

Nematoides fitoparasitas associados à mandioca na Amazônia brasileira

Juliana Magrinelli Osório ROSA¹, Samara Azevedo de OLIVEIRA¹, Alexandre Luis JORDÃO²
Amauri SIVIERO³, Claudio Marcelo Gonçalves de OLIVEIRA^{1*}

¹ Instituto Biológico. Centro Experimental Central, Laboratório de Nematologia, CEP: 13001-970. Campinas, São Paulo, Brasil. julianamagrinelli@gmail.com, samaranematologia@gmail.com, marcelo@biologico.sp.gov.br

² Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá. Rodovia Juscelino Kubistchek, km 10, CEP: 68903-419. Macapá, Amapá, Brasil. aljordao@hotmail.com

³ Embrapa. Centro de Pesquisas Agroflorestais do Acre. Rodovia BR 364 - Km 14, Caixa-postal 321, CEP: 69900-970. Rio Branco, Acre, Brasil. amauri.siviero@embrapa.br

* Autor Correspondente: marcelo@biologico.sp.gov.br

RESUMO

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta*) tem importância socioeconômica no Brasil, no entanto há ainda uma escassez de informações sobre a associação de nematoides fitoparasitas, bem como ao comportamento de cultivares de mandioca ao parasitismo desses agentes. O objetivo do presente trabalho foi relatar a distribuição geográfica e novas ocorrências das principais espécies de nematoides encontradas associadas à mandioca em diferentes municípios dos estados do Acre, Amapá, Pará e Rondônia. Além disso, estudou-se, em casa de vegetação, a reação de algumas cultivares de mandioca ao parasitismo de *Meloidogyne incognita* raça 3, *Pratylenchus brachyurus* e *P. zaeae*. Nematoides foram extraídos de 10 g de raízes ou 250 cm³ de solo e identificados sob microscópio de luz. A espécie mais prevalente foi *P. brachyurus*, presente em 37,1% das amostras analisadas (n=35), seguida de *M. incognita*, encontrada em 14,2% das amostras. Constituíram novas ocorrências para mandioca no Brasil: *Helicotylenchus erythrinae*, *M. enterolobii* e *Xiphinema longicaudatum*. As cultivares de mandioca provenientes do Amapá (Amazonas, Colônia Matapi, Manteiga, Pretinha e Pó-da-China) e as cultivares de mandioca Colonial e Caipora, provenientes do Acre, comportaram-se como suscetíveis a *M. incognita* raça 3. Por outro lado, as cultivares Caipora e Colonial comportaram-se como resistentes a *P. brachyurus* (fator de reprodução = 0,5 e 0,9, respectivamente) e imunes a *P. zaeae*. Informações geradas neste estudo podem ser úteis para o manejo de áreas cultivadas com mandioca e infestadas pelos nematoides das lesões, *P. brachyurus* e/ou *P. zaeae*.

PALAVRAS-CHAVE: *Helicotylenchus erythrinae*, *Manihot esculenta*, *Meloidogyne enterolobii*, *Pratylenchus brachyurus*, *Pratylenchus zaeae*, resistência, *Xiphinema longicaudatum*

Plant parasitic nematodes on cassava cultivated in the Brazilian Amazon

ABSTRACT

The cassava crop (*Manihot esculenta*) has socioeconomic importance to Brazil, however, there is a paucity of studies regarding the plant parasitic nematodes associated with cassava and the host reaction of cassava cultivars to nematodes. The aims of this work were to report the geographic distributions and new records of plant parasitic nematodes collected from cassava areas from the States of Acre, Amapá, Pará and Rondônia, Brazil. Additionally, the host reaction of different cassava cultivars to *Meloidogyne incognita* race 3, *Pratylenchus brachyurus* and *P. zaeae* was studied in a greenhouse experiment. Nematodes were extracted from either 10 g of roots or 250 cm³ of soil by centrifugation and identified by microscopy. The most prevalent species was *P. brachyurus* detected from 37.1% of samples tested (n=35), follow by *M. incognita* (14.2%). Among the identified nematode species, the following associations constitute new records for Brazil: *Helicotylenchus erythrinae*, *M. enterolobii* and *Xiphinema longicaudatum*. Cassava cultivars Amazonas, Colônia Matapi, Manteiga, Pretinha and Pó-da-China from Amapá State and Colonial and Caipora from Acre State were all susceptible to *M. incognita* race 3. In contrast, two cultivars, Caipora and Colonial, were resistant to *P. brachyurus* (reproduction factor = 0.5 and 0.9, respectively) but immune to *P. zaeae*. Data generated in this study may be useful in the agronomic management of cassava production in areas infested with the root lesion nematodes *P. brachyurus* and/or *P. zaeae*.

KEYWORDS: *Helicotylenchus erythrinae*, *Manihot esculenta*, *Meloidogyne enterolobii*, *Pratylenchus brachyurus*, *Pratylenchus zaeae*, resistance, *Xiphinema longicaudatum*

INTRODUÇÃO

Na Amazônia a mandioca, *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae), é o principal produto agrícola em termos de geração de renda, importância agrônômica e sociocultural sendo tipicamente de exploração familiar. Nesta região, a mandioca é cultivada em regime de consórcio com outras espécies em áreas recém-abertas de floresta dentro do sistema derrubada e queima de vegetação. Os tratos culturais como adubações, capinas e controle de pragas e doenças geralmente não são realizados. As aberturas de clareiras na floresta, a prática de coivara e a alternância dos locais de plantio são práticas comuns na agricultura tradicional e no modo de subsistência das populações locais. A cultura é básica na alimentação da população local, principalmente na forma de farinha, sendo considerada um produto estratégico para a economia de toda a região Norte (Embrapa 2005). Atualmente, o Brasil ocupa a segunda colocação entre os países produtores de mandioca, produzindo aproximadamente 25 milhões de toneladas na safra de 2012 (Agriannual 2013). A região Nordeste representa 32% da produção nacional, seguida da região Norte com 31%, destacando-se o estado do Pará como sendo o maior produtor brasileiro, (Groxko 2011; Agriannual 2013).

Entretanto, o aumento das áreas cultivadas, concomitantemente com a homogeneidade de cultivares no campo, realizado via seleção genética da espécie, levam ao surgimento de problemas de ordem sanitária como, por exemplo, o surgimento de doenças (Lozano *et al.* 1985), incluindo os ataques de nematoides fitoparasitas que levam a reduções significativas na produtividade (Massola *et al.* 1997). Alguns estudos trazem o relato de ocorrência de diferentes espécies parasitando as raízes de mandioca, como no caso de *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus brachyurus*, *Rotylenchulus reniformis*, *Scutellonema bradys*, além da ocorrência de *Aphelenchoides* sp., *Aphelenchus* sp., *Helicotylenchus* sp., *Mesocriconema* sp. e *Tylenchus* sp. encontradas próximas à rizosfera da planta (Garrido *et al.* 2008). Contudo, nematoides dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus* se destacam por serem considerados os mais agressivos a essa cultura (Costa Manso *et al.* 1994; Garrido *et al.* 2008).

Apesar da importância socioeconômica dessa cultura no Brasil há ainda uma escassez de informações sobre a associação de nematoides fitoparasitas a plantas de mandioca, bem como ao comportamento dessas plantas ao parasitismo desses agentes. O presente trabalho objetivou verificar a diversidade biológica de nematoides presentes na rizosfera da mandioca em diversas localidades da Amazônia brasileira, por meio do levantamento em diferentes municípios dos estados do Acre, Amapá, Pará e Rondônia, e estudar a reação de cultivares de mandioca ao parasitismo de *M. incognita* raça 3, *P. brachyurus* e *P. zaeae*.

MATERIAL E MÉTODOS

Nematoides fitoparasitas associados ao cultivo de mandioca

As amostras nematológicas foram coletadas em 35 áreas de cultivo de mandioca localizadas nos estados do Acre, Amapá, Pará e Rondônia (Tabela 1). Em cada cultivo foram retiradas 10 subamostras na região da rizosfera da planta, numa profundidade de aproximadamente 20 cm, para compor uma amostra representativa de solo e raiz para cada área, sendo as mesmas acondicionadas em sacos de polietileno, devidamente identificadas e armazenadas em caixas térmicas até o processamento, extração, contagem e montagem de lâminas para a identificação dos nematoides no Laboratório de Nematologia do Instituto Biológico, Campinas, SP.

Para extração dos nematoides do solo foi utilizado o método de Jenkins (1964) que consiste em peneiramento, flotação e centrifugação, e para análise das raízes utilizou-se o método proposto por Coolen e D'Herde (1972). Os espécimes obtidos foram mortos em condição de banho-maria a 55 °C, por quatro minutos e, em seguida, colocados em solução fixativa de trietanolamina e formalina (TAF) para posterior quantificação e identificação.

A estimativa populacional foi realizada por meio de contagem em lâminas de Peters (M, Astel, Botucatu, SP) utilizando-se microscópio de luz (DM2500, Leica, Alemanha). Para a identificação das espécies, recorreu-se a lâminas temporárias (formalina) e/ou permanentes (glicerina), examinadas sob microscópio de luz, se baseando em características morfológicas e morfométricas com a utilização de chaves taxonômicas específicas para cada gênero encontrado (Sher, 1966; Loof, 1991; Oliveira *et al.* 2003). A identificação das espécies de *Meloidogyne* foi realizada por meio do exame da configuração perineal (Hartman e Sasser, 1985) e confirmada com auxílio da técnica de eletroforese de isoenzimas (esterase) de acordo com Oliveira *et al.* (2012).

Reação de cultivares de mandioca a nematoides fitoparasitas

No primeiro experimento foram utilizadas duas cultivares de mandioca indicadas para o estado do Acre, Caipora e Colonial, a fim de avaliar o comportamento dessas cultivares ao parasitismo das espécies *M. incognita* raça 3, *P. brachyurus* e *P. zaeae*. Assim, o experimento foi constituído de seis tratamentos, com quatro repetições cada, totalizando 24 parcelas. Cada parcela foi constituída de um vaso com capacidade de três litros contendo substrato autoclavado (solo, areia e matéria orgânica, na proporção de 2:1:1), sendo a maniva semente, medindo aproximadamente 10 cm de comprimento, plantada numa profundidade de 5 a 8 cm.

Tabela 1 - Número de nematoides fitoparasitas associados em 35 amostras de solo (250 cm³) e raízes de mandioca (10g) provenientes de municípios dos estados do Acre (AC), Amapá (AP), Rondônia (RO) e Pará (PA) e espécies identificadas.

Amostra	Município	Cultivar	<i>Pratylenchus</i>		<i>Meloidogyne</i>		<i>Helicotylenchus</i>	
			raiz	solo	raiz	solo	raiz	solo
01	Rio Branco (AC)	-	480 ¹	-	-	-	-	-
02	Ouro Preto D'Oeste (RO)	-	-	-	-	-	-	-
03	Ouro Preto D'Oeste(RO)	-	570 ¹	-	-	-	-	-
04	Rio Branco(AC)	-	1570 ¹	-	-	-	-	-
05	Ouro Preto D'Oeste(RO)	-	250 ²	-	-	-	-	-
06	Ouro Preto D'Oeste(RO)	-	180 ¹	-	-	-	-	-
07	Ouro Preto D'Oeste(RO)	-	130 ¹	-	-	-	-	-
08	Rio Branco(AC)	-	200 ¹	-	-	-	-	-
09	Porto Velho(RO)	'Selvagem'	-	-	-	-	-	-
10	Calçoene (AP)*	-	-	-	-	-	-	-
11	Calçoene (AP)	-	260 ¹	30 ¹	560 ³	1.430 ³	-	-
12	Oiapoque (AP)	-	90 ¹	-	-	-	-	-
13	Oiapoque (AP)	-	-	-	18.480 ³	-	-	-
14	Oiapoque (AP)	-	20 ¹	-	-	-	-	-
15	Porto Grande (AP)	-	-	-	-	-	-	-
16	Porto Grande (AP)	-	10 ¹	10 ¹	150 ³	100 ³	-	-
17	Macapá (AP)	-	80 ¹	60 ¹	140 ³	130 ³	20 ⁶	60 ⁶
18	Igarapé-Açu (PA)	'Pretinha'	-	-	-	-	-	-
19	Igarapé-Açu (PA)	'Mari'	-	-	10 ⁵	30 ⁵	-	-
20	Igarapé-Açu (PA)	'Kiriris'	-	-	-	-	-	-
21	Igarapé-Açu (PA)	'Maranhão'	-	-	-	-	-	-
22	Igarapé-Açu (PA)	'Branquinha'	-	-	-	-	-	-
23	Igarapé-Açu (PA)	'Manivão'	-	-	-	-	-	-
24	Igarapé-Açu (PA)	'Chico vara'	-	-	-	-	-	-
25	Igarapé-Açu (PA)	'Milagrosa'	-	-	-	-	10 ⁷	50 ⁷
26	Igarapé-Açu (PA)	'Olho verde'	-	-	-	-	-	-
27	Igarapé-Açu (PA)	'Inajá'	-	-	470 ⁴	-	-	-
28	Igarapé-Açu (PA)	'Poti'	-	-	-	-	20 ⁶	120 ⁶
29	Igarapé-Açu (PA)	'Mandiocaba'	-	-	-	-	-	-
30	Igarapé-Açu (PA)	'Jaboti'	190 ¹	10 ¹	-	-	-	-
31	Barcarena (PA)	'Pretinha'	-	-	200 ³	320 ³	-	-
32	Acará (PA)	'Pretinha'	-	-	100 ⁵	70 ⁵	-	-
33	Acará (PA)	-	-	-	-	-	10 ⁶	50 ⁶
34	Acará (PA)	'Surui'	-	-	-	-	-	-
35	Acará (PA)	'Surui'	650 ¹	10 ¹	-	-	-	-

Espécies identificadas e porcentagens de ocorrência (em parênteses): ¹*Pratylenchus brachyurus* (37,1%), ²*P. zeae* (2,8%), ³*M. incognita* (14,2%), ⁴*M. enterolobii* (2,8%), ⁵*Meloidogyne* sp. (5,6%), ⁶*Helicotylenchus erythrinae* (8,4%), ⁷*H. dihystra* (2,8%), *Ocorrência de 10 espécimes de *Xiphinema longicaudatum* presentes na rizostera da mandioca (2,8%).

As populações de *M. incognita* raça 3, *P. brachyurus* e *P. zaeae* foram obtidas de raízes do algodoeiro, de cafeeiro e de cana-de-açúcar provenientes do estado de São Paulo, nos municípios de São João da Boa Vista, Dracena e Jaú, respectivamente. As populações puras dessas espécies de nematoides foram mantidas em casa de vegetação em plantas de tomate cv. Rutgers.

Os nematoides foram extraídos das raízes pelo método de Coolen e D'Herde (1972) e quantificados em lâminas de Peters utilizando-se microscópio de luz. Após as plantas atingirem 20 cm de altura, foi realizada a inoculação, utilizando-se uma suspensão com 2.000 ovos e eventuais juvenis de segundo estágio de *M. incognita* e 2.000 juvenis e adultos de *P. brachyurus* e *P. zaeae*, sendo aplicados 1,0 mL da suspensão de inóculo em dois orifícios equidistantes com 3,0 cm de profundidade na rizosfera de cada planta.

As avaliações foram feitas aos 80 dias após inoculação (DAI). Os sistemas radiculares dos tratamentos submetidos a *M. incognita* raça 3 foram lavados e, em seguida, realizou-se a contagem do número de galhas, baseando-se na escala de notas proposta por Taylor e Sasser (1978) para a obtenção dos índices de galhas (IG), assim sendo: 0 = sem galhas, 1 = 1 a 2 galhas, 2 = 3 a 10 galhas, 3 = 11 a 30 galhas, 4 = 31 a 100 galhas e 5 = mais de 100 galhas por sistema radicular. Já os sistemas radiculares dos demais tratamentos com *Pratylenchus* spp. foram apenas lavados com água.

A seguir, foram extraídos os nematoides presentes em 10 g de raízes de cada parcela experimental sendo processadas utilizando-se o método de Coolen e D'Herde (1972), para a obtenção da população final (Pf). A quantificação foi efetuada com o auxílio da lâmina de Peters, sob microscópio de luz obtendo-se o fator de reprodução (FR = Pf/Pi), e consequentemente a determinação da reação das plantas segundo Oostenbrink (1966), ou seja, as plantas que proporcionaram FR = 0 foram consideradas imunes, FR < 1 resistentes e FR > 1 suscetíveis.

O segundo experimento foi conduzido de forma semelhante ao primeiro. No entanto, foram estudadas as reações de cinco cultivares de mandioca cultivada no estado do Amapá: 'Amazonas', 'Colônia Matapi', 'Manteiga', 'Pretinha' e 'Pó-da-China'; a 3.000 ovos e J₂ de *M. incognita* raça 3; sendo que as plantas foram avaliadas aos 180 DAI, utilizando-se as mesmas variáveis descritas anteriormente (IG e FR).

RESULTADOS

Nematoides fitoparasitas associados ao cultivo de mandioca

A partir de amostras de solo e raízes de mandioca, detectou-se a presença de nematoides pertencentes aos gêneros *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Meloidogyne* e *Xiphinema*.

Baseando-se nas características morfológicas e morfométricas, foram identificadas as seguintes espécies: *H. erythrinae*, *H. dibystrera*, *P. brachyurus*, *P. zaeae*, *M. incognita*, *M. enterolobii* e *Xiphinema longicaudatum*. Das 35 amostragens realizadas nos municípios dos estados do Acre, Amapá, Pará e Rondônia, observou-se que a espécie mais prevalente foi *P. brachyurus* (presente em 37,1% das amostras), seguida de *M. incognita*, encontrada em 14,2% das amostras (Tabela 1). Dentre as espécies identificadas, as seguintes constituíram novas ocorrências para mandioca no Brasil: *H. erythrinae*, *M. enterolobii* e *X. longicaudatum*.

Reação de cultivares de mandioca aos nematoides fitoparasitas

As cultivares Colonial e Caipora, provenientes do Acre, foram suscetíveis a *M. incognita* raça 3 com FR = 152,4 e 20,4, respectivamente. As raízes das plantas infectadas com *M. incognita* raça 3 apresentavam galhas de tamanho variável nas raízes fibrosas, com IG variando de 4 a 5 (Tabela 2). Ademais, todas as cultivares de mandioca provenientes do Amapá (Amazonas, Colônia Matapi, Manteiga, Pretinha e Pó-da-China) comportaram-se como suscetíveis a *M. incognita* raça 3, com FR > 1. Dentre as cultivares estudadas, Colônia Matapi e Amazonas apresentaram as menores densidades populacionais de nematoides, com poucas galhas e fatores de reprodução mais baixos (FR=2,3 e 4,0, respectivamente) (Tabela 3). Com relação aos nematoides das lesões, ambas as cultivares Caipora e Colonial comportaram-se como resistente a *P. brachyurus* (FR = 0,5 e 0,9) e imunes a *P. zaeae* (Tabela 2). Essa informação sugere a recomendação das cultivares Caipora e Colonial em áreas infestadas por *P. brachyurus* ou *P. zaeae*.

Cabe ressaltar que no primeiro experimento *M. incognita* raça 3 multiplicou-se bem na planta utilizada como padrão de suscetibilidade (tomateiro cv. Rutgers), apresentando FR igual a 8,8 e que *P. brachyurus* e *P. zaeae* multiplicaram-se adequadamente no milho cv. DOW 2B710 observando-se FR=4,8 e 5,6, respectivamente, comprovando a viabilidade do inóculo. No segundo experimento, observou-se FR igual a 101,5 em tomateiro cv. Rutgers inoculado com *M. incognita* raça 3.

DISCUSSÃO

O gênero *Meloidogyne*, nematoides das galhas, é bastante conhecido pelos danos provocados em diferentes culturas (Carneiro *et al.* 2006), sendo relatado em associação com plantas de mandioca no Brasil, Venezuela, Moçambique, Nigéria, Estados Unidos e Uganda (Coyne 1994). Segundo Garrido *et al.* (2008), espécies desse gênero podem reduzir em até 87% a produtividade em cultivares de mandioca suscetíveis aos nematoides das galhas.

Tabela 2 - Estimativas populacionais de *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus brachyurus* e *P. zeae* nas raízes de mandioca cv Colonial e Caipora, provenientes do Acre, índice de galhas (IG), fator de reprodução (FR) e reação das plantas, após 80 dias da inoculação.

cultivar	<i>M. incognita</i>				<i>P. brachyurus</i>			<i>P. zeae</i>		
	Nº nematoides	FR	IG	reação*	Nº nematoides	FR	reação*	Nº nematoides	FR	reação*
Colonial	304.898	152,4	5	S	1.736	0,9	R	0	0,0	I
Caipora	40.764	20,4	4	S	979	0,5	R	0	0,0	I

* I = Imune, S = Suscetível, R = Resistente (Oostenbrink, 1966).

Tabela 3 - Estimativas populacionais de *Meloidogyne incognita* nas raízes de cultivares de mandioca provenientes do Amapá, fator de reprodução (FR) e índice de galhas (IG), após 180 dias da inoculação.

cultivar	<i>M. incognita</i>		
	Nº nematoides	FR*	IG
Amazonas	8.080	4,0	2,0
Colônia Matapi	4.531	2,3	3,3
Manteiga	117.751	58,9	3,5
Pretinha	41.825	20,9	2,5
Pó da China	41.008	20,5	4,0

* Todas as cultivares comportaram-se como suscetíveis (FR>1) de acordo com Oostenbrink (1966)

No presente trabalho, por meio da análise dos fenótipos de esterase e do padrão da região perineal das fêmeas, diagnosticou-se a infestação de *M. enterolobii* em mandioca 'Inajá' cultivada no município de Igarapé-Açu (PA) e *M. incognita* nos municípios Calçoene, Oiapoque, Porto Grande e Macapá, estado do Amapá, além de Barcarena, no Pará. No geral, as plantas apresentavam galhas de tamanho variável nas raízes fibrosas e massas de ovos, mas sem exibir sintomas reflexos na parte aérea. Anteriormente, exemplares de *M. incognita* haviam sido relatados em mandioca no Pará (Freire 1976) e na Bahia (Freire e Ponte 1976; Zem *et al.* 1978). Em Pindorama, Alagoas, Zem *et al.* (1978) relataram a ocorrência de *M. incognita* em raízes de mandioca que exibiam galhas, descolamento do córtex, desenvolvimento insatisfatório da parte aérea e sintomas de deficiência nutricional.

Com relação a *M. enterolobii*, trata-se do primeiro relato dessa espécie em mandioca e sua primeira ocorrência no estado do Pará. *Meloidogyne enterolobii* é uma espécie altamente patogênica, com ampla gama de hospedeiras. Essa espécie foi relatada pela primeira vez no Brasil nos estados da Bahia e Pernambuco (Carneiro *et al.* 2001) em áreas de goiabeira cultivadas no Vale do São Francisco. Posteriormente foi relatada em todas as regiões brasileiras (Silva *et al.* 2008, Siqueira *et al.* 2009), exceto na região Norte, dessa forma, o presente trabalho fornece subsídios que ampliam a distribuição geográfica desse nematoide no Brasil. Por se tratar de espécie de grande importância econômica pelos prejuízos causados em diversas culturas, medidas preventivas devem ser adotadas no sentido

de isolar os focos de infestação e prevenir a disseminação de *M. enterolobii* para áreas isentas dessa espécie.

Outro gênero de importância para a cultura da mandioca é o dos nematoides conhecidos como causadores de lesões radiculares, *Pratylenchus* spp. Dentre as espécies, *P. brachyurus* é considerada como o segundo nematoide mais agressivo à cultura da mandioca, já encontrada parasitando as raízes de mandioca nos países da Nigéria, Togo, Madagascar, Estados Unidos e Brasil, causando a depreciação do produto e a redução na produção (McSorley *et al.* 1983).

Pratylenchus brachyurus, espécie migradora e endoparasita de muitas plantas tropicais (Café Filho e Huang 1988), ocorrem com frequência em raízes de mandioca cultivada em todo o mundo (MacSorley *et al.* 1983; Coyne 1994). No Brasil, já foi relatada em associação à mandioca no Espírito Santo (Sharma 1976), Distrito Federal (Sharma 1979) e Minas Gerais (Ferraz 1980). Além disso, em levantamento realizado por Garrido *et al.* (2008) em diferentes municípios do estado da Bahia, *P. brachyurus* foi encontrado em 68,2% das amostras de raízes de mandioca cultivada nos municípios de Cruz da Almas, Maragojipe e São Felipe. No presente estudo, embora sem causar danos ou sintomas visíveis, *P. brachyurus* foi à espécie mais frequente nas amostras analisadas (37,1%), ocorrendo em densidades populacionais que variaram de 10 a 1.570 espécimes por 10 g de raízes de mandioca, coletadas em Rio Branco (AC), Ouro Preto D'Oeste (RO), Calçoene (AP), Oiapoque (AP), Porto Grande (AP), Macapá (AP), Igarapé-Açu (PA) e Acará (PA).

Na rizosfera de mandioca em Macapá (AP), Igarapé-Açu (PA) e Acará (PA), foi possível detectar duas espécies de *Helicotylenchus* (*H. erythrinae* e *H. dihystra*), de hábito predominantemente ectoparasita e conhecidas por adquirir a forma espiralada ao morrer. Ambas são espécies cosmopolitas e polífagas, associadas a várias plantas cultivadas no Brasil (Costa Manso *et al.* 1994). Embora seja o primeiro relato dessa espécie na Amazônia brasileira, *H. erythrinae* ocorre comumente nas florestas tropicais brasileiras (Silva *et al.* 2008a; Silva *et al.* 2008b), possivelmente tendo se adaptado ao cultivo de mandioca depois da retirada da vegetação original. Na África, *H. erythrinae* já foi relatado em associação à mandioca na Nigéria e no Togo (McSorley *et al.* 1983). Com relação a *H. dihystra*, encontrado na rizosfera de mandioca cv. Milagrosa

em Igarapé-Açu (PA), há relatos anteriores dessa espécie em mandioca no Distrito Federal (Sharma 1979) e em Minas Gerais (Ferraz 1980). No entanto, apesar da ampla gama de plantas hospedeiras, até o presente não há relatos que comprovem a patogenicidade tanto de *H. erythrinae* como *H. dihystrera* em mandioca. Em amostras de solo coletadas na rizosfera de mandioca em Calçoene (AP) foram encontrados espécimes de *Xiphinema longicaudatum*. Trata-se do segundo relato de ocorrência dessa espécie no Brasil que já havia sido relatada em rizosfera de *Brachiaria decumbens*, no município de Amapá (AP) por Oliveira *et al.* (2003).

Com relação à reação de cultivares de mandioca aos nematoides fitoparasitas incluídas no presente estudo, resultados semelhantes foram observados em experimento conduzido no Paraná, por Carneiro *et al.* (2006). Os autores avaliaram as reações de dez cultivares de mandioca (Amarelinha, Baianinha, Catarina Branca, Espeto, Fécula Branca, IAC 8285, IAC 100, Ivar, Olho Junto e Pioneira) ao nematoide das galhas, *M. incognita* raça 3, e concluíram que todas foram suscetíveis. No entanto, no Ceará, Ponte *et al.* (1980) verificaram que 19 das 25 cultivares de mandioca avaliadas mostraram-se imunes a *M. incognita* mas, segundo Carneiro *et al.* (2006), com os quais concordamos, essa alta taxa de cultivares imunes pode ser atribuída aos métodos empregados na avaliação de resistência, que não considerou as massas de ovos internas, subestimando o número total de ovos nas raízes.

Um dos entraves do cultivo de mandioca em áreas da região Norte do Brasil é o consórcio da mandioca com outras espécies produtoras de grãos, como milho, em áreas altamente infestadas com *M. incognita* (Santos *et al.* 2003), que dependendo da cultivar utilizada poderá aumentar a população de *M. incognita* existente no local, provocando ainda mais prejuízos tanto para cultivares suscetíveis de mandioca quanto ao milho utilizado no sistema de cultura intercalar.

A utilização de medidas preventivas, tais como utilização de equipamentos isentos de nematoides fitoparasitas, o uso de maniva semente sadia e o emprego da rotação de cultura são algumas das medidas recomendadas no cultivo de mandioca. Essas medidas são de extrema importância visto que existem ainda poucas informações sobre as interações entre as plantas de mandioca com o convívio e/ou parasitismo causados por nematoides fitoparasitas. Assim, como sua interação com outros patógenos causadores de doenças, causando uma predisposição das plantas a outros agentes fitopatogênicos. Com isso, se faz necessário mais estudos visando o melhor conhecimento dos nematoides frente à cultura da mandioca que cada vez mais vem se expandindo em nosso país e pelo valor social e contribuição à alimentação da população com menor poder aquisitivo.

CONCLUSÕES

A espécie de nematoide mais prevalente encontrada no presente estudo foi *P. brachyurus*, seguida de *M. incognita*. Constituíram novas ocorrências para mandioca no Brasil: *H. erythrinae*, *M. enterolobii* e *X. longicaudatum*. As informações sobre o comportamento das cultivares de mandiocas estudadas frente aos nematoides das lesões podem ser úteis para o manejo de áreas cultivadas com essa planta e infestadas por *P. brachyurus* e/ou *P. zaeae*.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro, edital CNPq - Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (Bionorte) Nº 066/2009.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Agriannual 2013. *Anuário da agricultura brasileira*. AgraFNP, São Paulo, 482p.
- Café Filho, A.C.; Huang, C.S. 1988. Nematóides do gênero *Pratylenchus* no Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, 13: 232-235.
- Carneiro R.M.D.G.; Moreira W.A.; Almeida M.R.A.; Gomes, A.C.M.M. 2001. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. *Nematologia Brasileira*, 25: 223-228.
- Carneiro R.G.; Moritz, M.P.; Monaco, A.P.A.; Lima, A.C.C.; Santiago, D.C. 2006. Reação de cultivares de mandioca às raças 1 e 3 de *Meloidogyne incognita*, a *M. paranaensis* e a *M. javanica*. *Nematologia Brasileira*, 30: 275-279.
- Coolen, W.A.; D'Herde, C.J. 1972. *A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue*. State Nematology and Entomology Research Station, Merelbeke, 1972, 77p.
- Costa Manso, E.; Tenente, R.C.V.; Ferraz, L.C.C.B.; Oliveira, R.S.; Mesquita, R. 1994. *Catálogo de nematoides fitoparasitos encontrados associados a diferentes tipos de plantas no Brasil*. Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília, 1994, 488p.
- Coyne, D.L. 1994. Nematode pests of cassava. *African Crop Science Journal*, 2: 355-359.
- Embrapa, 2005. Mandioca: o pão do Brasil (Manioc, le pain du Brésil). Embrapa, Brasília, 284p.
- Ferraz, S. 1980. Reconhecimento das espécies de fitonematóides presentes nos solos do Estado de Minas Gerais. *Experientiae*, 26: 255-328.
- Freire, F.C.O. 1976. Nematoides das galhas, *Meloidogyne* spp., associados ao parasitismo de plantas na região amazônica. I – No Estado do Pará. *Acta Amazonica*, 6: 405-408.
- Freire, F.C.O.; Ponte, J.J. 1976. Nematóides das galhas, *Meloidogyne* spp., associados ao parasitismo de plantas no Estado da Bahia (Brasil). *Boletim Cearense de Agronomia*, 17: 47-55
- Garrido, M.S.; Coimbra, J.L.; Soares, A.C.F.; Almeida, N.S.; Sousa, C.S. 2008. Fitonematóides associados à rizosfera e raízes da

- mandioca cultivada em rotação com inhame cultivar da Costa. *Summa Phytopathologica*, 34: 181-182.
- Groxko, M. 2011. Análise da conjuntura agropecuária Safra 2011/12. Mandiocultura. (http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/mandiocultura_2011_12.pdf). Acesso em 28/02/2013.
- Hartman, K.M.; Sasser, J.N. 1985. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal pattern morphology. In: Barker, K.R.; Carter, C.C.; Sasser J.N. (Ed.). *An advanced treatise on Meloidogyne*. North Carolina State University Graphics, Raleigh, North Carolina, 2: 69-77.
- Jenkins, W.R. 1964. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter*, 8: 692.
- Loof, P.A.A. 1991. The family Pratylenchidae Thorne, 1949. In: Nickle, W.R. (Ed.). *Manual of agricultural nematology*. Marcel Dekker, New York, p. 363-421.
- Lozano, J.C. 1985. Integrated control of cassava diseases. *Fitopatologia Venezolana*, 4: 30-36.
- Massola Jr., N.S.; Bedendo, I.P. 1997. Doenças da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: Kimati, H.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A.; Rezende, J.A.M. (Ed.). *Manual de fitopatologia*. v.2: Doenças das Plantas Cultivadas. Editora Ceres, São Paulo, p. 501-510.
- McSorley, R.; O'Hair, S.K.; Parrado, J.L. 1983. Nematodes of cassava, *Manihot esculenta* Crantz. *Nematropica*, 13: 261-286.
- Oliveira, C.M.G.; Brown, D.J.F.; Neilson, R.; Monteiro, A.R.; Ferraz, L.C.C.B.; Lamberti, F. 2003. The occurrence and geographic distribution of *Xiphinema* and *Xiphidorus* species (Nematoda: Longidoridae) in Brazil. *Helminthologia*, 40: 41-54.
- Oliveira, C.M.G.; Tomazini, M.D.; Bessi, R.; Inomoto, M.M. 2012. Nematoides. In: Eiras, M.; Galleti, S.R. (Ed.). *Técnicas de diagnóstico de fitopatógenos*. Devir Livraria, São Paulo, p.103-136.
- Oostenbrink, M. 1966. Major characteristic of relation between nematodes and plants. *Mededelingen der Landbouwhogeschool*, 66: 1-46.
- Ponte, J.J.; Torres, J.; Simplicio, M.E. 1980. Comportamento de mandioca em relação a nematoides das galhas. In: IV Reunião de Nematologia. *Sociedade Brasileira de Nematologia*, 4: 107-113.
- Santos, J.C.; Gondin, T.M.S.; Sá, C.P.; Cartaxo, C.B.C.; Nascimento, G.C.; Silva, M.R. 2003. *Avaliação econômica de sistemas de produção de farinha de mandioca na região do Vale do Rio Juruá, Acre*. Embrapa Acre - Documento, 80, Rio Branco, 44p.
- Sharma, R.D. 1976. Nematodes of the cocoa region of the State of Espírito Santo, Brazil: II Nematodes associated with Field crops and Forest trees. *Revista Theobroma*, 6: 109-117.
- Sharma, R.D. 1979. Nematoides fitoparasitas associados à mandioca em solo do Distrito Federal. *Fitopatologia Brasileira*, 4: 149-150.
- Silva, G.S.; Pereira, A.L.; Araújo, J.R.G.; Carneiro R.M.D.G. 2008. Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* em *Psidium guajava* no Estado do Maranhão. *Nematologia Brasileira*, 32: 242-243.
- Sher, S. A. 1966. Revision of the Hoplolaiminae (Nematoda) VI. *Helicotylenchus* (Steiner, 1945). *Nematologica*, 12: 1-56.
- Silva, R.A.; Oliveira, C.M.G.; Inomoto, M.M. 2008a. Fauna de fitonematóides em áreas preservadas e cultivadas da floresta amazônica no Estado de Mato Grosso. *Tropical Plant Pathology*, 33: 204-211.
- Silva, R.A.; Silva, E.S.; Antedomênico, S.R.; Inomoto, M.M. 2008b. Fauna de fitonematóides na Mata Atlântica do vale do Ribeira, estado de São Paulo, Brasil. *Nematropica*, 38: 1-12.
- Siqueira, K.M.S.; Freitas, V.M.; Almeida, M.R.A.; Almeida, M.F.A.S.; Cares, J.A.; Tigano, M.S.; Carneiro, R.M.D.G. 2009. Detecção de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira e mamoeiro no estado de Goiás, usando marcadores moleculares. *Tropical Plant Pathology*, 34: 256-260.
- Taylor, A.L.; Sasser, J.N. 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). North Carolina University Graphics, Raleigh, 1978, 111p.
- Zem, A.C.; Fukuda, C.; Macedo, M.M. 1978. Incidência de *Meloidogyne incognita* e outros nematoides na cultura da mandioca. *Fitopatologia Brasileira*, 3: 311-313.

Recebido em 19/03/2013

Aceito em 13/08/2013

