RB845257. Resultados semelhantes foram observados para *M. javanica*, cujo controle contribuiu para um acréscimo de 20 a 30% na produção.

Para a variedade RB845210, das sete áreas de cultivo amostradas, *M. javanica* e *M. incognita* foram detectadas em 42,8 e 14,4% das amostras, respectivamente, e em 42,8% não ocorreu infecção por nematóides do gênero *Meloidogyne*. Resultados semelhantes foram observados para as variedades RB855113, RB867515, RB835089, SP80-1842, RB835054, RB845257, RB845239 e PO88-62 e, ainda, em um talhão com misturas de variedades nos quais *M. javanica* foi o nematóide que prevaleceu.

Espécies de *Meloidogyne* foram identificadas através da técnica de eletroforese, conforme a Figura 2 em que os resultados apresentaram fenótipo esterase para *Meloidogyne incognita* (I), *M. javanica* (J) e *M. paranaensis* (P), tendo como amostra controle também *M. javanica* (C). Estando, desta forma, de acordo com resultados apresentados por Carneiro et al. (2000).

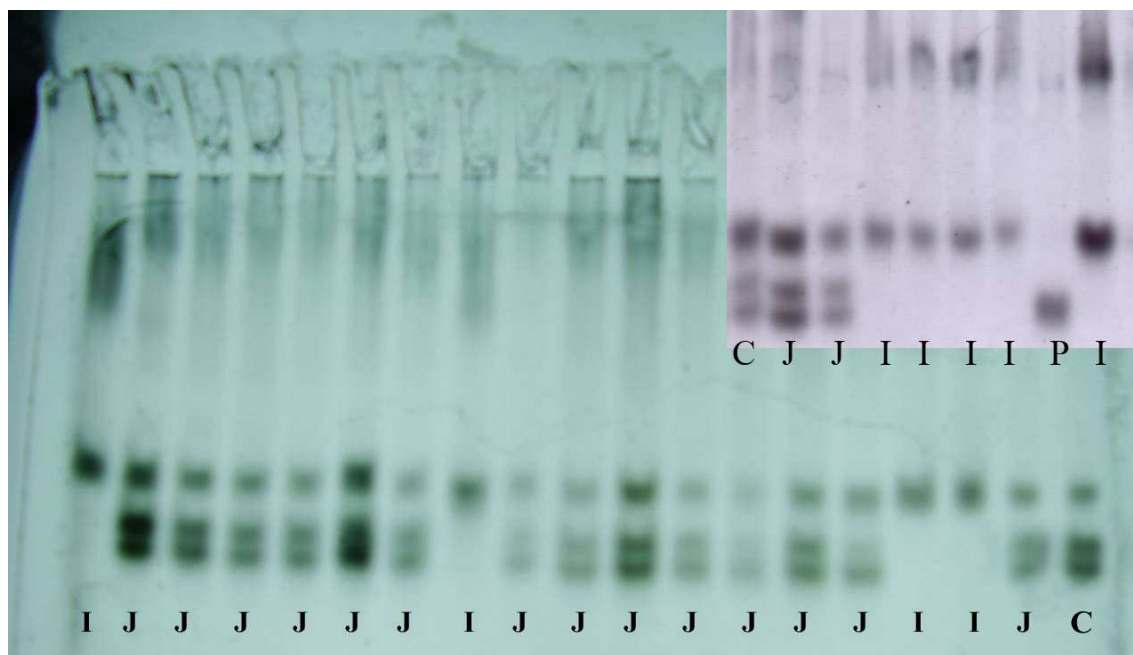


Figura 2 – Gel de Poliacrilamida 8% apresentando fenótipos de isoenzimas de espécies de *Meloidogyne*: (I) *M. incognita*; (J) *M. javanica*; (P) *M. paranaensis*; (C) Amostra controle.

A importância da eletroforese para identificação de espécies de *Meloidogyne* já foi evidenciada em outras culturas, tais como café (*Coffea arabica*) por Oliveira et al. (2005; 2006) e Castro et al. (2003, 2004), tomate (*Lycopersicon esculentum*) por Carneiro et al. (1996), Dalmaso e Berge (1978), Dickson et al. (1971) e em espécies florestais (palmeiras, arbustos e herbáceas) por Lima et al. (2005).

Atualmente, existem cerca de oitenta espécies de *Meloidogyne* descritas nas mais diversas culturas. A identificação correta das espécies é fundamental para a realização de testes de resistência em programas de melhoramento vegetal, como também para escolha de medidas de controle mais adaptadas a cada situação. A técnica de eletroforese é de grande importância para caracterização de diferentes espécies de *Meloidogyne*, que utiliza-se a esterase, enzima altamente polimórfica (CARNEIRO et al., 2000). Estudos intensivos durante os últimos 20 anos com fenótipos de enzimas, especialmente as esterases específicas para *Meloidogyne*, podem ser usados como caráter taxonômico de confiança na identificação de diversas espécies do gênero (ESBENSHADE; TRIANTAPHYLLOU, 1990).

## 4 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados da eletroforese, foi constatada a presença das espécies *M. javanica*, *M. incognita* e *M. paranaensis*. *M. javanica* apresentou maior número de amostras, 34, sendo a espécie mais presente na cultura da cana-de-açúcar nas regiões amostradas, seguido pelas espécies *M. incognita*, 16 amostras, e *M. paranaensis* com 1 amostra.

Entre as amostras analisadas, foi constatada a ocorrência de *M. paranaensis* sendo o primeiro relato no Brasil.

## REFERÊNCIAS

- CARNEIRO, R.M.D.G.; ALMEIDA, M.R.A.; QUÉNÉHERVÉ, P. Enzyme phenotypes of *Meloidogyne* spp. populations. **Nematology**, v. 2, n. 6, p. 645-654, 2000.
- CARNEIRO, R.M.D.G.; ALMEIDA, M.R.A. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematóides de galhas para identificação de espécies. **Nematologia Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 35-44, 2001.
- CARNEIRO, R.M.D.G.; CARNEIRO, R.G.; ABRANTES, I.O.M.; SANTOS, M.S.N.A.; ALMEIDA, M.R.A. *Meloidogyne paranaensis* n.sp. (Nemata: Meloidogynidae), A root-knot Nematode parasitizing *Coffe* in Brazil. **Journal of Nematology**, v. 28, n. 2, p. 177-189, 1996.
- CASTRO, J.M.C.; CAMPOS, V.P.; DUTRA, M.R. Ocorrência de *Meloidogyne Coffeicola* em Cafeeiros do Município de Coromandel, Região do Alto Paranaíba em Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 227, 2004.
- CASTRO, J.M.C.; CAMPOS, V.P.; NAVES, R.L. Ocorrência de *Meloidogyne* em cafeeiros na Região do Alto Paranaíba em Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 5, p. 565, 2003.
- DALMASSO, A.; BERGE, J.B. Molecular Polymorphism and Phylogenetic Relationship in some *Meloidogyne* spp.: Application to the taxonomy of *Meloidogyne*. **Journal of Nematology**, v. 10, n. 4, p. 323-332, 1978.
- DICKSON, D.W.; HUISINGH, D.; SASSER, J.N. Dehydrogenases Acid and Alkaline phosphatases, and Esterases for chemotaxonomy of selected *Meloidogyne*, *Ditylenchus*, *Heterodera* and *Aphelenchus* spp. **Journal of Nematology**, v. 3, n. 1, p. 1-16, 1971.
- DINARDO-MIRANDA, L.L. Efeito de carbofuran sobre a cana-de-açúcar infestada ou não por nematóides. **Summa Phytopathologica**, v. 27, n. 4, p. 436-438, 2001.
- DINARDO-MIRANDA, L.L. Reação de variedades de cana-de-açúcar ao parasitismo de *Meloidogyne javanica* e de *M. incognita*. **Nematologia Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 76-83, 1999.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; GIL, M.A.; MENEGATTI, C.C. Danos causados por nematóide a variedades de cana-de-açúcar em cana planta. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 69-73, 2003.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; NOVARETTI, W.R.T.; MORELLI, J.L.; NELLI, E.J. Comportamento de variedades de cana-de-açúcar em relação à *Meloidogyne javanica*, em condições de campo. **Nematologia Brasileira**, v. 19, n. 1-2, p. 60-66, 1995.

ESBENSHADE, P.R.; TRIANTAPHYLLOU, A.C. Isoenzyme phenotypes for the identification of *Meloidogyne* species. **Journal of Nematology**, v. 22, n. 1, p. 10-15, 1990.

FARGETTE, M. Use of the esterase phenotype in the taxonomy of the genus *Meloidogyne*. 1. Estability of the esterase phenotype. **Revue Nématologie**, v. 10, n. 1, p. 45-56, 1987a.

FARGETTE, M. Use of the esterase phenotype in the taxonomy of the genus *Meloidogyne*. 2. Esterase phenotypes observed in West African populations and their characterization. **Revue Nématologie**, v. 10, n. 1, p. 45-56, 1987b.

HYMAN, R.S. Molecular diagnosis of *Meloidogyne* species. **Journal of Nematology**, v. 22, p. 24-30, 1990.

JANATI, A.; BERGE, J.B.; TRIANTAPHYLLOU, A.C.; DALMASSO, A. Nouvelles données sur l'utilisation des isoestérases pour l'identification des *Meloidogyne*. **Revue Nématologie**, v. 5, n. 1, p. 147-154, 1982.

LIMA, I.M.; SOUZA, R.M.; SILVA, C.P.; CARNEIRO, R.M.D.G. *Meloidogyne* spp. from Preserved Areas of Atlantic Forest in the State of Rio de Janeiro, Brazil. **Nematologia Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 31-38, 2005.

LORDELLO, L.G.E. **Nematóides das plantas cultivadas**. 6. ed. São Paulo: Nobel, 1981. 314p.

MOURA, R.M. Gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose. parte I. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 4, p. 209-244, 1996.

MOURA, R.M.; ALMEIDA, A.V. Estudos preliminares sobre a ocorrência de fitonematóides associados à cana de açúcar em áreas de baixa produtividade agrícola no Estado de Pernambuco. **Sociedade Brasileira de Nematologia**, n. 5, p. 213-220, 1981.

MOURA, R.M.; PEDROSA, E.M.V.; MARANHA, S.R.V.L.; MOURA, A.M.; MACEDO, M.E.A.; SILVA, E.G. Nematóides associados a cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco, Brasil. **Nematologia Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 92-99, 1999.

MOURA, R.M.; RÉGIS, E.M.O. Interações entre a meloidoginose da cana-de-açúcar e deficiências minerais observadas através de biotestes. **Nematologia Brasileira**, v. 15, n. 2, p. 179-189, 1991.

NOVARETTI, W.R.T.; LORDELLO, L.G.E.; NELLI, E.J.; WENING FILHO, G. Viabilidade econômica do nematicida Carbofuran na cultura da cana-de-açúcar. **Sociedade Brasileira de Nematologia**, n. 3, p. 117-131, 1978.

NOVARETTI, W.R.T.; MONTEIRO, A.R.; FERRAZ, L.C.C.B. Controle químico de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zea* em cana-de-açúcar com carbofuran e terbufós. **Nematologia Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 60-74, 1998.

OLIVEIRA, D.S.; OLIVEIRA, R.D.L.; FREITAS, L.G.; SILVA, R.V. Variability of *Meloidogyne exigua* on *Coffee* in the Zona da Mata of Minas Gerais State, Brazil. **Journal of Nematology**, v. 37, n. 3, p. 323-327, 2005.

OLIVEIRA, D.S.; OLIVEIRA, R.D.L.; GONÇALVES, W. Fenótipo S1 em *Meloidogyne incognita* no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 207, 2006.

REGIS, E.M.O.; MOURA, R.M. Efeito conjunto da Meloidoginose e do raquitismo da soqueira em cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v. 13, p. 119-128, 1989.

SASSER, J.N. Root-knot nematodes: a global menace to crop production. **Plant Disease**, v. 64, p. 36-41, 1980.

SASSER, J.N.; FRECKMAN, D.W. A world perspective on nematology: the role of the society. In: VEECH, J.A; DICKSON, D.W. (Eds.). **Vistas on nematology**. Hyattsville: MD Society of Nematologists, 1986. p. 7-14.

TIHOHOD, D. **Nematologia Agrícola Aplicada**. Jaboticabal: Funep, 1993. 372p.

UFSCAR. Universidade Federal de São Carlos. **Variedades de cana**. Disponível em: <<http://www.coplana.com/gxpsites/hgxpp001.aspx?1,5,312,O,P,0>>. Acesso em: 26 jan. 2007.

## **APÊNDICE**

**APÊNDICE A**  
**CAPÍTULO I**



Tabela 1A – Número de indivíduos de cada gênero de nematóide encontrado em amostras de solo na cultura da cana-de-açúcar na região Noroeste do Paraná.

Amostra	Local				Número de cortes	Variedade	Solo <sup>a</sup>									Vida livre
	Município	Textura do solo	Cultura anterior				<i>Meloidogyne</i>	<i>Pratylenchus</i>	<i>Helicotylenchus</i>	<i>Xiphinema</i>	<i>Trichodorus</i>	<i>Paratrichoidorus</i>	<i>Hoplolaimus</i>	<i>Mesocriconema</i>	<i>Aphelenchus</i>	
01	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	42	83	-	-	-	-	-	-	-	-	45
02	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	39	63	-	-	-	-	-	-	-	-	41
03	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	-	44	-	-	-	-	-	-	-	-	48
04	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	-	28	12	-	-	-	-	-	-	-	60
05	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	-	41	21	21	-	-	-	-	-	-	41
06	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	24	156	88	-	-	-	-	-	-	-	155
07	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	41	26	-	22	-	-	-	-	-	-	44
08	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	11	58	-	-	-	-	11	-	-	-	122
09	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	21	23	17	-	-	-	-	-	-	-	39
10	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	-	30	24	-	-	-	-	-	-	-	99
11	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	-	168	25	25	-	-	-	-	-	-	141
12	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	48	150	43	-	-	-	-	-	-	-	76
13	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40
14	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	-	159	40	-	-	-	-	-	-	-	64
15	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	38	49	-	-	-	-	-	-	-	-	41
16	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	-	42	20	-	-	-	-	-	-	-	52
17	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	-	51	-	-	-	-	-	-	-	-	73
18	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	22	76	-	-	-	-	-	-	-	-	92
19	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB867515	-	44	-	-	-	-	-	-	-	-	63
20	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	23	107	-	-	-	-	-	-	-	-	114
21	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	28	43	-	-	-	-	-	-	-	-	63
22	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	18	23	-	-	-	-	-	-	-	-	61
23	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	20	67	21	17	-	-	16	-	-	-	49
24	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB867515	-	122	42	-	-	-	19	-	-	-	59
25	Cianorte	Arenosa	Cana	2 <sup>o</sup>	RB72454	-	67	-	-	-	-	-	-	-	-	42

Tabela 1A, Cont.

26	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB845210	46	184	-	-	-	-	-	-	-	-	41
27	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB845210	-	69	-	12	-	-	-	-	-	-	44
28	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB845210	-	78	40	-	20	-	-	-	-	-	100
29	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB845210	37	22	-	-	-	-	-	-	-	-	43
30	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB855113	20	117	-	21	-	-	-	-	-	-	61
31	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB855113	48	77	-	-	-	-	-	-	-	-	9
32	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB855113	87	124	-	22	-	-	-	-	-	-	191
33	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB855113	67	261	22	-	-	-	-	-	-	-	108
34	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB855113	-	362	22	-	-	-	21	-	-	-	179
35	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	SP801842	13	356	-	-	-	-	-	-	-	-	117
36	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	SP801842	26	48	24	25	-	-	-	-	-	-	172
37	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	SP801842	63	17	11	-	-	-	-	-	-	-	46
38	São Tomé	Arenosa	Cana	4º	VARIAS	-	82	80	24	-	-	-	-	-	-	196
39	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	SP801842	20	104	25	-	-	-	43	-	-	-	118
40	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB845210	-	84	23	21	-	-	-	-	-	-	84
41	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB845210	22	65	-	22	-	-	-	-	-	-	90
42	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB845210	-	48	-	23	-	-	-	-	-	-	50
43	C. Gaúcha	Arenosa	Cana	8º	RB835054	-	188	24	-	-	-	-	-	-	-	24
44	C. Gaúcha	Arenosa	Cana	8º	RB845089	-	119	24	24	-	-	-	-	-	-	166
45	C. Gaúcha	Arenosa	Cana	8º	RB845257	-	119	-	24	-	-	-	-	-	-	24
46	C. Gaúcha	Arenosa	Cana	8º	RB845239	111	89	-	-	-	-	-	-	-	-	111
47	C. Gaúcha	Arenosa	Cana	6º	RB835089	158	68	45	45	-	23	-	-	-	-	359
48	C. Gaúcha	Arenosa	Cana	6º	RB835089	223	99	50	25	-	25	-	-	-	-	124
49	Tapira	Arenosa	Cana	6º	RB72454	-	191	72	24	-	-	-	-	-	-	72
50	Tapira	Arenosa	Cana	6º	RB72454	-	48	24	48	-	-	-	-	-	-	24
51	Mº Helena	Arenosa	Cana	5º	RB845057	118	165	48	-	-	-	-	-	-	-	213
52	Tapejara	Arenosa	Cana	6º	RB835089	146	73	122	-	-	73	-	-	-	-	412
53	Umuarama	Arenosa	Cana	6º	RB835486	310	166	104	62	-	21	-	-	42	-	702
54	Umuarama	Arenosa	Cana	6º	RB835486	131	153	109	22	-	44	-	-	44	-	500
55	Umuarama	Arenosa	Cana	6º	RB835486	97	73	49	-	-	-	-	-	-	-	241
56	Umuarama	Arenosa	Cana	6º	RB835486	153	96	115	39	39	-	-	-	58	-	517
57	Umuarama	Arenosa	Cana	6º	RB835486	157	59	118	59	40	-	-	-	40	-	431
58	Umuarama	Arenosa	Cana	6º	RB835486	72	108	54	72	72	-	-	36	36	-	450
59	Umuarama	Arenosa	Cana	6º	RB835486	131	152	239	-	-	109	-	22	22	-	673

Tabela 1A, Cont.

60	Perobal	Arenosa	Cana	8°	RB72454	564	292	20	20	59	98	20	-	-	-	467
61	Perobal	Arenosa	Cana	8°	RB72454	79	235	40	59	20	-	20	-	20	-	157
62	Perobal	Arenosa	Cana	8°	RB72454	84	210	231	63	-	42	-	-	42	23	545
63	Perobal	Arenosa	Pastagem	6°	RB72454	23	-	115	-	-	23	-	-	23	-	229
64	Perobal	Arenosa	Pastagem	6°	RB72454	-	73	49	-	-	-	-	-	49	-	436
65	Alto Piquiri	Arenosa	Cana	6°	RB835486	65	49	114	17	-	17	33	-	-	-	227
66	Alto Piquiri	Arenosa	Cana	6°	RB835486	230	184	207	46	-	-	46	-	70	-	667
67	Alto Piquiri	Arenosa	Pastagem	1°	RB835486	-	-	22	22	-	-	-	-	22	-	566
68	C.do Oeste	Arenosa	Cana	1°	RB72454	-	151	22	-	-	-	-	-	-	-	408
69	C.do Oeste	Arenosa	Cana	5°	PO8862	-	190	24	72	-	24	-	-	-	-	498
70	C.do Oeste	Arenosa	Cana	5°	RB72454	-	525	23	23	-	-	-	-	-	-	137
71	C.do Oeste	Arenosa	Cana	5°	RB72454	544	159	-	114	-	-	-	-	-	-	114
72	C.do Oeste	Arenosa	Cana	5°	RB72454	174	396	-	50	-	25	-	-	-	-	124
73	C.do Oeste	Arenosa	Cana	1°	RB867515	45	245	23	23	-	-	-	-	-	-	378
74	C.do Oeste	Arenosa	pastagem	1°	RB72454	-	251	23	23	-	-	-	-	-	-	380

<sup>a</sup>=100 cm<sup>3</sup> de solo

Tabela 2A – Número de indivíduos de cada gênero de nematóide encontrado em amostras de raízes na cultura da cana-de-açúcar na região Noroeste do Paraná.

Amostra	Local			Número de cortes	Variedade	Raízes <sup>b</sup>			
	Município	Textura do solo	Cultura anterior			<i>Meloidogyne</i>	<i>Pratylenchus</i>	<i>Helicotylenchus</i>	Vida livre
01	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	112	196	-	-
02	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	88	127	-	-
03	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	221	169	-	-
04	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	82	187	-	-
05	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	124	89	9	-
06	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	86	97	-	-
07	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	197	69	-	-
08	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	81	234	-	-
09	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	247	107	-	-
10	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	75	198	-	-
11	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	49	87	-	-
12	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	276	73	-	-
13	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	90	-	-	-
14	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	-	112	-	-
15	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	127	37	-	-
16	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	147	28	-	-
17	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	62	27	-	-
18	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	98	49	-	-
19	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB867515	164	23	-	-
20	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	39	56	-	-
21	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	87	29	-	-
22	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	144	11	-	-
23	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	109	32	-	-
24	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB867515	-	41	9	-
25	Cianorte	Arenosa	Cana	2º	RB72454	-	17	-	-

Tabela 2A, Cont.

26	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB845210	148	75	-	-
27	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB845210	169	26	-	-
28	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB845210	77	19	-	-
29	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB845210	199	-	-	-
30	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB855113	166	46	-	-
31	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB855113	221	29	-	-
32	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB855113	225	66	-	-
33	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB855113	129	105	-	-
34	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB855113	214	65	9	-
35	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	SP801842	68	197	-	-
36	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	SP801842	129	-	-	-
37	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	SP801842	286	67	-	-
38	São Tomé	Arenosa	Cana	4º	VARIAS	-	69	-	-
39	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	SP801842	88	51	-	-
40	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB845210	58	72	-	-
41	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB845210	227	94	-	-
42	São Tomé	Arenosa	Cana	1º	RB845210	51	213	-	-
43	C. Gaúcha	Arenosa	Cana	8º	RB835054	245	98	-	-
44	C. Gaúcha	Arenosa	Cana	8º	RB845089	47	70	24	-
45	C. Gaúcha	Arenosa	Cana	8º	RB845257	155	23	-	-
46	C. Gaúcha	Arenosa	Cana	8º	RB845239	178	89	-	-
47	C. Gaúcha	Arenosa	Cana	6º	RB835089	144	185	21	-
48	C. Gaúcha	Arenosa	Cana	6º	RB835089	333	59	20	-
49	Tapira	Arenosa	Cana	6º	RB72454	21	81	21	-
50	Tapira	Arenosa	Cana	6º	RB72454	191	72	24	-
51	Mº Helena	Arenosa	Cana	5º	RB845057	185	93	24	-
52	Tapejara	Arenosa	Cana	5º	RB835089	132	329	-	22
53	Umuarama	Arenosa	Cana	6º	RB835486	1089	631	20	-
54	Umuarama	Arenosa	Cana	6º	RB835486	591	176	22	-
55	Umuarama	Arenosa	Cana	6º	RB835486	225	360	-	-
56	Umuarama	Arenosa	Cana	6º	RB835486	347	22	-	-
57	Umuarama	Arenosa	Cana	6º	RB835486	565	-	-	-
58	Umuarama	Arenosa	Cana	6º	RB835486	203	-	-	23
59	Umuarama	Arenosa	Cana	6º	RB835486	236	-	-	-

Tabela 2A, Cont.

60	Perobal	Arenosa	Cana	6°	RB72454	555	128	-	-
61	Perobal	Arenosa	Cana	8°	RB72454	210	70	-	-
62	Perobal	Arenosa	Cana	8°	RB72454	137	114	23	-
63	Perobal	Arenosa	Pastagem	6°	RB72454	244	-	-	-
64	Perobal	Arenosa	Pastagem	6°	RB72454	90	-	-	-
65	Alto Piquiri	Arenosa	Cana	6°	RB835486	158	95	-	-
66	Alto Piquiri	Arenosa	Cana	6°	RB835486	314	209	-	42
67	Alto Piquiri	Arenosa	Pastagem	1°	RB835486	88	-	-	22
68	C.do Oeste	Arenosa	Cana	1°	RB72454	204	317	-	-
69	C.do Oeste	Arenosa	Cana	5°	PO8862	351	242	-	-
70	C.do Oeste	Arenosa	Cana	5°	RB72454	141	351	-	-
71	C.do Oeste	Arenosa	Cana	5°	RB72454	292	583	-	-
72	C.do Oeste	Arenosa	Cana	5°	RB72454	218	436	-	-
73	C.do Oeste	Arenosa	Cana	1°	RB867515	277	369	-	-
74	C.do Oeste	Arenosa	Pasto	1°	RB72454	-	-	-	-

<sup>b</sup> = 10g de raízes

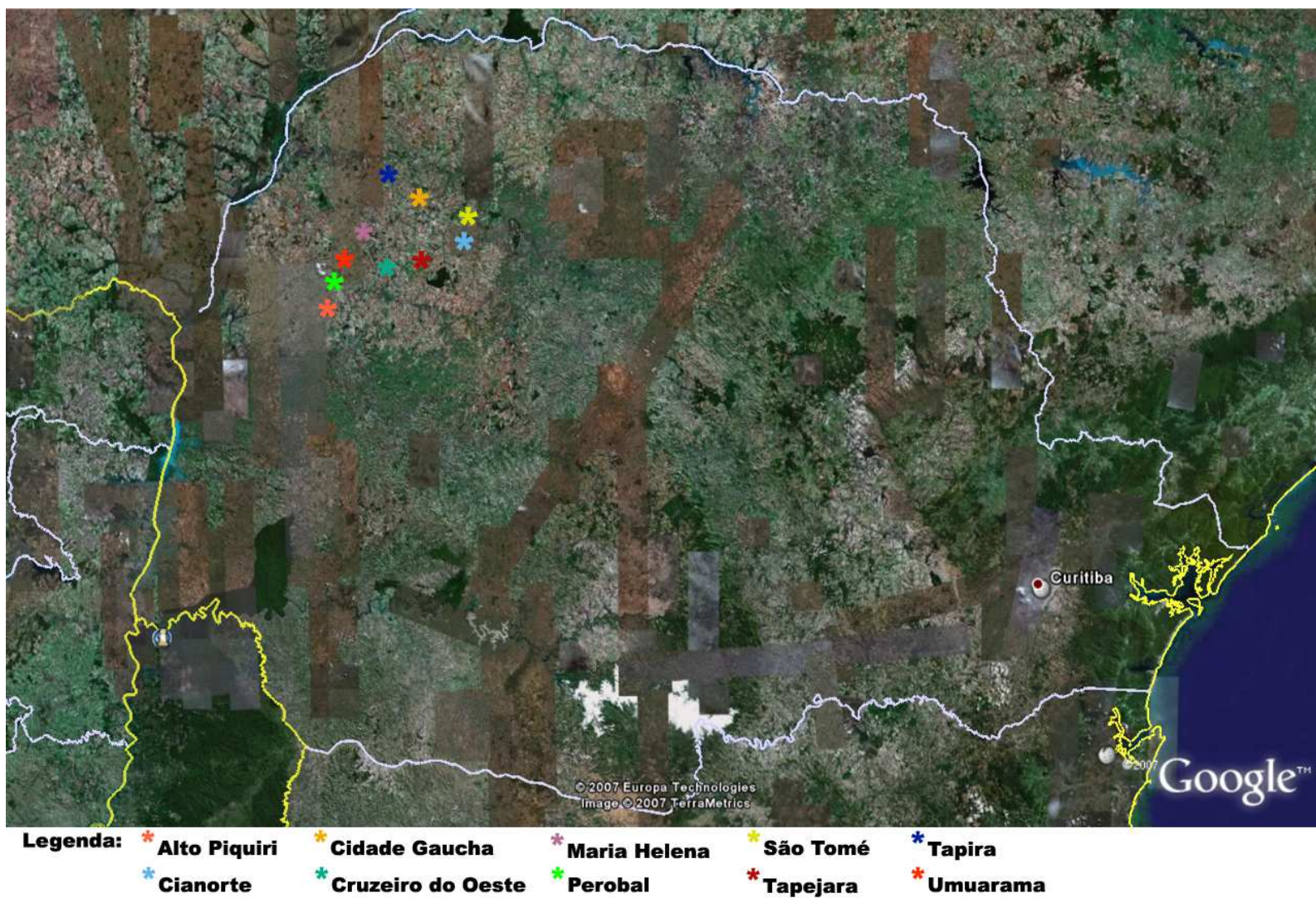


Figura 1A – Mapa do Estado do Paraná identificando as áreas de coleta das amostras na região Noroeste.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)



[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)