



**Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia**

**REAÇÃO DE ACESSOS DE *Manihot* spp. AO NEMATÓIDE
DAS GALHAS (*Meloidogyne* spp.)**

DEZIANY DA SILVA FERREIRA

Brasília – 2019

DEZIANY DA SILVA FERREIRA

**REAÇÃO DE ACESSOS DE *Manihot* spp. AO NEMATOIDE
DAS GALHAS (*Meloidogyne* spp.)**

Dissertação apresentada à Universidade de
Brasília como requisito parcial para obtenção
do título de Mestre em Fitopatologia pelo
Programa de Pós-graduação em Fitopatologia.

Orientador

Prof. Juvenil Enrique Cares

**BRASÍLIA – DISTRITO FEDERAL
BRASIL
2019**

FICHA CATALOGRÁFICA

Ferreira, Dezianny da Silva

Reação de acessos de *Manihot* spp. ao nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.).
/Dezianny da Silva Ferreira.

Brasília, 2019.

p.: 57.

Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Fitopatologia,
Universidade de Brasília, Brasília.

1. *Manihot* spp. – *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne enterolobii*, melhoramento, resistência.

I. Universidade de Brasília. PPG/FIT.

II. Reação de acessos de *Manihot* spp. ao nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.).

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Zilton e Divaina, por tudo que são para mim, por todos os ensinamentos, apoio, carinho e cuidado que sempre tiveram comigo. A minha irmã, Lorrainy, que sempre esteve presente, mesmo que em grande parte por mensagens. À minha avó Maria, pelas lições de vida, simplicidade e amor. Ao Ricardo, por todo incentivo, torcida e apoio durante o início dessa jornada.

Aos colegas e amigos pela amizade e convívio diário, em especial aos mais próximos, Rildo Alexandre, Aline Silva, Jennifer Decloquement, Juliana de Fátima, Lincon Rafael, Pollyane Hermenegildo, João Lucas, Caio Felipe, Justino Dias, Ramon Lira, Samuel Galvão e Débora Guterres.

Em especial ao Lincoln Vicente, a quem não tenho palavras suficientes para expressar minha enorme gratidão. Agradeço-lhe por todo carinho, apoio e convivência incansável ao longo desse período.

À Raycenne Leite, que não mediu esforços em me ajudar nas avaliações, compartilhando seu conhecimento sobre a área, tornando as atividades mais eficientes e divertidas.

Aos amigos, Caio Augusto, Micheline Dias, Kamila Araújo, Daniela Stefanelo e Carina Lopes pela colaboração e conhecimentos a mim dedicados.

Às melhores amigas que eu poderia ter, Amanda Araújo, Erica Cristina e Érica Castro, obrigada por todas as risadas e incentivos nas horas difíceis.

Ao professor Daniel Diego, pelos conselhos e ensinamentos a mim depositados durante o início dessa trajetória.

Aos funcionários da Estação Experimental de Biologia da UnB pelo suporte durante o desenvolvimento dos experimentos. Aos alunos da disciplina de Pesquisa, Amanda, Letícia e Jackson, pela grande ajuda na coleta dos dados.

Ao meu orientador Professor Juvenil Enrique Cares, por todo apoio, experiência, paciência e dedicação para realização desse trabalho. Ao professor Jansen Santos, pela colaboração, conhecimento e disposição.

Agradeço a Prof. Denise Vilela de Rezende, pelo suporte financeiro, a Dr. Regina Carneiro por ter cedido o inóculo inicial para execução do projeto e ao Dr. Josefino de Freitas Fialho e Dr. Eduardo Alano Vieira, por prover o material propagativo da cultivar de mandioca Pioneira.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior – Programa CAPES-PROF.

Agradeço ao Prof. Jansen Rodrigo Pereira Santos e Dr. Danielle Yasmin Hashimoto Freitas por comporem a banca examinadora.

Ao Professor Nagib Nassar por todo o conhecimento a mim proporcionado durante o o período do meu mestrado.

Agradeço a Fundação Nagib Nassar para Desenvolvimento Científico e Sustentável (FUNAGIB) pela concessão da bolsa de Mestrado.

Trabalho realizado junto ao Departamento de Fitopatologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, sob orientação do Professor Juvenil Enrique Cares, com apoio da Fundação Nagib Nassar (FUNAGIB).

**REAÇÃO DE ACESSOS DE *Manihot* spp. AO NEMATOIDE DAS GALHAS
(*Meloidogyne* spp.)**

DEZIANY DA SILVA FERREIRA

DISSERTAÇÃO APROVADA em: ___/___/____ por:

Prof. Jansen Rodrigo Pereira Santos
(Examinador Interno)

Dr. Danielle Yasmin Hashimoto Freitas
(Examinador Externo)

Prof. Juvenil Enrique Cares
Universidade de Brasília (Presidente – Orientador)

**BRASÍLIA – DISTRITO FEDERAL
BRASIL
2019**

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	ii
LISTA DE FIGURAS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	vi
INTRODUÇÃO	8
1 REVISÃO DE LITERATURA	11
1.1 A cultura da mandioca	11
1.2 Nematoides associados à mandioca	15
1.2.1. Nematóide das galhas (<i>Meloidogyne</i> spp.)	16
1.2.1.1 <i>Meloidogyne incognita</i> (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949	17
1.2.1.2 <i>Meloidogyne javanica</i> (Treub, 1885), Chitwood, 1949	18
1.2.1.3 <i>Meloidogyne enterolobii</i> Yang & Eisenback, 1983	18
1.3. Reação de acessos de mandioca ao nematóide das galhas	19
2 MATERIAL E MÉTODOS	21
2.1 Caracterização da área experimental	21
2.2 Descrição dos acessos avaliados	21
2.3 Delineamento experimental	24
2.4 Obtenção, identificação e multiplicação de <i>Meloidogyne</i> spp.	24
2.5 Plantio das manivas, preparo de suspensões e inoculação das plantas de mandioca	25
2.7 Análises estatísticas	30
3 RESULTADOS	31
4 DISCUSSÃO	41
5 CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Critério para avaliação de redução do fator de reprodução adotado por Moura & Régis (1987)	29
Tabela 2. Reação de acessos de mandioca inoculados com 5000 ovos de <i>Meloidogyne javanica</i> , baseada no índice de massa de ovos (IMO) índice de galhas (IG), número de ovos e juvenis de segundo estágio (PF), número de ovos por grama de raiz (NOGR), fator de reprodução (FR) e Redução do FR (%RFR), referentes ao Experimento 1.....	35
Tabela 3. Reação de acessos de mandioca inoculados com 5000 ovos de <i>Meloidogyne incognita</i> , baseada no índice de massa de ovos (IMO) índice de galhas (IG), número de ovos e juvenis de segundo estágio (PF), número de ovos por grama de raiz (NOGR), fator de reprodução (FR) e Redução do FR (%RFR), referentes ao Experimento 1.....	36
Tabela 4. Reação de acessos de mandioca inoculados com 5000 ovos de <i>Meloidogyne enterolobii</i> , baseada no índice de massa de ovos (IMO) índice de galhas (IG), número de ovos e juvenis de segundo estágio (PF), número de ovos por grama de raiz (NOGR) e fator de reprodução (FR), referentes ao Experimento 1.....	37
Tabela 5. Reação de acessos de mandioca inoculados com 5000 ovos de <i>Meloidogyne javanica</i> , baseada no índice de massa de ovos (IMO) índice de galhas (IG), número de ovos e juvenis de segundo estágio (PF), número de ovos por grama de raiz (NOGR), fator de reprodução (FR) e Redução do FR (%RFR), referentes ao Experimento 2.....	38
Tabela 6. Reação de acessos de mandioca inoculados com 5000 ovos de <i>Meloidogyne incognita</i> , baseada no índice de massa de ovos (IMO) índice de galhas (IG), número de ovos e juvenis de segundo estágio (PF), número de ovos por grama de raiz (NOGR), fator de reprodução (FR) e Redução do FR (%RFR), referentes ao Experimento 2.....	39
Tabela 7. Reação de acessos de mandioca inoculados com 5000 ovos de <i>Meloidogyne enterolobii</i> , baseada no índice de massa de ovos (IMO) índice de galhas (IG), número de ovos e juvenis de segundo estágio (PF), número de ovos por grama de raiz (NOGR) e fator de reprodução (FR), referentes ao Experimento 2.....	40

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Experimento 1 - Manivas de mandioca já plantadas (A), plantas de mandioca 30 dias após o plantio (B), plantas de mandioca aos 60 dias após a inoculação (C e D).....26
- Figura 2:** Experimento 2 - Plantas de mandioca, 20 dias após o plantio (A), plantas de mandioca inoculadas com *Meloidogyne* spp. (B, C e D).....27
- Figura 3:** Plantas da Cultivar Pioneira, Embrapa (A), maniva com raízes 60 dias após inoculação (B) Setas indicando as galhas com massas de ovos em sua superfície *Meloidogyne* spp. (C).....27
- Figura 4:** Maniva de mandioca com raízes 90 dias após plantio (A), raízes de mandioca em corante Floxina B (B), raízes coradas após 20 minutos (C) e galhas com presença de massa de ovos de *Meloidogyne* spp. (D).....28
- Figura 5:** Sintoma típico de galhas resultante da infecção por *Meloidogyne* spp. em raízes de mandioca.....31
- Figura 6.** Experimento 1 – Fator de Reprodução das três espécies de nematoides estudadas (*Meloidogyne javanica* (MJ), *Meloidogyne incognita* (MI) e *Meloidogyne enterolobii* (ME)) inoculadas em acessos de mandioca e tomateiro.....32
- Figura 7.** Experimento 2 – Fator de Reprodução das três espécies de nematoides estudadas (*Meloidogyne javanica* (MJ), *Meloidogyne incognita* (MI) e *Meloidogyne enterolobii* (ME)) inoculadas em acessos de mandioca e tomateiro.....33

RESUMO

FERREIRA, Dezianny da Silva. **Reação de acessos de *Manihot* spp. ao nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.).** 2019. 57p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, DF.

A mandioca (*Manihot esculenta*) é uma planta arbustiva, pertencente à família Euphorbiaceae. O produto comercial mais explorado desta cultura é o amido, fonte de reserva energética, o qual é acumulado nas raízes tuberosas. A produção mundial apresenta crescimento contínuo, devido a contribuição de alguns países africanos. No Brasil, é cultivada em quase todo território, representando uma das culturas de maior importância socioeconômica no país. Diversos fatores podem influenciar a produtividade da cultura, entre eles, problemas causados por patógenos, incluindo ataques por nematoides fitoparasitas que levam a reduções significativas na produtividade. Várias espécies de nematoides têm sido relatadas associadas à cultura da mandioca, em diferentes áreas geográficas. Evidências indicam que os nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.) são o grupo de nematoides mais importante que afetam a cultura, sendo as espécies *M. incognita* e *M. javanica*, consideradas as mais agressivas. 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. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a reação de 10 acessos de *Manihot* spp. (UnB 201, UnB 031, *M. fortalezensis*, Quimera 1, Quimera 2, Quimera 3, UnB 220, UnB 360, UnB 519 e UnB 122), pertencentes à Coleção de Mandioca da Universidade de Brasília, a *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii*. Os estudos foram conduzidos em casa de vegetação da Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília. A cultivar Pioneira considerada suscetível a *Meloidogyne* spp. foi incluída como um padrão de suscetibilidade. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente

casualizado com 5 repetições. Após 40 dias do plantio, as plantas foram inoculadas separadamente com 5000 ovos de cada espécie do nematoide em suspensão depositada ao redor da planta. Sessenta dias após a inoculação, foram estimados o fator de reprodução (FR), o índice de galhas (IG), o índice de massa de ovos (IMO) e o número de ovos por grama de raiz (NOGR). O ensaio foi repetido um mês após. Os acessos expressaram diferentes reações ao parasitismo das três espécies do nematoide. Os acessos UnB 201, UnB 031, UnB 519 e UnB 122 mostraram-se suscetíveis ($FR > 1,0$) a *M. javanica* e a *M. incognita*. A espécie selvagem *M. fortalezensis*, os acessos UnB 220 e UnB 360 foram resistentes a todos os nematoides avaliados. Com exceção da 'Quimera 2', suscetível a *M. incognita* e 'Quimera 3' a *M. javanica*, as quimeras comportaram-se como resistentes a todas as espécies do nematoide avaliadas. Exceto a cultivar Pioneira, todos os acessos de mandioca avaliados foram resistentes a *M. enterolobii*.

Palavras-chave: *Manihot* spp., melhoramento, *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne enterolobii*, resistência.

Orientador- Juvenil Enrique Cares – Universidade de Brasília

ABSTRACT

FERREIRA, Deziany da Silva. **Reaction of accessions of *Manihot* spp. to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.)**. 2019. 57p. Dissertation (Master Program in Plant Pathology) – Universidade de Brasília, DF.

Cassava (*Manihot esculenta*) is a shrub, belonging to the family Euphorbiaceae. The most exploited commercial product of this crop is starch, a source of energy, which is accumulated in the tuberous roots. World production continues to grow, due to the contribution of some African countries. In Brazil, it is cultivated in almost all territory, representing one of the crops of greater socioeconomic importance. Several factors may influence crop yield, including problems caused by pathogens, as plant-parasitic nematodes that lead to significant yield reduction. Several species of nematodes have been reported associated with cassava crop in different geographic areas. Evidence indicates that the root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are the most important group of nematodes that affect the crop, being the species *M. incognita* and *M. javanica*, considered the most aggressive ones. Despite the socioeconomic importance of this crop in Brazil, there is still a lack of information on the association of plant-parasitic nematodes with cassava plants, as well as the behavior of these plants to the parasitism of these agents. Thus, the objective of this study was to evaluate the reaction of 10 accessions of *Manihot* spp. (UnB 201, UnB 031, *M. fortalezensis*, Chimera 1, Chimera 2, Chimera 3, UnB 220, UnB 360, UnB 519 and UnB 122), belonging to the Cassava Collection of the University Brasília, to *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. enterolobii*. The studies were conducted in a greenhouse at the Biological Experimental Station of the University Brasilia. Cultivar Pioneira considered susceptible to *Meloidogyne* spp. was included as a pattern of susceptibility. The experiment was conducted in a completely randomized design with 5 replicates. After 40 days of planting, the plants were inoculated separately with 5000 eggs of each nematode species deposited around the plant. Sixty days after inoculation, the reproduction factor (RF), gall index (GI), index of egg mass (IEM), number of eggs per gram of roots (NEGR) were estimated. The

assay was repeated a month later. The accessions expressed different reactions in relation to the parasitism of the three nematode species. The accessions UnB 201, UnB 031, UnB 519 and UnB 122 were susceptible (FR > 1.0) to *M. javanica* and to *M. incognita*. The wild species *M. fortalezensis*, the accessions 'UnB 220' and 'UnB 360' were resistant to all nematode species evaluated. Except for 'Chimera 2', which was susceptible to *M. incognita* and 'Chimera 3' to *M. javanica*, the chimeras behaved as resistant to all nematodes evaluated. Exception for cv. Pioneira, all accessions tested were resistant to *M. enterolobii*.

Keywords: *Manihot* spp., plant breeding, *Meloidogyne enterolobii*, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*, resistance.

Advisor - Juvenil Enrique Cares - University of Brasília

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é considerada globalmente como a quinta cultura de maior importância quanto à produção e ingestão calórica, atrás apenas do milho, arroz, trigo e batata, respectivamente (Parmar *et al.*, 2017). Sendo as raízes e seus subprodutos consumidos por mais de 800 milhões de pessoas (FAOstat, 2013). Em algumas regiões do mundo, mais de 70% das calorias consumidas diariamente pela população vêm da mandioca, como no Nordeste brasileiro, Gana e Nigéria (África) e em algumas ilhas da Indonésia (Ásia) (Nassar, 2006).

Seu cultivo é limitado principalmente aos trópicos e subtropicais. As raízes podem ser colhidas a partir de seis meses após o plantio, podendo permanecer no solo, ainda viáveis para consumo, por até quarenta e oito meses. A mandioca é considerada uma cultura de segurança alimentar, principalmente por sua alta capacidade de produção sob condições de recursos limitados, como solos de baixa fertilidade e regiões de baixa pluviosidade (Coyne *et al.*, 2006; Coyne *et al.*, 2018).

A cultura da mandioca possui uma vasta diversidade genética, sendo muito utilizada em programas de melhoramento, visando maior desempenho de características agrônomicas, além de resistência a pragas e doenças (Fukuda *et al.*, 2005). A fim de preservar essa diversidade, coleções e bancos de germoplasma foram criados, encontrando-se distribuídos em todo o mundo, sendo a maioria concentrados na América do Sul (Costa & Morales, 1992).

Diversos fatores podem influenciar a produtividade da cultura, entre eles problemas causados pela incidência de patógenos, ocasionando o surgimento de doenças (Ferreira *et al.*, 2012), incluindo ataques por nematoides fitoparasitas que levam a reduções significativas na produtividade (Garrido *et al.*, 2008; Rosa *et al.*, 2014).

Várias espécies de nematoides têm sido relatadas associadas à cultura da mandioca em diferentes áreas geográficas. Há evidências que os nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.) são o grupo mais importante de fitonematoides que afetam a cultura da mandioca, sendo as espécies *M. incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 e *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949 consideradas as mais agressivas (Coyne, 1994), causando perdas em campos de mandioca de até 87% (Cavenes, 1982). Com relação a *M. enterolobii* (Yang & Eisenback, 1983), apesar de sua crescente disseminação, pouco se sabe sobre os efeitos de sua interação com mandioca, embora já tenha sido relatado na região norte do Brasil parasitando a cultura da mandioca, sendo este o primeiro relato do nematoide na cultura (Rosa *et al.*, 2014).

Os nematoides das galhas são responsáveis por causar perdas na produção que variam de leves a totais, sendo o grau de prejuízo dependente da densidade populacional do nematoide, suscetibilidade do acesso da hospedeira e das condições ambientais (Carneiro *et al.*, 2006). Plantas de mandioca infectadas com nematoides das galhas apresentam folhagem de coloração amarelada e geralmente murchas, mesmo em boas condições de umidade, enquanto que as raízes geralmente mostram-se com formação de nódulos (galhas) e ramificações anormais (Massola Júnior & Bedendo, 1997; Garrido *et al.*, 2008). A reação depende tanto da planta quanto da espécie do nematoide (Vuuren & Woodward, 2001).

Estudos da associação de nematoides fitoparasitas com a mandioca ainda são escassos, quando comparado ao número de trabalhos realizados com outras culturas (Asimiea *et al.*, 2015). No entanto, dada a importância global da mandioca atualmente, pesquisas tem sido desenvolvidas visando o entendimento do comportamento dessas plantas ao parasitismo desses agentes, bem como o desenvolvimento de técnicas que auxiliem no manejo de áreas infestadas por esses patógenos (Coyne *et al.*, 2006; Rosa *et al.*, 2014).

Os métodos de controle mais utilizados são rotação de cultura e o uso de cultivares resistentes, tendo a resistência genética como o método mais indicado do ponto de vista prático

e econômico (Freitas & Moura, 1986; Coyne *et al.*, 2012; Rosa *et al.*, 2014). A utilização de plantas resistentes vem proporcionando ao longo dos anos reduções significativas nas populações de nematoides em diversas culturas gerando ganhos na produção final, tornando possível o cultivo em áreas infestadas de forma eficiente e prática, reduzindo contaminações de solo, atmosfera e lençol freático, todas consequências muito comuns da aplicação de produtos químicos (Carneiro *et al.*, 2006).

Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a reação de 10 acessos de *Manihot* spp., pertencentes à Coleção de Mandioca da Universidade de Brasília, à *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii* em condições de casa de vegetação.

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 A cultura da mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta perene, arbustiva, pertencente à família Euphorbiaceae, incluída em um grupo de cerca de 100 espécies do gênero *Manihot* (Rogers & Appan, 1973; Nassar, 2000a). Podem crescer durante anos, formando órgãos de armazenamento subterrâneos laterais na forma de raízes amiláceas (Normanha & Pereira, 1950).

Quanto à distribuição geográfica, vale ressaltar que as espécies nativas do gênero *Manihot* são, sem exceção, oriundas da região tropical do Novo Mundo. Existem quatro centros de diversidade de *Manihot*. O maior é a região central do Brasil (sudeste de Goiás e nordeste de Minas Gerais), que possui 38 espécies relatadas. O segundo é o sudoeste do México, no qual foram encontradas 16 espécies. O terceiro centro de diversidade é o nordeste brasileiro que também detém 16 espécies e o quarto é o oeste de Mato Grosso e a Bolívia, que abrangem 6 espécies (Nassar, 2000b, 2001).

Nassar (2001) propõe como centro de origem a região central do Brasil, devido a sua maior concentração de espécies. Ainda segundo Nassar (2001) os demais centros de diversificação são consequência da migração de povos nativos dessa região. A partir dessa migração houve a hibridização interespecífica com espécies nativas, originando novas espécies. Tal hipótese explica a formação dos demais centros de diversidade. Sua domesticação como cultura agrícola começou há cerca de 5000 a 10000 anos na floresta Amazônica (Allem, 2002) e é considerada como uma das plantas cultivadas mais antigas (Parmar *et al.*, 2017).

Há ambiguidade com relação a origem biológica da espécie cultivada, *Manihot esculenta*. Rogers & Fleming (1973) sugerem que essa espécie seja fruto da seleção feita pelos

povos que a domesticaram, indicando tratar-se de um complexo de espécies com múltiplos sítios de domesticação. Por outro lado, Allem (1994) considera a hibridização de espécies selvagens como o processo mais plausível de origem biológica de *M. esculenta*. Para esse autor as espécies *M. flabellifolia* (Pohl) Cifferi e *M. peruana* (Mueller) Allem são os prováveis progenitores de *M. esculenta*. Nassar (2001) também considera a hibridização como principal evento da origem de *M. esculenta*, porém com outros progenitores, sendo *M. epruniosa* Pax & Hoffman e *M. brachyandra* Pax & Hoffman as espécies sugeridas como ancestrais.

O produto comercial mais explorado desta cultura é o amido, fonte de reserva de carboidratos do vegetal, o qual é acumulado nas raízes tuberosas (Normanha & Pereira, 1950; Morais *et al.*, 2014), embora a folha também possa ser consumida, sendo considerada como a maior fonte de proteínas da planta (FAOstat, 2013). A cultura exige baixo investimento de capital e trabalho, uma vez que utiliza de forma eficiente os nutrientes da água e do solo, é bastante tolerante à seca e a solos ácidos ou inférteis. Além disso, se recupera rapidamente de danos causados por pragas e doenças e é eficiente em converter a energia do sol em carboidratos (Nassar & Ortiz, 2010; FAOstat, 2013).

A produção mundial de mandioca apresenta um crescimento contínuo, porém com maior destaque durante os anos de 2010 a 2014, quando se registrou um aumento de 13%, passando de 243 milhões para 270 milhões de toneladas de raiz (FAOstat, 2013), concentrados nas regiões equatoriais tropicais, compreendendo a África Central e Ocidental (Nigéria e Gana), região norte do Brasil, Indonésia e Tailândia. Este crescimento deveu-se principalmente à contribuição de alguns países africanos, onde a cultura da mandioca tornou-se um alimento de extrema importância na dieta da população (Parmar *et al.*, 2017).

No Brasil, é cultivada em quase todo o território nacional, sendo uma das culturas de maior importância socioeconômica no país (Ferreira Filho *et al.*, 2013). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção brasileira de raiz de mandioca atingiu

20,6 milhões de toneladas no ano de 2017. Em comparação ao ano anterior, foi observado um decréscimo na produção de 13,08%. Uma hipótese para o ocorrido é a redução da área colhida, passando de 1,55 milhões de hectares para 1,41 milhões de hectares, observada principalmente nos estados do Pará e Paraná (CONAB, 2017).

A mandioca pode ser dividida em dois grupos: mandiocas mansas e mandiocas bravas. São classificadas conforme a capacidade de armazenamento de glicosídeos cianogênicos, que quando hidrolizados, liberam cianeto de hidrogênio (HCN) nos tecidos das raízes, a depender da idade, variedade e condições ambientais, como umidade e temperatura do solo (Bridge *et al.*, 2005). Para ser considerada mansa, seu teor de cianeto de hidrogênio deve ser menor que 100 ppm em raízes frescas, enquanto que para as mandiocas bravas, o teor deve ser maior que 100 ppm (Aquiles, 2014; Teixeira *et al.*, 2017).

A propagação da mandioca se dá principalmente por partes vegetativas, podendo ser também via sementes (geralmente utilizadas somente em programas de melhoramento). Quando da propagação vegetativa, são utilizadas estacas semi-lenhosas, denominadas manivas, das quais saem raízes adventícias que começam a tuberizar cerca de um mês após o plantio. Essa tuberação é resultado do acúmulo de amido principalmente no xilema (Indira & Kurian, 1977; Bomfim, 2011).

Por se tratar de uma cultura que possui grande diversidade genética, a mandioca é muito utilizada em programas de melhoramento, devido a sua ampla base genética, o que proporciona fonte de resistência às principais pragas e doenças que afetam o cultivo, além de adaptação a condições edafo-climáticas (Fukuda *et al.*, 2005; Lalusin *et al.*, 2018).

Para conservação dessa diversidade genética, foram criadas coleções e bancos de germoplasma que se encontram distribuídos em todo o mundo. Segundo Costa & Morales (1992) aproximadamente 8500 acessos de mandioca são mantidos no mundo, dos quais 7500 estão concentrados na América do Sul. No Brasil, já foram catalogados cerca de 4132 acessos

mantidos em coleções em todo o país, sendo a Coleção de Mandioca da Universidade de Brasília, uma das responsáveis por manter parte desses acessos.

O melhoramento de mandioca iniciou-se no Brasil, com os trabalhos de Zehntner (1919), no estado de São Paulo. Em 1935, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), começou a realizar estudos sobre a variabilidade entre cultivares locais, sendo em 1940, iniciados trabalhos de recombinação por meio de cruzamentos controlados, seguidos de seleção para produtividade, bom padrão culinário, baixo teor de ácido cianídrico e alto teor de matéria seca, além de resistência a doenças (Normanha, 1971).

Trabalhos visando o melhoramento da mandioca vem sendo realizados por várias instituições, entre elas: Embrapa Mandioca e Futricultura Tropical, Instituto Agrônomo de Campinas, e o Instituto Agrônomo do Paraná (Valle & Lorenzi, 2014). Espécies silvestres de *Manihot* têm sido utilizadas na introdução de genes úteis através de hibridizações (Nassar, 1979; Nassar & Ortiz, 2008), por serem consideradas importantes fontes de resistência (Neves *et al.*, 2014). Os programas de melhoramento da mandioca têm se concentrado na simples seleção clonal e na hibridização entre cultivares (Ceballos *et al.*, 2004; Nassar & Ortiz, 2008; Bomfim, 2014).

O processo de produção de quimeras interespecíficas se dá pela combinação de duas espécies, sendo uma espécie silvestre (enxerto) e uma espécie cultivada (porta enxerto). Dessa forma, realiza-se o enxerto, por garfagem em bisel e ao final da estação de crescimento, os brotos que exibem caracteres distintos, são propagados vegetativamente para reconhecimento dos tecidos constitutivos e estudo das características dos frutos, folhas e raízes (Bomfim, 2014).

1.2 Nematoides associados à mandioca

O Filo Nematoda constitui um dos grupos mais numerosos e diversos em termos de riqueza de espécies. Estima-se um total de mais de um milhão de espécies, sendo 27 mil já descritas. Cerca de 4.100 espécies já foram documentadas como nematoides fitoparasitas, causando perdas na agricultura estimadas em mais de US\$ 100 bilhões anuais (Hassan *et al.*, 2013).

Os nematoides fitoparasitas possuem diferentes tipos de interação com seus hospedeiros, baseados em seu hábito alimentar. Basicamente, podem ser divididos em: ectoparasitas migratórios, os quais migram no solo e se alimentam de raízes à medida que as encontram; ectoparasitas sedentários que introduzem apenas o estilete nas raízes e as fêmeas tornam-se sedentárias; endoparasitas migratórios, que penetram no hospedeiro e migram através dos tecidos, causando danos; os endoparasitas sedentários, que estabelecem sítios de alimentação no interior da raiz, onde fêmeas de corpo dilatada permanecem até o fim da vida e os semi-endoparasitas, que podem ser migratórios, ou penetrar parcialmente na planta hospedeira estimulando a formação de um sítio de alimentação onde a fêmea sedentária permanece imóvel.

Espécies de nematoides têm sido encontradas associadas à cultura da mandioca em diferentes regiões geográficas (Coyne, 1994; Bridge *et al.*, 2005). Embora haja uma lista extensa, a maioria dos nematoides relatados tem importância limitada na cultura (Bridge *et al.*, 2005), que raramente recebe a atenção de nematologistas, devido a uma crença errônea de que a mandioca é muito resistente para ser significativamente danificada por nematoides (Akinsanya & Afolami, 2018).

Entre os nematoides mais frequentes associados à cultura da mandioca incluem, *M. incognita*, *M. javanica*, *Pratylenchus brachyurus* (Goldfrey, 1929) Filipjev & Schuurmans

Strekhoven, 1941, *Rotylenchulus reniformis* (Linford & Oliveira, 1940), *Helicotylenchus erythrinae* (Zimmermann, 1904) Golden, 1956 e *H. dihystra* (Cobb, 1893) Sher, 1966 (McSorley *et al.*, 1983; Coyne, 1994; Bridge *et al.*, 2005; Coyne *et al.*, 2006; Rosa *et al.*, 2014; Asimiea *et al.*, 2015).

1.2.1. Nematóide das galhas (*Meloidogyne* spp.)

Os nematóides do gênero *Meloidogyne* Göldi, 1892 são parasitas obrigatórios, formadores de galhas em raízes, distribuídos mundialmente e considerados como uma das restrições bióticas mais importantes que afetam a produção agrícola (Coyne *et al.*, 2012; Jones *et al.*, 2013). Segundo Moens *et al.* (2009), podem-se listar quatro espécies mais importantes: *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 (regiões tropicais) e *M. hapla* Chitwood, 1949 (regiões temperadas) e outras cinco como espécies emergentes: *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback, 1983, *M. chitwoodi* Golden, O'Bannon, Santo & Finley, 1980, *M. fallax* (Van Meggelen, 1994) Karssen, 1996, *M. minor* Karssen, Bolk, Van Aelst, Van den Beld, Kox, Korthals, Molendijk, Zijlstra, Van Hoof & Cook, 2004 e *M. paranaensis* Carneiro, Carneiro, Abrantes, Santos & Almeida, 1996.

As fêmeas adultas fazem a postura de ovos em matriz gelatinosa protetora, formando uma massa de ovos, que pode ser encontrada na superfície das raízes ou inclusas em tecidos de galhas radiculares. Após a embriogênese, ainda no ovo, o juvenil de primeiro estágio (J1) após uma ecdise passa ao segundo estágio (J2). Há então a eclosão do J2 que é o estágio infectante. Os J2s procuram a zona de alongação da raiz e penetram, estabelecendo seu sítio de alimentação, induzindo a formação de células gigantes multinucleadas em células do parênquima vascular. Se alimentam até atingir o final do estágio J2, em seguida passam pelos próximos dois estágios (J3 e J4) sem se alimentar, por ter perdido o estilete, até chegar à fase adulta, mais uma

vez com estilete. Os machos são vermiformes e deixam as raízes, enquanto que as fêmeas, se dilatam e começam a produção de ovos.

Os nematoides das galhas estabelecem e mantêm um relacionamento íntimo com a planta hospedeira durante o parasitismo (Castagnone-Sereno *et al.*, 2013). Plantas infectadas apresentam-se com crescimento reduzido, folhas amareladas e as vezes murchas, e em condições de ataques mais severos, ocorre a morte das mesmas. Além da formação das células gigantes multinucleadas (Huang & Maggenti, 1969a; 1969b), ocorre a hiperplasia de células parenquimáticas do córtex e do cilindro central, resultando na formação de galhas, as quais comprometem o fluxo de fotoassimilados, água e nutrientes pela planta. Pode ocorrer a predisposição do sistema radicular, à invasão por outros patógenos, como fungos e bactérias, resultando em doenças complexas.

1.2.1.1 *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949

Meloidogyne incognita é considerada uma das espécies de maior distribuição entre os nematoides das galhas existentes. Considerada cosmopolita e de fácil disseminação, é encontrada em todas as regiões tropicais e restrita a casas de vegetação em regiões temperadas (Karssen & Moens, 2006; Silva, 2015). O ciclo biológico dura em média quatro semanas, variando de acordo com a temperatura, umidade e hospedeira. Cada fêmea produz em média 400 ovos, o que gera rápido aumento da população (Ferraz & Monteiro, 2011).

O sintomas diretos e indiretos provocados por *M. incognita* são: formação de galhas, redução no volume do sistema radicular, descolamento cortical, raízes digitadas, rachaduras em tubérculos, formação de reboleiras, desencadeamento de deficiências de minerais, murcha das plantas, desfolha e redução da produtividade.

Na cultura da mandioca, *M. incognita* pode ser considerado como o nematoide de parasitismo mais severo, com sintomas na parte aérea e muitas galhas no sistema radicular (Zem *et al.*, 1978; Caveness, 1980; Makumbi-Kidza *et al.*, 2000; Carneiro *et al.*, 2006).

1.2.1.2 *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885), Chitwood, 1949

Meloidogyne javanica é uma espécie polífaga que possui ampla distribuição no Brasil (Carvalho, 2017) e é capaz de se reproduzir em mono e dicotiledôneas (Perry & Moens, 2013). De acordo com Ferris & Van Gundy (1979), existem diferentes faixas ótimas de temperatura para *M. javanica*, variando de acordo com as fases no ciclo de vida, fazendo com que esses nematoides se adaptem a diversas condições climáticas.

Meloidogyne javanica é considerada uma das espécies de maior importância do gênero, dada a extensão dos danos causados a diversas culturas (Pinheiro *et al.*, 2018). Na cultura da mandioca, *M. javanica* é considerada como a segunda espécie em importância, ficando atrás somente de *M. incognita* (Bridge *et al.*, 2005).

1.2.1.3 *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback, 1983

Desde o ano de 1991, há registros importantes de danos causados por *M. enterolobii* em diversos países. No Brasil, foi registrada em 2001, denominada *M. mayanguensis* Rammah & Hirschmann, 1988, sendo depois observado que se tratava da mesma espécie, causando prejuízos em pomares de goiaba nos estados de Pernambuco e Bahia (Carneiro *et al.*, 2001). Essa espécie tem causado sérios prejuízos em diferentes culturas, considerada por Rodriguez *et al.* (2007) como uma das mais agressivas dentro do gênero. De modo geral, as plantas parasitadas por esse nematoide apresentam grande número de galhas, resultando na ausência ou diminuição de radículas (Silva *et al.*, 2014).

Segundo Carneiro *et al.* (2001) *M. enterolobii* possui potencial de multiplicação superior a *M. incognita* em cultivares suscetíveis de tomateiro, sendo capaz de quebrar a resistência da cultivar Rossol de tomateiro portadora do gene Mi, assim como da cultivar CDH de batata doce e da soja cv. Forest, todas portadoras de genes que conferem resistência às principais espécies de nematoides das galhas (Sasser & Kirby, 1979).

Quanto à associação de *M. enterolobii* com plantas de mandioca, houve apenas um relato até o momento, feito por Rosa *et al.* (2014), na região norte do Brasil.

1.3. Reação de acessos de mandioca ao nematoide das galhas

Resistência em nematologia basicamente é caracterizada pelos efeitos de genes de uma dada planta hospedeira em restringir ou prevenir a multiplicação de um determinado nematoide em seus tecidos (Trudgill, 1991).

Plantas resistentes podem permitir a penetração de um número de nematoides semelhantes às suscetíveis, ou seja, salvo casos excepcionais, a resistência não protege a planta da invasão pelo nematoide (Moura, 1997). Segundo Jung & Wyss (1999), ao ocorrer a invasão em plantas resistentes, a indução do sítio de alimentação é inibida, fazendo com que poucos nematoides cheguem à fase adulta, não permitindo a formação de galhas e demais consequências.

Podem ocorrer três possíveis tipos de interações entre plantas e nematoides: neutra, também denominada imune, em que a planta não é reconhecida, penetrada ou parasitada pelo nematoide; compatível, quando funciona como hospedeiro adequado, ocasionando reação de suscetibilidade; ou incompatível, funcionando como hospedeiro inadequado, ocasionando reação de hipersensibilidade (Trudgill, 1991; Barker, 1993).

Recentemente, pesquisas estão sendo realizadas pelo Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) e Instituto Nacional de Pesquisa de Raízes, ambos localizados no continente africano, a fim de desenvolver cultivares de mandioca com alta produtividade, tolerância/resistência à doença do mosaico da mandioca, e maior teor de matéria seca. Entretanto, poucos são os trabalhos sobre resistência e/ou suscetibilidade de mandioca ao nematoide das galhas (Adegbite, 2017).

Mesmo sabendo-se que o controle por meio de cultivares resistentes é o método mais econômico, seguro e prático e o fato da cultura da mandioca possuir grande importância socioeconômica, ainda são poucas as informações sobre as interações entre plantas de mandioca e nematoides fitoparasitas (Freitas & Moura, 1986; Carneiro *et al.*, 2006; Rosa *et al.*, 2014).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área experimental

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação na Estação Experimental de Biologia (EEB) da Universidade de Brasília. As avaliações foram realizadas no Laboratório de Nematologia do Departamento de Fitopatologia da Universidade de Brasília, Campus Darcy Ribeiro.

2.2 Descrição dos acessos avaliados

Manihot esculenta cv. UnB 201: Arbusto com até 2 m ramificado, ereto, tronco com 5-10 cm de diâmetro, com látex. Caule jovem e maduro glabros, caule jovem marrom arroxeadado, caule maduro marrom com casca grossa, geralmente ramificando-se em dois ramos. Folhas membranáceas, alternas, palmadas, sete lobos, raramente simples, lobos lanceolados com ápice agudo, face adaxial verde brilhante, face abaxial levemente clara. Raízes com formato predominantemente cônico, produzindo 4 kg/planta, rico em caroteno. É conhecida pela sua boa qualidade nutricional e sabor, porém com baixa produtividade (Nassar *et al.*, 2011a). É particularmente suscetível à infestação por brocas e altamente vulnerável à seca (Bomfim, 2014).

Manihot esculenta cv. UnB 031: Arbusto com até 2,20 m ramificado, ereto, tronco com 8-10 cm de diâmetro. Caules jovens e maduros glabros, caules maduros verde acinzentado. Folhas palmadas, cinco lobos, face adaxial verde brilhante, face abaxial levemente clara. Raízes com formato predominantemente cônico, com 30 cm de comprimento e coloração branca. Híbrido entre *M. esculenta* e *M. dichotoma* Ule (Freitas, 2013).

Manihot fortalezensis Nassar, Ribeiro, Bomfim & Gomes: Arbusto alto, até 5,5m, tronco com 5-10 cm de diâmetro, com látex abundante. Caules jovens e maduros glabros, caules jovens com cor levemente azulada, caules maduros com casca marrom brilhante, geralmente sem ramificação, ou quando ramificado com poucas ramificações. Folhas membráceas a pouco coriáceas, alternadas, palmadas, cinco, seis e sete lobos obovados com ápice agudo, margens inteiras e levemente onduladas, lobos nunca panduriformes, face adaxial verde brilhante a levemente marrom, face abaxial azulada e clara, lobos inferiores um pouco menores, não simétricos (Bomfim, 2014).

Quimera 1: Arbusto semiereto de aproximadamente 5 m, um a dois caules centrais saindo da mesma base, 5-10 cm em diâmetro, 5-6 m de altura com um ano. Ramificação decumbente. Padrão de ramificação dicótomo e tricótomo. Caules jovens roxos. Nós e cicatrizes das estípulas levemente proeminentes. Folhas palmadas com dois a cinco lobos, semi-peltadas à emarginadas, face adaxial verde escuro e face abaxial verde esbranquiçado. Lobos centrais obovados com ápice subapiculado. Raízes comestíveis com 60-70 cm cada, cilíndricas, 10 cm de diâmetro, peso 10-12 kg, polpa macia e com cheiro de ácido cianídrico. Foram combinadas duas espécies de *Manihot*, sendo *M. esculenta* cv. UnB 201 (espécie cultivada) e *M. fortalezensis* (espécie selvagem) (Bomfim, 2014).

Quimera 2: Arbusto semiereto cerca de 5 m, um a dois caules centrais saindo da mesma base, 4-5cm de diâmetro, ramificações semieretas. Caules verde acinzentados. Folhas plamadaas com três a cinco lobos, geralmente cinco lobos, faces abaxial e adaxial verde escuro. Comprimento do pecíolo 8-15 cm. Raízes comestíveis com 1,5 m cada, cilíndricas, peso 10-12 kg, de coloração branca. Foram combinadas duas espécies de *Manihot*, sendo *M. esculenta* cv. UnB 031 (espécie cultivada) e *M. fortalezensis* (espécie selvagem).

Quimera 3: Arbusto semiereto cerca de 4 m, um a dois caules centrais saindo da mesma base, 2-5 cm diâmetro, ramificações semieretas, dicótoma e tricótoma. Caules jovens roxos.

Parte superior dos caules jovens tetragonal. Nós e cicatrizes das estípulas proeminentes. Folhas palmadas com um a sete lobos, geralmente com cinco lobos, brevi-peltados, faces abaxial e adaxial verde escuro. Raízes tuberosas cilíndricas com até 90 cm de comprimento. Predominantemente tuberosas com 5 cm diâmetro e periderme creme. Foram combinadas duas espécies de *Manihot*, sendo *M. esculenta* cv. UnB 032 (espécie cultivada) e *M. fortalezensis* (espécie selvagem) (Bomfim, 2014).

Manihot esculenta cv UnB 220: Arbusto com até 2 m ramificado, semiereto, tronco com 8-10 cm de diâmetro. Caule vermelho arroxeadado. Folhas palmadas, cinco a sete lobos, face adaxial verde brilhante, face abaxial levemente clara. Raízes com formato predominantemente cônico, com 30 cm de comprimento e coloração branca.

Manihot esculenta cv. UnB 360: Arbusto com até 2 m ramificado, semiereto, tronco com 9-10 cm de diâmetro. Caule vermelho esverdeado. Folhas palmadas, cinco a sete lobos, face adaxial verde brilhante, face abaxial levemente clara. Raízes com formato predominantemente cônico, com 30 cm de comprimento e coloração branca.

Manihot esculenta cv. UnB 519: Arbusto com até 3 m ramificado, semiereto, tronco com 13 cm de diâmetro. Caule maduro verde acinzentado. Folhas palmadas, sete lobos, face adaxial verde brilhante, face abaxial levemente clara. Raízes com formato predominantemente cônico, com 50 cm de comprimento e coloração branca.

Manihot esculenta cv. UnB 122: Arbusto com até 1,50 m ramificado, semiereto a procumbente, tronco com 5-10 cm de diâmetro, com látex. Caules jovens e maduros glabros, caule jovem verde acinzentado, caule maduro com casca marrom grossa, geralmente ramificando-se em três ramos. Folhas membranáceas, alternas, palmadas, simples ou com três ou cinco lobos ovóides com ápice agudo, margens inteiras a levemente onduladas, face adaxial verde brilhante, face abaxial levemente clara. Raízes com formato predominantemente

cilíndrico. Resultante da segunda geração de um híbrido natural entre *M. anomala* Pohl e *M. esculenta*, obtida e propagada na Extensão Experimental de Biologia (Bomfim, 2011).

2.3 Delineamento experimental

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com 10 tratamentos, sendo 5 repetições em cada, para as espécies *M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii*. Foram realizados em casa de vegetação em período compreendido entre junho de 2018 e fevereiro de 2019, sendo dividido em dois experimentos: experimento 1, realizado de 14/09/2018 a 24/12/2018 e o experimento 2 de 18/10/2018 a 28/01/2019. Como testemunha positiva foi utilizada uma cultivar de mandioca da Embrapa cv. Pioneira, apenas no segundo experimento, a qual foi submetida às três espécies de *Meloidogyne*, sendo ainda, utilizadas plantas de tomateiro para confirmação da qualidade do inóculo nos dois experimentos.

2.4 Obtenção, identificação e multiplicação de *Meloidogyne* spp.

As populações foram cedidas pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN). As populações puras dessas espécies foram multiplicadas em plantas de tomateiro cv. Santa Clara e mantidas em casa de vegetação na Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília.

Para obtenção das plantas utilizadas como hospedeiras na multiplicação dos nematoides, sementes de tomateiro foram plantadas em bandejas com substrato Plantmax[®] e transplantadas para sacos plásticos contendo mistura autoclavada de solo e areia na proporção de 1:1.

As espécies de cada inóculo foram confirmadas utilizando-se a técnica eletroforese de isoenzimas (Alonso & Alfenas, 1998) para obtenção do fenótipo das esterases. Para tal, fêmeas

individuais de coloração branco-leitosa foram extraídas das raízes e maceradas em 10 µl de solução extratora (constituída por 2 g de sacarose, 0,2 µl de Triton X-100, 1 mg de azul de bromofenol e 7,8 ml de água destilada). Até o momento da utilização, o extrato foi mantido em gelo. A corrida eletroforética foi realizada em aparelho vertical modelo LCV – 10 x 10 NC (Loccus do Brasil), com gel de poliacrilamida na concentração de 7,5%, seguindo metodologia descrita por Esbenshade & Triantaphyllou (1990), adaptada por Alonso & Alfenas (1998). O gel foi corado em solução contendo os corantes Fast Blue RR e α -naftil acetato.

Após confirmada as espécies do nematoide e a sua pureza, juvenis e ovos foram extraídos de raízes de tomateiro de acordo com a técnica proposta por Hussey & Barker (1973) modificada por Bonetti & Ferraz (1981) e preparados para a multiplicação. Para isso, foram realizadas contagens com o auxílio de Lâmina de Peter e a calibração da suspensão de ovos para 1000 ovos/ml a qual foi inoculada em tomateiros cultivar Santa Clara. Os tomateiros inoculados foram mantidos por aproximadamente três meses em casa de vegetação, sendo o manejo realizado mediante adubações com NPK 04-14-08 e demais tratamentos culturais como podas e manejo de pragas e doenças.

2.5 Plantio das manivas, preparo de suspensões e inoculação das plantas de mandioca

As manivas, de aproximadamente 15 cm cada, foram obtidas de plantas adultas pertencentes à Coleção de Mandioca da Universidade de Brasília, sendo plantadas em sacos plásticos de 8 litros contendo solo e areia autoclavados na proporção de 1:1, colocando-se uma maniva por saco. A irrigação foi feita mediante as necessidades das plantas, sendo realizadas geralmente, com intervalos de dois dias.

O preparo das suspensões foi realizado conforme Hussey & Barker (1973) modificada por Bonetti & Ferraz (1981). Cada espécie foi extraída separadamente das raízes de tomateiro

em que foram multiplicadas. Após 40 dias, cada acesso foi inoculado separadamente com suas respectivas espécies, sendo utilizada uma suspensão de 5 ml contendo 1000 ovos/ml e eventuais juvenis de segundo estágio (J2), depositadas em 3 orifícios de 2 cm de profundidade entorno da planta (Fig. 1 e Fig.2).



Figura 1: Experimento 1 - Manivas de mandioca já plantadas (A), plantas de mandioca 30 dias após o plantio (B), plantas de mandioca aos 60 dias após a inoculação (C e D).



Figura 2: Experimento 2 - Plantas de mandioca, 20 dias após o plantio (A), plantas de mandioca inoculadas com *Meloidogyne* spp. (B, C e D).

O segundo ensaio diferiu do experimento 1 em apenas um ponto, juntamente a ele foi incluída a testemunha positiva (cultivar de mandioca da Embrapa cv. Pioneira) sabidamente suscetível a *M. incognita* e *M. javanica*. (Carneiro *et al.*, 2006) (Fig.3).

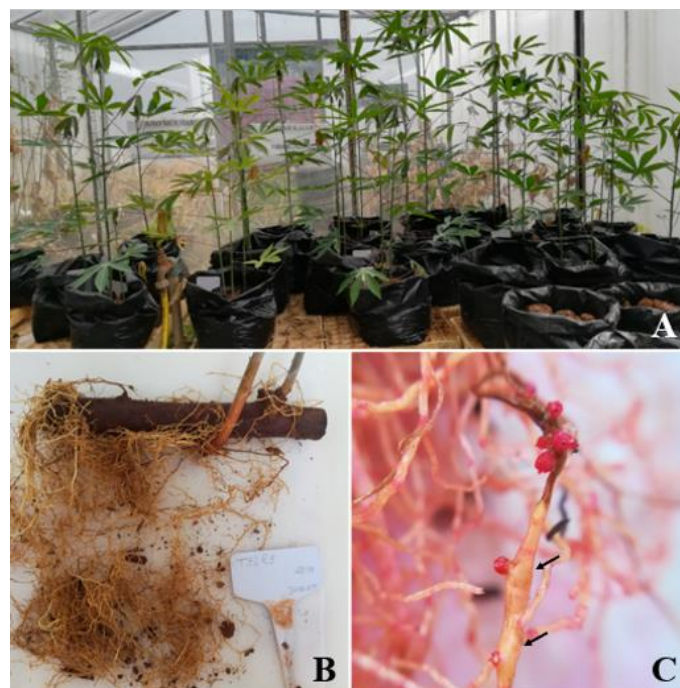


Figura 3: Plantas da Cultivar Pioneira, Embrapa (A), maniva com raízes 60 dias após inoculação (B) Setas indicando as galhas com massas de ovos em sua superfície *Meloidogyne* spp. (C).

2.6 Avaliação das plantas inoculadas

As avaliações foram realizadas 60 dias após a inoculação nos dois experimentos. Foram retirados apenas os sistemas radiculares, os quais foram lavados em água cuidadosamente, e pesados, para posterior cálculo do número de ovos por grama de raiz. Foram então imersos em solução corante de floxina B a 0,0015% por 15-20 minutos (Taylor & Sasser, 1978) para coloração das massas de ovos externas dos nematoides (Fig. 4).

A contagem do número de galhas e massa de ovos foi realizada baseando-se na escala de notas proposta por Taylor & Sasser (1978) para a obtenção do índice de galhas (IG) e índice de massas de ovos (IMO), assim sendo: nota 0 (sem galhas e/ou massas de ovos); nota 1 (1 a 2 galhas e/ou massas de ovos); nota 2 (3 a 10 galhas e/ou massas de ovos); nota 3 (11 a 30 galhas e/ou massas de ovos); nota 4 (31 a 100 galhas e/ou massas de ovos); nota 5 (mais de 100 galhas e/ou massas de ovos).

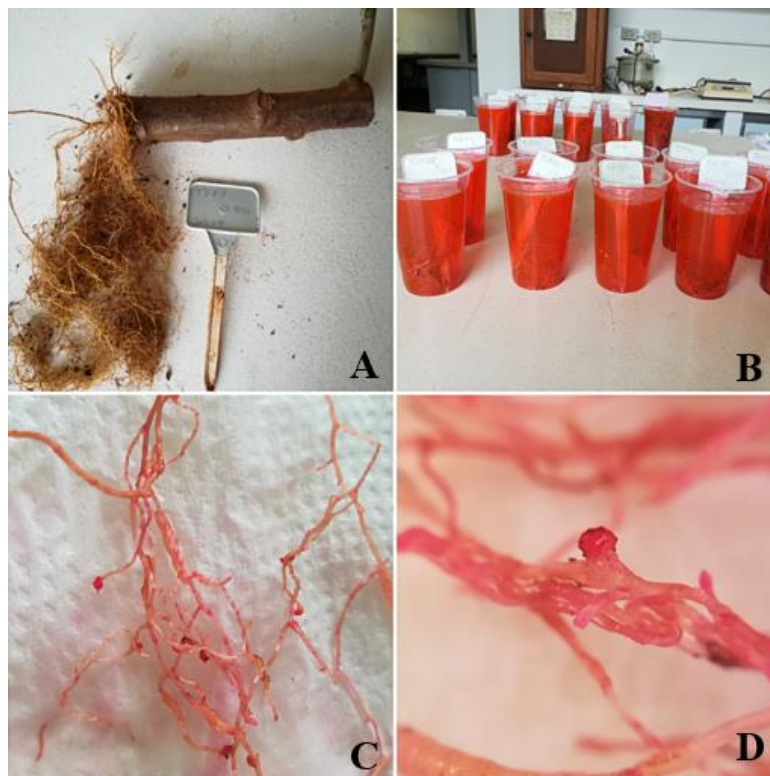


Figura 4: Maniva de mandioca com raízes 90 dias após plantio (A), raízes de mandioca em corante Floxina B (B), raízes coradas após 20 minutos (C) e galhas com presença de massa de ovos de *Meloidogyne* spp. (D).

Empregando-se a técnica de Hussey & Barker (1973) modificada por Bonetti & Ferraz (1981), foi realizada a extração de ovos e juvenis recém-eclodidos (J2). O número de ovos/J2 foi estimado pela contagem em câmara de Peter sob microscópio óptico. Com os valores obtidos, foram determinados o fator de reprodução $FR = \frac{Pf}{Pi}$ para cada tratamento, em que Pf corresponde a população final e Pi, a população inicial (5000 ovos). Com relação à reação dos acessos aos nematoides, foram considerados imunes aqueles que apresentaram FR igual a zero, resistentes, os que apresentaram FR menor que 1,0 e suscetíveis as que apresentaram FR maior que 1,0 (Oostenbrink, 1966).

Nos casos de interações *Meloidogyne* spp./acessos suscetíveis que resultaram em FR discrepantes entre si foi aplicada a escala de Moura & Régis (1987) no sentido de distinguir entre acessos altamente resistentes a altamente suscetíveis (Tabela 1). Assim foi calculado o percentual de redução do Fator de Reprodução (%RFR), em que o acesso que apresentou o mais alto fator de reprodução do nematoide foi considerado como padrão de suscetibilidade, e obtida pela fórmula $RFR = \left(\frac{FRp - FRc}{FRp} \right) \times 100$, em que FRp e FRc correspondem, respectivamente, ao FR do acesso suscetível padrão (para cada espécie do nematoide) e do acesso avaliado. Para o cálculo do RFR, foram considerados os valores de FR, sendo que o RFR não foi calculado para as interações *M. enterobii* vs. acessos de mandioca no primeiro experimento, pois não havia um padrão de suscetibilidade para realização dos cálculos.

Tabela 1. Critério para avaliação de redução do fator de reprodução adotado por Moura & Régis (1987).

% de redução do FR	Classificação da hospedeira
0 - 25	Altamente suscetível (AS)
26 - 50	Suscetível (S)
51 - 75	Pouco resistente (PR)
76 - 95	Moderadamente resistente (MR)
96 - 99	Resistente (R)
100	Altamente resistente (AR) ou imune (I)

Durante os experimentos, as médias de temperatura máximas e mínimas na casa de vegetação foram respectivamente 30,6 °C e 17,7 °C, com temperatura média de 24,1 °C.

2.7 Análises estatísticas

Para análise dos dados procedeu-se a análise de variância (ANOVA). As análises estatísticas foram realizadas no programa Statistica e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para normalização dos dados foram usadas as seguintes transformações: para o experimento 1, houve somente transformação nos valores de *M. javanica* – número de ovos e ovos/g de raiz para $\log(x+1)$ e FR (5000) para $1/(x+1)$ e os índices não foram transformados. Para o experimento 2, para *M. javanica* – com exceção dos índices, todos os demais parâmetros foram transformados para $\log(x)$; *M. incognita* – o número de ovos foi transformado para $\log(x)$, os fatores de reprodução para $\log(x+1)$ e os índices e ovos/g de raiz não foram transformados; *M. enterolobii* – número de ovos e ovos/g de raiz foram transformados para $\log(x+1)$ e os fatores de reprodução para $\log(x)$, enquanto que os índices permaneceram sem transformações. Nas tabelas as médias apresentadas são as originais sem transformação.

3 RESULTADOS

Os acessos de mandioca avaliados apresentaram diferentes graus de reação, em relação ao parasitismo das espécies de *Meloidogyne* estudadas. Todos os acessos de *Manihot* avaliados permitiram o desenvolvimento das três espécies do nematoide em suas raízes (Fig.5), sendo possível a distinção em em diferentes níveis de multiplicação dos nematoides (Tabelas 2 a 7).



Figura 5. Sintoma típico de galhas resultante da infecção por *Meloidogyne* spp. em raízes de mandioca.

Os acessos UnB 201, UnB 031, UnB 519 e UnB 122, permitiram maior multiplicação de *M. javanica* e *M. incognita* nos dois experimentos, conforme tabelas (2, 3, 5 e 6). Com relação às quimeras, com exceção da ‘Quimera 2’, que foi suscetível a *M. incognita* (Tabelas 3 e 6), todas se comportaram como resistentes às três espécies do nematoide, assim como os acessos UnB 220, UnB 360 e a espécie de mandioca selvagem, *M. fortalezensis* (FR< 0,5), que também apresentou resistência às três espécies do nematoide (Tabelas 2 a 7).

Uma particularidade pôde ser observada com relação ao comportamento da ‘Quimera 3’, que no experimento 1 para a espécie *M. javanica* obteve FR ligeiramente abaixo de 1,0 e no experimento 2, apresentou valor FR > 1,0, conforme tabelas 2 e 5. Para *M. enterolobii*, ocorreu a penetração, porém sem considerável multiplicação, mostrando que todos os acessos se comportam como resistentes.

A viabilidade do inóculo das três espécies de *Meloidogyne* estudadas foi confirmada pelo número de ovos produzidos nas plantas de tomate, visto que houve excelente multiplicação em ambos ensaios, apresentando valores de FR sempre acima de 9,0 considerando Pi = 5000 ovos.

A cultivar Pioneira, utilizada como testemunha positiva no segundo experimento, comportou-se como suscetível apresentando fatores de reprodução FR >1,0 para as três espécies do nematoide.

Nas figuras 6 e 7 são apresentados gráficos em grau crescente de suscetibilidade para as espécies estudadas baseado no fator de reprodução para os dois experimentos.

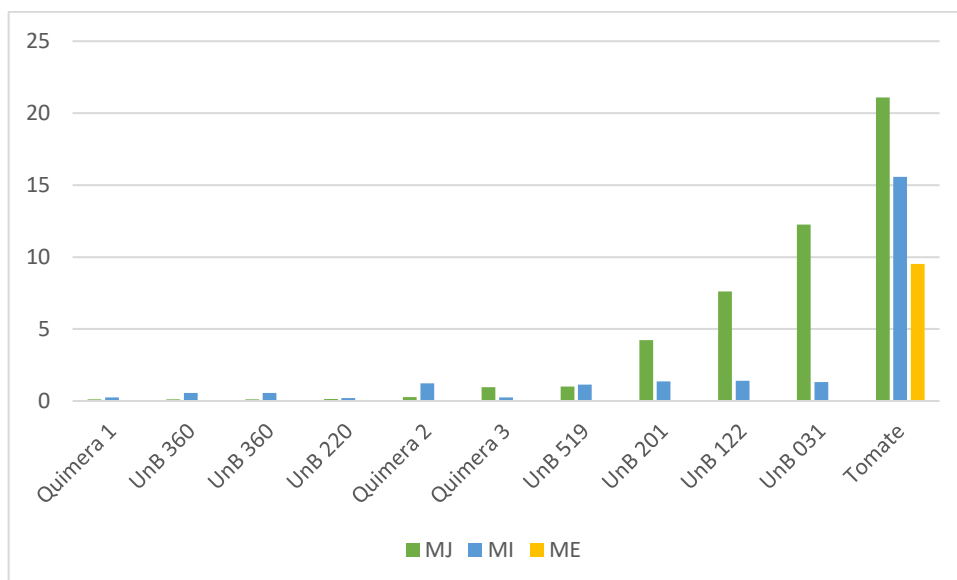


Figura 6. Experimento 1 – Fator de Reprodução das três espécies de nematoides estudadas (*Meloidogyne javanica* (MJ), *Meloidogyne incognita* (MI) e *Meloidogyne enterolobii* (ME)) inoculadas em acessos de mandioca e tomateiro.

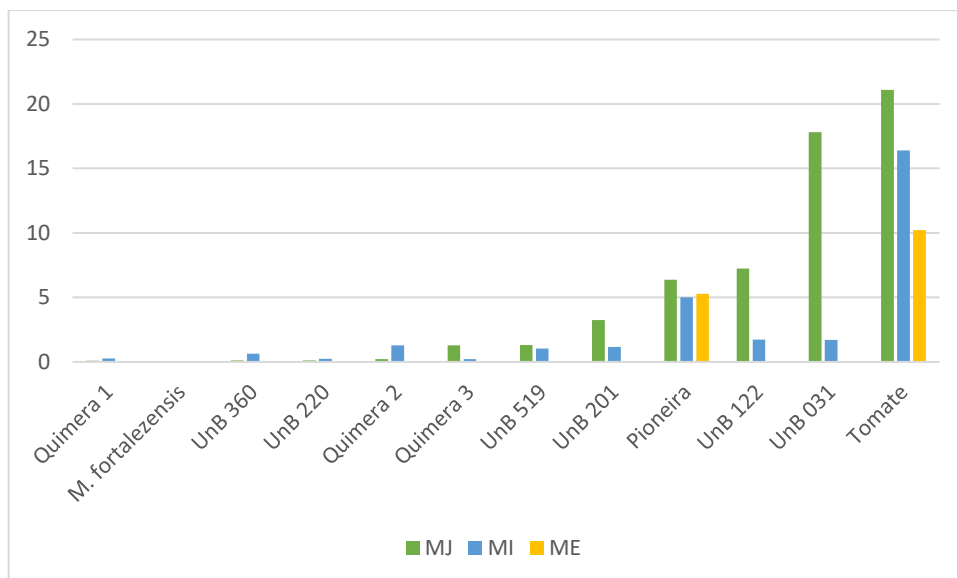


Figura 7. Experimento 2 – Fator de Reprodução das três espécies de nematoides estudadas (*Meloidogyne javanica* (MJ), *Meloidogyne incognita* (MI) e *Meloidogyne enterolobii* (ME)) inoculadas em acessos de mandioca e tomateiro.

Considerando a RFR, tendo cv. Pioneira como padrão de suscetibilidade, todos os acessos comportaram-se como altamente resistentes (AR) a *M. enterolobii*.

A espécie selvagem *M. fortalezensis* também se destacou-se como AR ou resistente (R) às três espécies de *Meloidogyne* em ambos ensaios. Entre as quimeras, ‘Quimera 1’ se destacou como AR a *M. javanica* e *M. enterolobii*, mas apenas como moderadamente resistente (MR) a *M. incognita*. A ‘Quimera 3’ além de AR a *M. enterolobii* mostrou-se R ou MR a *M. javanica* e a *M. incognita*. Enquanto ‘Quimera 2’ foi AR a *M. enterolobii*, R a *M. javanica*, mas altamente suscetível (AS) a *M. incognita*.

Os acessos UnB 220 e UnB 360, comportaram-se como R ou AR a *M. enterolobii* e a *M. javanica*, porém como MR ou pouco resistente (PR) a *M. incognita*. ‘UnB 519’ apresentou AR a *M. enterolobii*, MR a *M. javanica*, mas AS a *M. incognita*.

Entre os mais suscetíveis estão os acessos UnB 201, UnB 031 que foram AR apenas a *M. enterolobii*, mas suscetíveis às demais espécies. Quanto à cv. Pioneira, a mesma não mostrou resistência nem mesmo a *M. enterolobii*.

No conjunto dos acessos avaliados, independente do método de avaliação aplicado, *M. incognita* foi a espécie com o nível mais alto de agressividade.

Tabela 2. Reação de acessos de mandioca inoculados com 5000 ovos de *Meloidogyne javanica*, baseada no índice de massa de ovos (IMO) índice de galhas (IG), número de ovos e juvenis de segundo estágio (PF), número de ovos por grama de raiz (NOGR), fator de reprodução (FR) e Redução do FR (%RFR), referentes ao Experimento 1.

Acessos	<i>Meloidogyne javanica</i> ¹							
	IMO	IG	PF*	NOGR*	FR*	Reação ²	% RFR	Reação ³
UnB 031	5,00 a	4,80 a	61250,80 a	6708,98 a	12,25 a	S	Padrão	Padrão
UnB 122	4,80 a	4,60 ab	37981,60 b	4095,23 a	7,60 a	S	37,99	S
UnB 201	4,40 ab	4,40 ab	21089,80 c	3376,22 a	4,22 b	S	65,57	PR
UnB 519	3,00 bcd	2,80 bc	5074,60 d	1056,91 b	1,01 c	S	91,72	MR
Quimera 3	3,40 abc	2,80 bc	4796,60 d	927,06 b	0,96 c	R	92,17	MR
Quimera 2	2,20 cde	2,20 cd	1363,60 e	151,01 c	0,27 d	R	97,77	R
UnB 220	1,60 de	1,00 cd	698,60 f	56,35 cd	0,14 e	R	98,86	R
UnB 360	1,00 e	0,40 d	593,40 f	277,32 c	0,12 e	R	99,03	AR
<i>M. fortalezensis</i>	1,80 cde	0,60 d	578,00 f	37,96 d	0,12 e	R	99,06	AR
Quimera 1	1,75 cde	1,50 cd	541,30 f	111,81 cd	0,11 e	R	99,12	AR
Tomate	5,00	5,00	105454,00	1937,37	21,09	S	-	-
CV (%)	-	-	21,70	30,39	-	-	-	-

¹ Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem entre si (Tukey, 5% de probabilidade);

² Classificação proposta por Oostenbrink (1966), onde S = suscetível; R = resistente

³ Classificação proposta por Moura & Régis (1987), onde AS = Altamente suscetível; S = Suscetível; PR = pouco resistente; MR = moderadamente resistente; R = resistente; AR = altamente resistente, com base em Pi = 5000 ovos. * Transformações realizadas: número de ovos e ovos/g de raiz para log (x+1) e FR (5000) para 1/(x+1), médias apresentadas são as originais sem transformação.

Tabela 3. Reação de acessos de mandioca inoculados com 5000 ovos de *Meloidogyne incognita*, baseada no índice de massa de ovos (IMO) índice de galhas (IG), número de ovos e juvenis de segundo estágio (PF), número de ovos por grama de raiz (NOGR), fator de reprodução (FR) e Redução do FR (%RFR), referentes ao Experimento 1.

Acessos	<i>Meloidogyne incognita</i> ¹							
	IMO	IG	PF	NOGR	FR	Reação ²	% RFR	Reação ³
UnB 122	3,00 b	2,20 b	7003,60 a	1503,14 a	1,40 a	S	Padrão	Padrão
UnB 201	3,00 b	2,00 b	6814,00 a	1251,94 a	1,36 a	S	2,71	AS
UnB 031	2,40 ab	2,00 b	6580,40 a	872,38 abc	1,32 a	S	6,04	AS
Quimera 2	3,20 ab	2,80 ab	6173,40 a	951,46 ab	1,23 a	S	11,85	AS
UnB 519	2,00 ab	1,40 b	5639,00 a	1196,41 a	1,13 a	S	19,48	AS
UnB 360	1,80 ab	1,40 b	2813,60 b	365,28 bcd	0,56 b	R	59,83	PR
Quimera 1	2,50 ab	2,50 b	1206,75 bc	216,76 bcd	0,24 bc	R	82,77	MR
Quimera 3	3,60 ab	2,60 ab	1178,60 c	191,88 cd	0,24 c	R	83,17	MR
UnB 220	2,80 ab	2,00 b	1030,00 c	126,82 d	0,21 c	R	85,29	MR
<i>M. fortalezensis</i>	2,20 ab	1,00 ab	129,00 c	11,76 d	0,03 c	R	98,16	R
Tomate	5,00	5,00	77899,20	1662,77	15,58	S	-	-
CV (%)	-	-	71,36	90,31	-	-	-	-

¹ Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem entre si (Tukey, 5% de probabilidade);

² Classificação proposta por Oostenbrink (1966), onde S = suscetível; R = resistente

³ Classificação proposta por Moura & Régis (1987), onde AS = Altamente suscetível; S = Suscetível; PR = pouco resistente; MR = moderadamente resistente; R = resistente; AR = altamente resistente, com base em Pi = 5000 ovos.

Tabela 4. Reação de acessos de mandioca inoculados com 5000 ovos de *Meloidogyne enterolobii*, baseada no índice de massa de ovos (IMO) índice de galhas (IG), número de ovos e juvenis de segundo estágio (PF), número de ovos por grama de raiz (NOGR) e fator de reprodução (FR), referentes ao Experimento 1.

Genótipos	<i>Meloidogyne enterolobii</i> ¹					
	IMO	IG	PF	NOGR	FR	Reação ²
UnB 031	0,80	0,80	168,80 a	26,19 ab	0,034 a	R
UnB 201	0,40	0,20	137,20 ab	37,22 a	0,027 ab	R
UnB 220	0,40	0,40	104,40 abc	15,33 ab	0,021 abc	R
UnB 360	0,40	0,40	73,40 bcd	11,18 b	0,015 bcd	R
Quimera 3	0,40	1,20	67,60 bcd	13,33 ab	0,014 bcd	R
UnB 122	0,60	0,40	57,80 bcd	11,26 b	0,012 bcd	R
Quimera 1	0,50	0,00	52,25 bcd	7,18 b	0,0105 bcd	R
<i>M. fortalezensis</i>	0,50	0,50	35,00 cd	4,22 b	0,007 cd	R
Quimera 2	0,60	1,00	24,00 d	3,43 b	0,005 d	R
UnB 519	0,60	0,20	16,60 d	7,88 b	0,0033 d	R
Tomate	5,00	5,00	47660,00	901,87	9,53	S
CV (%)	-	-	78,23	102,78	-	-

¹ Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem entre si (Tukey, 5% de probabilidade);

² Classificação proposta por Oostenbrink (1966), onde S = suscetível; R = resistente .

Tabela 5. Reação de acessos de mandioca inoculados com 5000 ovos de *Meloidogyne javanica*, baseada no índice de massa de ovos (IMO) índice de galhas (IG), número de ovos e juvenis de segundo estágio (PF), número de ovos por grama de raiz (NOGR), fator de reprodução (FR) e Redução do FR (%RFR), referentes ao Experimento 2.

Acessos	<i>Meloidogyne javanica</i> ¹							
	IMO	IG	PF*	NOGR*	FR*	Reação ²	% RFR	Reação ³
UnB 031	3,60 ab	3,60 a	89118,40 a	16983,33 a	17,82 a	S	Padrão	Padrão
UnB 122	3,60 a	3,60 ab	36264,20 b	7149,37 b	7,25 b	S	59,31	PR
Pioneira	4,00 a	4,00 a	31924,00 b	3623,61 c	6,38 b	S	64,20	PR
UnB 201	3,00 ab	2,80 bc	16262,80 c	4558,64 bc	3,25 c	S	81,75	MR
UnB 519	2,20 bc	2,60 bcd	6601,20 d	765,80 d	1,32 d	S	92,59	MR
Quimera 3	1,80 bcd	2,00 cd	639220 d	722,57 d	1,28 d	S	92,83	MR
Quimera 2	1,60 cd	2,00 cd	1096,40 e	142,39 e	0,22 e	R	98,77	R
UnB 220	1,80 bcd	2,00 cd	643,00 f	87,74 f	0,13 f	R	99,28	AR
UnB 360	0,80 de	1,60 d	640,00 f	117,88 f	0,13 f	R	99,28	AR
Quimera 1	0,80 de	1,60 d	514,00 fg	96,12 e	0,10 fg	R	99,42	AR
<i>M. fortalezensis</i>	0,00 e	0,20 e	382,00 g	28,09 f	0,08 g	R	99,57	AR
Tomate	5,00	5,00	104334,6	5797,98	20,87	S	-	-
CV (%)	-	-	23,22	32,61	-	-	-	-

¹ Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem entre si (Tukey, 5% de probabilidade);

² Classificação proposta por Oostenbrink (1966), onde S = suscetível; R = resistente

³ Classificação proposta por Moura & Régis (1987), onde AS = Altamente suscetível; S = Suscetível; PR = pouco resistente; MR = moderadamente resistente; R = resistente; AR = altamente resistente, com base em Pi = 5000 ovos. * Valores transformados para log (x), médias apresentadas são as originais sem transformação.

Tabela 6. Reação de acessos de mandioca inoculados com 5000 ovos de *Meloidogyne incognita*, baseada no índice de massa de ovos (IMO) índice de galhas (IG), número de ovos e juvenis de segundo estágio (PF), número de ovos por grama de raiz (NOGR), fator de reprodução (FR) e Redução do FR (%RFR), referentes ao Experimento 2.

Acessos	<i>Meloidogyne incognita</i> ¹							
	IMO	IG	PF*	NOGR	FR*	Reação ²	% RFR	Reação ³
Pioneira	3,40 a	3,40 a	25065,40 a	1997,11 ab	5,01 a	S	Padrão	Padrão
UnB 122	3,20 a	3,20 a	8700,60 b	2522,42 a	1,74 b	S	65,26	PR
UnB 031	3,40 a	3,40 a	8507,60 b	1390,69 bc	1,70 b	S	66,07	PR
Quimera 2	2,00 abc	2,75 a	6488,50 bc	1027,55 cd	1,29 c	S	74,25	PR
UnB 201	3,40 a	3,40 a	5839,00 c	1454,59 bc	1,17 c	S	76,65	MR
UnB 519	2,60 ab	2,40 ab	5224,80 c	954,45 cd	1,04 c	S	79,24	MR
UnB 360	2,00 abc	2,40 ab	3180,60 d	660,01 cde	0,64 d	R	87,22	MR
Quimera 1	1,40 bc	1,80 ab	1319,20 e	315,32 de	0,26 e	R	94,81	MR
UnB 220	2,20 ab	2,80 a	1207,00 e	187,04 de	0,24 e	R	95,20	R
Quimera 3	1,20 bc	2,40 ab	1041,40 e	168,47 de	0,21 e	R	95,80	R
<i>M. fortalezensis</i>	0,40 c	0,80 b	154,60 f	12,65 e	0,03 f	R	99,40	AR
Tomate	5,00	5,00	81999,80	4668,39	16,40	S	-	-
CV (%)	-	-	17,01	88,51	-	-	-	-

¹ Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem entre si (Tukey, 5% de probabilidade);

² Classificação proposta por Oostenbrink (1966), onde S = suscetível; R = resistente

³ Classificação proposta por Moura & Régis (1987), onde AS = Altamente suscetível; S = Suscetível; PR = pouco resistente; MR = moderadamente resistente; R = resistente; AR = altamente resistente, com base em Pi = 5000 ovos. * Transformações realizadas: o número de ovos para log (x) e fatores de reprodução para log (x+1), médias apresentadas são as originais sem transformação.

Tabela 7. Reação de acessos de mandioca inoculados com 5000 ovos de *Meloidogyne enterolobii*, baseada no índice de massa de ovos (IMO) índice de galhas (IG), número de ovos e juvenis de segundo estágio (PF), número de ovos por grama de raiz (NOGR) e fator de reprodução (FR), referentes ao Experimento 2.

Acessos	<i>Meloidogyne enterolobii</i> ¹							
	IMO	IG	PF*	NOGR*	FR* (Pi 5000 ovos)	Reação ²	% RFR	Reação ³
Pioneira	4,00 a	4,00 a	26483,40 a	3444,86 a	5,29 a	S	Padrão	Padrão
UnB 201	1,20 bc	1,60 b	165,40 b	35,57 b	0,033 b	R	99,38	AR
UnB 031	1,80 b	1,60 b	140,80 b	19,97 bc	0,028 b	R	99,47	AR
UnB 519	0,80 bc	1,20 b	92,80 bc	17,47 bc	0,018 bc	R	99,65	AR
UnB 220	0,80 bc	1,60 b	87,40 bc	11,44 c	0,017 bc	R	99,67	AR
Quimera 3	0,60 bc	1,40 b	88,00 bc	9,43 cd	0,017 bc	R	99,67	AR
UnB 360	1,00 bc	1,40 b	70,00 c	11,22 c	0,014 c	R	99,74	AR
Quimera 1	0,60 bc	1,00 b	67,00 c	8,26 cd	0,013 c	R	99,75	AR
UnB 122	1,80 b	2,00 b	56,20 c	12,15 c	0,011 c	R	99,79	AR
Quimera 2	1,20 bc	1,40 b	59,00 c	10,18 cd	0,011 c	R	97,78	AR
<i>M. fortalezensis</i>	0,00 c	0,80 b	56,60 c	3,77 d	0,011 c	R	99,79	AR
Tomate	5,00	5,00	51071,80	2493,96	10,21	S	-	-
CV (%)	-	-	35,39	57,57	-	-	-	-

¹ Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem entre si (Tukey, 5% de probabilidade);

² Classificação proposta por Oostenbrink (1966), onde S = suscetível; R = resistente

³ Classificação proposta por Moura & Régis (1987), onde AS = Altamente suscetível; S = Suscetível; PR = pouco resistente; MR = moderadamente resistente; R = resistente; AR = altamente resistente, com base em Pi = 5000 ovos. * Transformações realizadas: número de ovos e ovos/g de raiz foram transformados para log (x+1) e fatores de reprodução para log (x), médias apresentadas são as originais sem transformação.

4 DISCUSSÃO

Diante da importância socioeconômica que a cultura da mandioca detém, e a escassez de estudos sobre sua interação com *Meloidogyne* spp., os resultados obtidos nesse trabalho configuram como significantes avanços, principalmente pensando-se no melhoramento da cultura, uma vez que os acessos avaliados não possuíam nenhuma informação sobre reações a nematoides.

Apesar de Rosa *et al.* (2014) terem relatado a ocorrência de *M. enterolobii* em localidades da Amazônia brasileira, caracterizando o primeiro relato da espécie em mandioca, ainda não haviam sido realizados estudos sobre o parasitismo e comportamento dessa espécie na cultura da mandioca. Os resultados obtidos, mostraram que os acessos avaliados se comportaram como resistentes a *M. enterolobii*, indicando serem excelentes materiais com potencial recomendação para áreas infestadas com esse nematoide, possibilitando maior produção final e conseqüentemente a redução da população do nematoide. Resultados semelhantes foram obtidos por Carneiro *et al.* (2006), avaliando a reação de cultivares comerciais de mandioca a *M. paranaensis* em que todas se comportaram como resistentes, obtendo FR inferior a 0,5 em todos os tratamentos, incluindo a cv. Pioneira, que mostrou-se suscetível às três espécies avaliadas no presente estudo.

Os acessos UnB 220 e UnB 360 foram considerados altamente resistentes a *M. javanica* e *M. enterolobii*, e moderadamente resistentes a *M. incognita*, indicando serem materiais interessantes de serem recomendados em áreas infestadas pelas três espécies acima.

Os resultados da reação da espécie de mandioca selvagem, *Manihot fortalezensis*, merecem destaque, uma vez que a mesma apresentou comportamento de resistência às três espécies de nematoides estudadas. *Manihot fortalezensis* pode ser caracterizada como uma potencial ferramenta para o melhoramento, pois, além da resistência a nematoides, apresenta

ainda outras características vantajosas, como adaptação à seca, tolerância a brocas e capacidade de capturar água de partes profundas do solo (Nassar *et al.*, 2011), assim como compatibilidade para formação de quimeras com boas características agrônomicas e resistência a *Meloidogyne* spp., quando enxertada em cultivares comerciais de mandioca.

De acordo com Fukuda *et al.* (1997), o uso de espécies silvestres como fonte de resistência à seca e a doenças, como por exemplo as causadas por vírus, constituem excelentes ferramentas para auxiliar nos programas de melhoramento de mandioca. Todas as quimeras avaliadas são resultantes da união entre *M. fortalezensis* e uma variedade cultivada.

A ‘Quimera 1’ e a ‘Quimera 2’ tiveram seus parentais também avaliados no presente estudo. A ‘Quimera 1’ comportou-se como resistente a todas as espécies de nematoide estudadas, enquanto o comportamento de seus parentais foi variável, sendo ‘UnB 201’, suscetível e *M. fortalezensis*, resistente a *M. javanica* e *M. incognita*. Já a ‘Quimera 2’, se comportou como resistente a *M. javanica* e suscetível a *M. incognita*, e seus parentais, ‘UnB 031’ comportou-se como suscetível e *M. fortalezensis* resistente às duas espécies. Diante dos resultados, pode-se lançar a hipótese da possibilidade de essas quimeras terem herdado as características fenotípicas de seus parentais, sendo a resistência a nemtoides da ‘Quimera 1’, vinda da espécie selvagem *M. fortalezensis* e a suscetibilidade da ‘Quimera 2’ vinda da espécie cultivada UnB 031.

A ‘Quimera 3’, obteve fator de reprodução $< 1,0$ (FR=0,96) no experimento 1, sendo então classificada como resistente. O mesmo não ocorreu no experimento 2, sendo seu FR $> 1,0$ (FR=1,28), considerada como suscetível. Por essa discrepância, é preferível não a considerar como resistente, uma vez que o FR se encontra muito próximo ao grau de suscetibilidade e a mesma foi tida como suscetível no experimento 2. O mesmo foi verificando por Carneiro *et al.* (2006) que também optaram por considerar a cultivar ‘Catarina Branca’, como suscetível a *M. incognita*, apesar da mesma apresentar FR $< 1,0$.

Carneiro *et al.* (2006) esclarecem que o método utilizado para extração de ovos não tem 100% de eficiência, pois ovos são perdidos durante o processamento das raízes e passagem pelas peneiras, subestimando-se o número de ovos extraídos.

Uma provável hipótese para a maioria das quimeras terem se comportado como resistentes, pode ser a possível transferência de genes de resistência proveniente da espécie selvagem *M. fortalezensis*, durante o processo de produção das mesmas. Essa hipótese oferece suporte para novos estudos sobre o entendimento dos mecanismos de resistência de *Manihot* spp. ao nematoide das galhas.

Os acessos que se apresentaram altamente suscetíveis e suscetíveis a *M. incognita* de acordo com a redução do fator de reprodução (Moura & Régis, 1987), apresentaram diferentes médias de notas de IMO, IG e fatores de reprodução. Resultados semelhantes foram obtidos por Caveness *et al.* (1980), ao estudarem o comportamento de 56 cultivares de *M. esculenta*, identificando que a maioria se comportava como altamente suscetível de acordo com o padrão de suscetibilidade utilizado, discordando de Ponte *et al.* (1980), que avaliaram 25 cultivares de mandioca a *M. incognita*, verificando que a maioria das cultivares se comportaram como imunes.

Com relação a *M. javanica*, as reações dos acessos ficaram divididas entre resistência e suscetibilidade quando utilizado o cálculo do fator de reprodução. Quando calculada a redução do FR, as reações para a maioria dos acessos ficaram enquadradas nas categorias de resistência, variando de pouco resistente a altamente resistente. Esses dados são contrastantes com os observados por Sharma (1979), que avaliando 39 cultivares de mandioca, constatou a prevalência de suscetibilidade a este nematoide.

Zem *et al.* (1978) ao estudar o efeito do nematoide das galhas em cultivares de mandioca, determinou que *M. incognita* foi mais agressivo que *M. javanica* na cultura. No

presente trabalho essas duas espécies apresentam comportamentos semelhantes, no entanto, *M. incognita* foi mais agressivo que *M. javanica* na maioria dos acessos avaliados.

Com relação ao índice de galhas e índice de massa de ovos, tanto para *M. javanica* quanto para *M. incognita*, os resultados foram semelhantes aos obtidos nas classificações pelo cálculo do FR. Para alguns acessos os índices foram baixos e a produção de ovos elevada, como observado em alguns acessos (Unb 519, UnB 031, UnB 201, UnB 122) inoculados com a espécie *M. incognita*. Uma possível explicação, é que este método apesar de essencial, é sujeito a falhas, uma vez que as galhas produzidas na mandioca são pequenas e podem passar despercebidas, ou mesmo no caso das massas de ovos, que em sua maioria, ocorrem internamente nos tecidos das raízes.

O emprego da resistência genética no controle de doenças representa um dos mais importantes avanços tecnológicos da agricultura. O entendimento dos mecanismos de resistência de *Manihot* spp. ao nematoide das galhas é fundamental, visto que no Brasil, há uma escassez de estudos sobre essa interação. Os resultados obtidos servem como base para estudos futuros de caracterização de possíveis genes de resistência, possibilitando o desenvolvimento de cultivares com características de resistência duradoura, uma vez que esses nematoides potencialmente têm a capacidade de quebrar a resistência em diversas culturas.

5 CONCLUSÕES

Os acessos de mandioca avaliados apresentaram reações diferenciadas ao ataque de *Meloidogyne* spp. Todos os acessos avaliados comportaram como resistentes a *M. enterolobii*. A espécie selvagem, *Manihot fortalezensis* mostrou-se resistente a *M. enterolobii*, *M. javanica* e *M. incognita*. *Manihot fortalezensis* mostrou-se capaz de transferir sua resistência para plantas quimeras oriundas da combinação com acessos de mandioca suscetíveis a *Meloidogyne* spp. Os acessos UnB 220 e UnB 360 pertencentes à Coleção de Mandioca da Universidade de Brasília apresentam alto nível de resistência a *M. javanica*, *M. incognita* e *M. enterolobii*, revelando-se candidatos a programas de melhoramento ou mesmo a serem cultivados em solos com infestados com *M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii*. Todos os acessos avaliados permitiram a penetração de *M. javanica*, *M. incognita* e *M. enterolobii* em suas raízes, assim como a formação de galhas. De maneira geral *M. incognita* e *M. enterolobii* mostraram-se ser respectivamente, as espécies mais e menos agressiva aos acessos de mandioca avaliados. Ficou confirmada a suscetibilidade da cv. Pioneira a *M. enterolobii*, *M. javanica* e *M. incognita*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEGBITE, A.A. 2017. Screening of cassava varieties for resistance to root-knot nematodes. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 50:330-340.
- AKINSANYA, A.K. & AFOLAMI, S.O. 2018. Effect of seven elite cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties to infection by *Meloidogyne* spp. and other nematodes in the field. *Nematropica* 48:50 -58.
- ALLEM, A.C. 1994. The origin of *Manihot esculenta* Crantz. *Gen. Res. Crop Evol.* 41:133-150.
- ALLEM, A.C. 2002. The origins and taxonomy of cassava. *In: Hillocks, R.J. ; Thresh, J.M. & Bellotti, A. (eds.), Cassava: Biology, production, and utilization.* CAB International Wallingford, UK. p.1-17.
- ALONSO, S.K. & ALFENAS, A.C. 1998. Isoenzimas na taxonomia e na genética de fitonematoides. *In: Alfenas, A.C. (ed.). Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins, fundamentos e aplicações em plantas e microrganismos.* Editora: UFV, Viçosa. p.1-13.
- AQUILES, K.R. 2014. Propagação rápida de *Manihot Esculenta* (Crantz), e reação de acessos de mandioca a *Xanthomonas axonopodis* pv.*manihotis*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Brasília. Brasil.
- ASIMIEA, O.A.; TANIMOLA, A.A. & BOB-MANUEL, P.B. 2015. Nematode pests of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in three local Government areas of Rivers State in Nigeria. *Journal of Applied Science and Agriculture* 10:68-77.
- BARKER, K.R. 1993. Resistance/tolerance and related concepts/terminology in plant nematology. *Plant Disease* 77:11-113.
- BOMFIM, N.N. 2011. Efeito da enxertia em mandioca. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Brasília. Brasil.
- BOMFIM, N.N. 2014. Quimeras periclinais em *Manihot*: sua síntese, identificação e potencial econômico. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. Brasília. Brasil.
- BONETTI, J.I.S., FERRAZ, S. 1981. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira* 6:553.
- BRIDGE J.; COYNE, D. & KWOSEH C.K. 2005. Nematode parasites of tropical root and tuber crops (excluding potatoes). *In: Luc, M.; Sikora, R. & Bridge, J. (ed.). Plant parasitic nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture.* 2nd ed. CABI Publishing. Wallingford, UK. p.221-258.
- CARNEIRO, R.M.; MOREIRA, W.A.; ALMEIDA, M.R. & GOMES, A.C.M. 2001. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. *Nematologia Brasileira* 25:223-228.
- CARNEIRO, R.G.; MORITZ, M.P.; MÔNACO, A.P.A.; LIMA, A.C.C. & SANTIAGO, D.C. 2006. Reação de cultivares de mandioca às raças 1 e 3 de *Meloidogyne incognita*, *M. paranaenses*, *M. javanica*. *Nematologia Brasileira* 30:275-279.

- CARVALHO, P.H. 2017. Controle biológico e alternativo de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* em tomateiro. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Brasília. Brasil.
- CASTAGNONE-SERENO, P.; DANCHIN, E.G.J.; PERFUS-BARBEOCH, L. & ABAD, P. 2013. Diversity and evolution of root-knot nematodes, genus *Meloidogyne*: new insights from the genomic era. *Annual Review of Phytopathology* 51:203-220.
- CAVENESS, F.E. 1980. Plant parasitic nematodes on cassava. *In*: Ezumah, H.C. (ed.) *Proceedings of the Workshop on Cassava Production and Extension in Central Africa*. International Institute of Tropical Agriculture. Mbanza-Ngungu, Zaire. p.83-106.
- CAVENESS, F.E. 1982. Root-knot nematodes as parasites of cassava. International Institute of Tropical Agriculture, Research Briefs. Ibadan: International Institute of Tropical Agriculture.
- CAVENESS, F.E.; HAHN, S.K. & KEYS, G. 1980. Screening cassava germplasm for root-knot nematodes resistance. *Nematology Subprogram Report* 1-18.
- CEBALLOS, H.; IGLESIAS, C.A; PÉREZ, J.C. & DIXON, A.G.O. 2004. Cassava breeding: opportunities and challenges. *Plant Molecular Biology* 56:503-516.
- CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. 2017. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Consultado em: 14 nov 2018.
- COSTA, I.R.S. & MORALES, E.A.V. 1992. Cassava genetic resources in South America. *In*: Report of the first meeting of the international Network for Cassava genetic resources organised by CIAT, IITA and IBPGR and held at CIAT, Cali, Colombia. International Plant Genetic Resources Institute. p.16-20.
- COYNE, D.L. 1994. Nematode pests of cassava. *African Crop Science Journal* 2:355-359.
- COYNE, D.; KAGODA, F.; WAMBUGU, E. & RAGAMA, P. 2006. Response of cassava to nematicide application and plant parasitic nematode infection in East Africa with emphasis on root knot nematodes. *International Journal of Pest Management* 52:215-223.
- COYNE, D.L; KAGODA, F. & MBIRU, E. 2012. Rapid screening technique for assessing resistance to *Meloidogyne* spp. in cassava. *Nematologia mediterranea* 40:111-117.
- COYNE, D. L.; CORTADA, L.; DALZELL, J. J.; CLAUDIUS-COLE, A. O.; HAUKELAND, S.; LUAMBANO, N. & TALWANA, H. 2018. Plant-parasitic nematodes and food security in Sub-Saharan Africa. *Annual Review of Phytopathology* 56:381-403.
- ESBENSHADE, P.R. & TRIANTAPHYLLOU, A.C. 1990. Isozyme phenotypes for the identification of *Meloidogyne* species. *Journal of Nematology* 22:10-15.
- FAOstat. 2013. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Retrieved online on 20th December, 2014 from <http://www.fao.org>. Agricultural Statistics, Rome.
- FERRAZ, L.C.C.B. & MONTEIRO, A.R. 2011. Nematoides. *In*: Amorim, L.; Kimati, H. & Bergamin Filho, A. (ed.). *Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos*. 4ªed. Agronômica Ceres. São Paulo. p.168-199.

- FERREIRA, J.B.; NASCIMENTO, G.O.; NEVES, Y.Y.B.; GOMES, F.A. & NASCIMENTO, L.O. 2012. Levantamento de doenças e avaliação da incidência e severidade da mancha branca (*Cercospora caribaea*) em mandiocais na região do Alto Juruá, Acre. Enciclopédia Biosfera 8:712-723.
- FERREIRA FILHO, J.R.; SILVEIRA, H.F.; MACEDO, J.J.G.; LIMA, M.B. & CARDOSO, C.E.L. 2013. Cultivo, processamento e uso da mandioca: instruções práticas. Brasília, DF: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 34p.
- FERRIS, H. & VAN GUNDY, S.D. 1979. *Meloidogyne* ecology and host interrelationships. In: Lamberti, F. & Taylor, C.E. (eds). Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Systematics, biology and control. Academic Press. London. p.205-230.
- FREITAS, D.Y.H. 2013. Citoquimeras e poliploides totais em *Manihot esculenta* (mandioca): citogenética, anatomia e ontogenia do saco embrionário. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. Brasília. Brasil.
- FREITAS, O.M.B.L. & MOURA, R.M. 1986. Comportamento de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em relação ao parasitismo de *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica* (NEMATODA. HETERODERIDAE) e comparações com os teores de ácido cianídrico. Nematologia Brasileira X:109-131.
- FUKUDA, W.M.G.; CAVALCANTI, J.; FUKUDA, C. & COSTA, I.R.S. 1997. Variabilidade genética e melhoramento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: Queiroz, M.A.; Goedert, C.O. & Ramos, S.R.R. (eds). Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro. Embrapa semi-árido/Embrapa Recursos Genéticos. Petrolina. p.475-488.
- FUKUDA, W.M.G.; OLIVEIRA, R.P.; FIALHO, J.F.; CAVALCANTI, J.; CARDOSO, E.M.R.; BARRETO, F.; MARSHALEK, R. & COSTA, I.R.S. 2005. Germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no Brasil. Revista Brasileira de Mandioca 18:7-12.
- GARRIDO, M.S; COIMBRA, J.L.; SOARES, A.C.F.; ALMEIDA, N.S. & SOUSA, C.S. 2008. Fitonematoides associados à rizosfera e raízes da mandioca cultivada em rotação com inhame cultivar da Costa. Summa Phytopathologica 34:181-182.
- HASSAN, M.A.; PHAM, T.H.; SHI, H. & ZHENG, J. 2013. Nematodes threats to global food security. Acta Agriculture Scandinavica 63:420-425.
- HUANG, C.S. & MAGGENTI, A.R. 1969a. Mitotic aberrations and nuclear changes of developing giant cells in *Vicia faba* caused by root knot nematode *Meloidogyne javanica*. Phytopathology. 59:447-455.
- HUANG, C.S. & MAGGENTI, A.R. 1969b. Wall modifications in developing giant cells of *Vicia faba* and *Cucumis sativus* induced by root knot nematode, *Meloidogyne javanica*. Phytopathology. 59:931-937.
- HUSSEY, R.S & BARKER, K.R. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. Plant Disease Reporter 57:1025-1028.
- INDIRA, P. & KURIAN, T. 1977. A study on the comparative anatomical changes undergoing tuberization in the roots of cassava and sweet potato. Journal of Root Crops 3:29-30.

- JONES, J.T.; HAEGEMAN, A.; DANCHIN E.G.J.; GAUR, H.S.; HELDER, J.; JONES, M.G.K.; KIKUCHI, T.; MANZANILLA-LOPEZ, R.; PALOMARES-RIUS, J.E.; WESEMAEL, W.M.L. & PERRY, R.N. 2013. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology* 14:946-961.
- JUNG, C. & WYSS, U. 1999. New approaches to control plant parasitic nematodes. *Appl. Microbial Biotechnology* 51:439-446.
- KARSSSEN, G. & MOENS, M. 2006. Root knot-nematodes. *In: Perry, R.N. & Moens, M. (eds.) Plant Nematology CABI North American, Cambridge, USA. p.60-88.*
- LALUSIN, A.G.; BOGUERO, A.P.B.; ABUSTAN, M.A.M. & MENDONZA, M.R.R. 2018. Selection of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) parental lines for the development of varieties with high yield and resistant to major diseases. *Philippine Journal of Crop Science* 43:81-93.
- MASSOLA JÚNIOR, 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. (eds.) Manual de Fitopatologia. v. 2: Doenças das Plantas Cultivadas, Editora Ceres p.501-510.*
- MAKUMBI-KIDZA, N.N.; SPEIJER, P.R. & SIKORA, R.A. 2000. Effects of *Meloidogyne incognita* on growth and storage-root formation of cassava (*Manihot esculenta*). *Supplement to the Journal of Nematology* 32:475-477.
- MCSORLEY, R.; O'HAIR, S.K. & PARRADO, J.L. 1983. Nematodes of cassava, *Manihot esculenta* Crantz. *Nematopica* 13:261-287.
- MOENS, M.; PERRY, R.N. & STARR, J.L. 2009. *Meloidogyne* species — a diverse group of novel and important plant parasites. *In: Perry, R.N.; Moens, M. & Starr, J.L. (eds.) Root-Knot Nematodes. CAB International, Wallingford, Oxfordshire. p.1-17.*
- MORAIS, M.S.; MEDEIROS, E.V.; MOREIRA, K.A.; CAVALCANTI, M.S. & OLIVEIRA, N.T. 2014. Epidemiologia das doenças da parte aérea da mandioca no Município de Alagoa Nova, Paraíba. *Summa Phytopathologica* 40:264-269.
- MOURA, R.M. 1997. O gênero *Meloidogyne* e a Meloidoginose." Parte II. *Revisão Anual de Patologia de Plantas* 5:281-315.
- MOURA, R.M. & RÉGIS, E.M.O. 1987. Reações de cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) em relação ao parasitismo de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* (NEMATODA : HETERODERIDAE). *Nematologia Brasileira* XXI:215-225.
- NASSAR, N.M.A. 1979. Attempts to hybridize wild *Manihot* species with cassava. *Economic Botany* 39:13-15.
- NASSAR, N.M.A. 2000a. Cassava, *Manihot esculenta* Crantz, genetic resources their collection evaluation, and manipulation. *Advances in Agronomy* 69:179-228.
- NASSAR N.M.A. 2000b. Wild cassava, *Manihot* spp.: Biology and potentialities for genetic improvement. *Genetics and Molecular Biology* 23:201-212.
- NASSAR, N.M.A. 2001. Cassava, *Manihot esculenta* Crantz and wild relatives: their relationships and evolution. *Genet. Resour. Crop Evol.* 48:429-436.

- NASSAR, N.M.A. 2006. Mandioca: opção contra a fome. *Ciência Hoje* 39:30-39.
- NASSAR, N.M.A. & ORTIZ, R. 2008. Cassava genetic resources: manipulation for crop improvement. *Plant Breeding Review* 31:01-50.
- NASSAR, N. & ORTIZ, R. 2010. Breeding cassava to feed the poor. *Scientific American* 302:78-82.
- NASSAR, N.M.A.; RIBEIRO, D.G.; BOMFIM, N.N. & GOMES, T.C. 2011. *Manihot fortalezensis* Nassar, Ribeiro, Bomfim et Gomes a new species of *Manihot* from Ceará, Brazil. *Genetic Resources and Crop Evolution* 58:831-835.
- NEVES, R.J.; CARVALHO, P.C.L.; ALVES, A.A.C.; LEDO, C.A.S. & MARTINS, M.L.L. 2014. Wild species of *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae) in the Embrapa Cassava and Fruit Collection, Cruz das Almas, Bahia, Brazil. *Revista Iheringia* 69:245-256.
- NORMANHA, E.S. 1971. O trabalho de melhoramento da mandioca no Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo. *O Agrônomo* 23:91-100.
- NORMANHA, E.S. & PEREIRA, A.S. 1950. Aspectos agronômicos da cultura da mandioca (*Manihot utilissima* Pohl). *Bragantia* 10:179-206.
- OOSTENBRINK, M. 1966. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. *Mendelingen Landbouwhoge school Wageningen* 6:1-46.
- PARMAR, A.; STURM, B. & HENSEL, O. 2017. Crops that feed the world: Production and improvement of cassava for food, feed, and industrial uses. *Food Sec.* 9:907-927.
- PERRY, R.N. & MOENS, M. 2013. *Plant Nematology*. 2nd. CABI International, Cambridge, MA, USA.
- PINHEIRO, J.B.; SILVA, G.O.; BISCAIA, D.; MACÊDO, A.G.; RAGASSI, C.F & SANTIAGO, D.C. 2018. Reação de genótipos de batata ao nematoide-das-galhas *Meloidogyne* spp. em campos naturalmente infestados. *Revista Latinoamericana de la Papa* 22:1-11.
- PONTE, J.J.; TORRES, J. & SIMPLÍCIO, M.E. 1980. Comportamento de mandioca em relação a nemtoides das galhas. *Sociedade Brasileira de Nematologia* 4:107-113.
- RIESEBERG, L.H.; CARNEY, S. 1998. Plant hybridization. *New Phytologist* 140:599-524.
- RODRIGUEZ, M.G., GOMEZ, L. & PETEIRA, B. 2007. *Meloidogyne mayaguensis* Rammah y Hirschmann, plaga emergente para la agricultura tropical y subtropical. *Revista de Protección Vegetal* 22:83-198.
- ROGERS, D.J. & APPAN, S.G. 1973. *Manihot* and *Manihotoides* (Euphorbiaceae): A computer assisted study. *Flora Neotropica* 13:278.
- ROGERS, D.S. & FLEMING, H.S. 1973. A monograph of *M. esculenta*. *Econ. Bot.* 27:1-113.
- ROSA, J.M.O.; OLIVEIRA, S.A.; JORDÃO, A.L.; SIVIERO, A. & OLIVEIRA, C.M.G. 2014. Nematoides fitoparasitas associados à mandioca na Amazônia brasileira. *Acta Amazonica* 44:271-275.

SASSER, J.N. & M.F KIRBY. 1979. Crop cultivars resistant to root-knot nematodes, *Meloidogyne* species. Department of Plant Pathol., NC.St. Univ.& USAID, Raleigh, North, North Carolina.

SHARMA, R.D. 1979. Nematoides fitoparasitos associados a mandioca em solos do Distrito Federal. *Fitopatologia Brasileira* 4:149-150.

SILVA, J.O. 2015. *Meloidogyne incognita* na cultura do tomate: levantamento e manejo com produtos biológicos. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás. Goiânia. Brasil.

SILVA, J.C.P.; TERRA, W.C.; FREIRE, E.S.; CAMPOS, V.P. & CASTRO, J.M.C. 2014. Aspectos gerais e manejo de *Meloidogyne enterolobii*. In: Freitas, A.; Dornelas, G.A.; Silva, J.C.P. & Salum, L.A. Sanidade de raízes, Edition: Nefit, Publisher: Suprema. p.59-74.

TAYLOR, A.L. & SASSER, J.N. 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes. NCSU Graphics, Raleigh. 1-111.

TEIXEIRA, P.R.G.; VIANA, A.E.S.; CARDOSO, A.D.; MOREIRA, G.L.P.; MATSUMOTO, S.N. & RAMOS, P.A.S. 2017. Physical-chemical characteristics of sweet cassava varieties. *Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 12:158-165.

TRUDGILL, D.L. 1991. Resistance to and tolerance of plant parasitic nematodes in plants. *Annual Review of Phytopatology* 29:167-192.

VALLE, T.L. & LORENZI, J.O. 2014. Variedades melhoradas de mandioca como instrumento de inovação, segurança alimentar, competitividade e sustentabilidade: contribuições do Instituto Agrônômico de Campinas (IAC). *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília 31:15-34.

VUUREN, R.J. & WOODWARD, B. 2001. The response of cassava cultivars to root-knot nematode infestation: an in vitro method. *Euphytica* 120:109-113.

ZEHNTNER, L. 1919. Estudo sobre algumas variedades de mandiocas brasileiras. Rio de Janeiro Imprensa Inglesa, 112p.

ZEM, A.C.; FUKUDA, C.; MACEDO, M.M.C. 1978. Incidência de *Meloidogyne incognita* e outros nematoides na cultura da mandioca. *Fitopatologia Brasileira* 3:311-313