

CARACTERIZAÇÃO DA INTERAÇÃO ENTRE OS NEMATOIDES
MELOIDOGYNE INCOGNITA, *M. JAVANICA* E *ROTYLENCHULUS*
RENIFORMIS E OS FUNGOS *NEOCOSMOSPORA* SP. E
FUSARIUM NIRENBERGIAE, EM MARACUJAZEIRO AZEDO

MARIANA ZANDOMÊNICO MANGEIRO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2021

CARACTERIZAÇÃO DA INTERAÇÃO ENTRE OS NEMATOIDES
MELOIDOGYNE INCOGNITA, *M. JAVANICA* E *ROTYLENCHULUS*
RENIFORMIS E OS FUNGOS *NEOCOSMOSPORA* SP. E
FUSARIUM NIRENBERGIAE, EM MARACUJAZEIRO AZEDO

MARIANA ZANDOMÊNICO MANGEIRO

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”

Orientador: Prof. Ricardo Moreira de Souza

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2021

CARACTERIZAÇÃO DA INTERAÇÃO ENTRE OS NEMATOIDES
MELOIDOGYNE INCOGNITA, *M. JAVANICA* E *ROTYLENCHULUS*
RENIFORMIS E OS FUNGOS *NEOCOSMOSPORA* SP. E
FUSARIUM NIRENBERGIAE, EM MARACUJAZEIRO AZEDO

MARIANA ZANDOMÊNICO MANGEIRO

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”

Aprovada em 25 de fevereiro de 2021.

Comissão Examinadora:

Prof. Alexandre Pio Viana (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

Prof. Fábio Ramos Alves (D.Sc., Fitopatologia)
Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

Prof.^a Cláudia Sales Marinho (D.Sc., Fruticultura) – UENF

Prof. Ricardo Moreira de Souza (PhD, Fitopatologia) – UENF
(Orientador)

*Aos meus avós Leocádia e Mirandolino (In memoriam), aos meus pais
e tias, por todo amor e apoio incondicional.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me sustentar diariamente, me dando força e coragem para seguir adiante e por nunca me desamparar.

Aos meus avós, Leocádia e Mirandolino (*In memoriam*), pelo exemplo e por sempre me apoiarem.

Aos meus pais, Margareth Zandomênico e Marcos Mangeiro, e minhas tias, pelo apoio incondicional de sempre, por todo amor e carinho.

Ao Vitor Mota, por toda parceria, amor, apoio e incentivo de ir atrás dos meus sonhos e de conquistar um futuro melhor, durante todos esses anos.

À toda minha família, que mesmo de longe, sempre torceram pelo meu sucesso.

Aos meus amigos mais que especiais: Marcelo Moura, Luana Vasconcelos, Rafael Cabral e Debora Evellin, que sempre me apoiaram, nunca me deixaram fraquejar, e estiveram ao meu lado em todas as situações, desde que cheguei a Campos.

Aos meus parceiros de laboratórios, que são amigos para a vida: Olivio, Thaís, Renata e Alexandre, que nunca mediram esforços para me ajudar no que fosse preciso.

Aos meus amigos de longa data: Lucas, Diego, Millena, Eduardo, Guilherme, Dandara, Géssica, Ezequiel, Kenia, Ricardo, Gabriela e Yara.

Aos amigos que fiz nesta caminhada do mestrado: Yure, Derivaldo, Jocarstea, Nathalia, Mayara, Fernanda, Júlio, Rysley, Sydney e João.

Ao meu orientador, Ricardo Moreira de Souza, por todo apoio, confiança e paciência na execução deste trabalho, por sempre me incentivar a ser uma profissional melhor, buscar evoluir na minha vida acadêmica e por todo ensinamento durante o mestrado.

Ao professor Paulo Brioso, por apoiar minha pesquisa e me proporcionar ensinamentos.

Aos professores que tive até aqui. Sem vocês eu não chegaria ao mestrado.

À banca examinadora, que aceitou o convite e se dispôs a contribuir com este trabalho.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), pela oportunidade de realização do Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil – código de financiamento 001 pela concessão de bolsa de estudos, necessária à conclusão deste curso.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Importância sócio-econômica da cultura do maracujazeiro	4
2.2 Principais vírus, bactérias e fungos patogênicos ao maracujazeiro.....	5
2.3 <i>Fusarium nirenbergiae</i> e <i>Neocosmospora</i> sp. na cultura do maracujazeiro	6
2.4 Principais fitonematoides patogênicos ao maracujazeiro	7
2.4.1 <i>Meloidogyne javanica</i> e <i>M. incognita</i>	8
2.4.2 <i>Rotylenchulus reniformis</i>	8
2.5 Interações entre patógenos e doenças complexas envolvendo fitonematoides	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. Interações envolvendo <i>Rotylenchulus reniformis</i>	11
3.1.1 Estratégia experimental	11
3.1.2 Preparo das Mudas.....	11
3.1.3 População do nematoide, preparo de inóculo e inoculação.....	11
3.1.4 Isolados fúngicos, preparo de inóculo e inoculação	12
3.1.5 <i>Design</i> estatístico e condução dos ensaios	13
3.1.6 Avaliação dos ensaios	15
3.1.7 Reisolamento dos fungos inoculados	17
3.1.8 Análises estatísticas dos dados.....	17

3.2 Interações envolvendo <i>Meloidogyne</i> spp.....	18
3.2.1 Estratégia experimental	18
3.2.2 Preparo das mudas.....	18
3.2.3 População do nematoide, preparo de inóculo e inoculação.....	18
3.2.4 Isolados fúngicos, preparo de inóculo e inoculação	19
3.2.5 <i>Design</i> estatístico e condução dos ensaios	19
3.2.6 Avaliação dos ensaios	21
3.2.7 Reisolamento dos fungos inoculados	23
3.2.8 Análises estatísticas dos dados.....	23
4. RESULTADOS	24
4.1 Interações envolvendo <i>Rotylenchulus reniformis</i>	24
4.2 Interações envolvendo <i>Meloidogyne</i> spp.....	36
5. DISCUSSÃO.....	53
5.1. Interações envolvendo <i>Rotylenchulus reniformis</i>	53
5.2 Interações envolvendo <i>Meloidogyne</i> spp.....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

RESUMO

MANGEIRO, Mariana Zandomênicó; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Fevereiro de 2021. Caracterização da interação entre os nematoides *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Rotylenchulus reniformis* e os fungos *Neocosmospora* sp. e *F. nirenbergiae*, em maracujazeiro azedo. Orientador: Prof. Ricardo Moreira de Souza.

O maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) é uma planta tropical, com ampla diversidade genética, pertencente à família Passifloraceae. O ciclo produtivo do maracujá pode durar até três anos, porém esse tempo vem diminuindo, podendo chegar a apenas um ciclo, isso se deve aos problemas fitossanitários da cultura. Dentre esses problemas, temos as doenças causadas por patógenos de solo, dentre eles a fusariose e os nematoides. Os danos causados por esses patógenos, isoladamente, já estão bem caracterizados, mas há carência de estudos investigando interações entre eles, pois a interação entre patógenos pode resultar em nova sintomatologia e em maiores danos às plantas, caracterizando-se então uma doença complexa. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a interação entre os nematoides *M. incognita*, *M. javanica* e *R. reniformis* e os fungos *Neocosmospora* sp. (= *F. solani* f. sp. *passiflorae*) e *F. nirenbergiae* (= *F. oxysporum* f. sp. *passiflorae*), em maracujazeiro azedo. Mudanças de maracujazeiro azedo, cultivar UENF Rio Dourado, foram inoculadas com *Neocosmospora* sp. (Isolados 311 e 511), *F. nirenbergiae*, *R. reniformis*, *M. incognita* e *M. javanica*, isolados ou conjuntamente, e mudas sem inoculação

serviram como testemunha. Para caracterizar as interações, os tratamentos foram: i) inoculação apenas com fungo; ii) inoculação apenas com nematoide; iii) inoculação com nematoide e, 45 dias depois, com o fungo; e iv) testemunha, sem inoculação. Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 10 repetições por tratamento. Para as nove interações, realizou-se dois ensaios idênticos (repetições no tempo). Foram avaliadas a patogenicidade do fungo e do nematoide, isolados e conjuntamente, e as mesmas foram expressas em variáveis quantitativas (massa fresca de parte aérea, massa fresca de raízes, comprimento da planta, comprimento da haste, volume das raízes, volume de tecido lesionado no colo da planta, população final e fator de reprodução do nematoide) e semiquantitativas (escalas de notas de sintomas de parte aérea). Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade de Shapiro-Wilk e de normalidade de variâncias de O'Neil Mathews. Os dados que não atenderam aos pressupostos da análise de variância, foram submetidos ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. Nos ensaios com *R. reniformis*, o mesmo apresentou interação sinérgica com *Neocosmospora* sp. 511 e interação neutra com os fungos *Neocosmospora* sp. 311 e *F. nirenbergiae* F022. Nos ensaios com *M. javanica* e *M. incognita*, a interação entre os nematoides e *Neocosmospora* sp. (311 e 511) e *F. nirenbergiae* foi neutra.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* Sims; Doença complexa; Nematoides; *Fusarium* sp.;

ABSTRACT

MANGEIRO, Mariana Zandomênicó; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; February 2021. Characterization of the interaction between the nematodes *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *Rotylenchulus reniformis*, and the fungi *Neocosmospora* sp. and *F. nirenbergiae*, in passionfruit. Advisor: Prof. Ricardo Moreira de Souza.

The passionfruit (*Passiflora edulis* Sims) is a tropical plant, with wide genetic diversity, belonging to the *Passifloraceae* family. The production cycle of passionfruit can last up to three years, but this time has been decreasing, and may reach only one cycle. This is due to the phytosanitary problems of the cultivation. Among these problems, we have diseases caused by soil pathogens, such as fusariosis and nematodes. The damage caused by these pathogens, in isolation, is already well registered, but there is a lack of studies investigating interactions between them, as the interaction between pathogens can result in new symptoms and greater damage to plants, resulting in a complex disease. Therefore, the present study aimed to evaluate the interaction between nematodes *M. incognita*, *M. javanica* and *R. reniformis*, and fungi *Neocosmospora* sp. (= *F. solani* f. sp. *passiflorae*) and *F. nirenbergiae* (= *F. oxysporum* f. sp. *passiflorae*), in passionfruit. Seedlings of passionfruit, cultivar UENF Rio Dourado, were inoculated with *Neocosmospora* sp. (Isolated 311 and 511), *F. nirenbergiae*, *R. reniformis*, *M. incognita* and *M. javanica*, isolated or together, and seedlings without inoculation

served as control. To characterize the interactions, the treatments were: i) inoculation with fungus only; ii) inoculation with nematodes only; iii) inoculation with nematodes and, 45 days later, with fungus; and iv) control, without inoculation. The treatments were arranged in a completely randomized design (DIC), with 10 repetitions per treatment. For the nine interactions, two identical tests (repetitions over time) were performed. The pathogenicity of the fungus and nematode, isolated and together, were evaluated and expressed as quantitative variables (fresh mass of aerial part, fresh mass of roots, plant length, length of stem, volume of roots, volume of injured tissue in the neck of the plant, final population and nematode reproduction factor) and semi-quantitative (scales of symptom notes of aerial part). The data obtained were submitted to the Shapiro-Wilk normality and O'Neil Mathews normality variance tests. The data that did not meet the assumptions of the analysis of variance were submitted to the Kruskal-Wallis non-parametric test. In the trials with *R. reniformis*, there was a synergistic interaction with *Neocosmospora* sp. 511 and neutral interaction with the fungi *Neocosmospora* sp. 311 and *F. nirenbergiae* F022. In the trials with *M. javanica* and *M. incognita*, the interaction between nematodes and *Neocosmospora* sp. (311 and 511) and *F. nirenbergiae* it was neutral.

Keywords: Complex disease; nematodes; *Fusarium* sp.

1. INTRODUÇÃO

O maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) é uma planta tropical, com ampla diversidade genética, pertencente à família Passifloraceae. Esta família possui 18 gêneros e 630 espécies, sendo *Passiflora* L. o gênero mais importante economicamente. Esse gênero é composto por 22 subgêneros e 485 espécies, das quais o maracujá-azedo é uma das principais espécies frutíferas cultivadas no Brasil (Flora do Brasil, 2020). O maracujá-azedo é uma fruta multifuncional devido às suas propriedades medicinais e nutritivas, e seu fruto pode ser utilizado de forma total: a polpa para consumo *in natura* e industrial, a casca serve de ração e adubo orgânico, e das sementes pode-se extrair óleo (Costa et al., 2008).

No Brasil, o cultivo do maracujazeiro em escala comercial teve início na década de 1970 (Faleiro et al., 2008). Estima-se que uma lavoura de maracujá-azedo pode atingir uma produtividade média de 13,5 toneladas/ha/ano, podendo seu ciclo produtivo durar até três anos (IBGE, 2017). Porém, o tempo médio de cultivo vem diminuindo ao longo dos anos, podendo chegar a apenas um ciclo. Isso se deve aos problemas fitossanitários da cultura, causados por insetos-praga, fungos, bactérias, vírus, nematoides e fitoplasmas.

As doenças causadas por patógenos do solo apresentam grande expressão econômica na cultura do maracujazeiro, reduzindo a sua vida útil e tornando-a migratória. Dentre as doenças que acometem a cultura, uma das mais importantes é a fusariose, causada por *Fusarium nirenbergiae* (= *Fusarium*

oxysporum f. sp. *passiflorae*) e *Neocosmospora* sp. (= *F. solani* (Mart.) Sacc. f. sp. *passiflorae*) (Meletti & Bruckner, 2001; Chaves et al., 2004; Fischer et al., 2010). Esses fungos colonizam o sistema radicular e vascular, provocando a morte precoce da planta, o que reduz drasticamente o estande e, conseqüentemente, a produtividade (Dariva et al., 2015). A ocorrência da doença no Brasil é relatada desde a década de 1970 e, atualmente, está presente nas principais áreas produtoras.

Outro grupo de patógenos que causa danos à cultura são os nematoides. Dentre as diversas espécies associadas à cultura do maracujá, apenas *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood, *M. javanica* (Treub) Chitwood e *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira causam perdas econômicas pela redução da produtividade e longevidade da cultura (Sharma et al., 2004).

Se, por um lado, os danos causados por esses patógenos, isoladamente, já estão bem caracterizados, há carência de estudos investigando possíveis interações entre eles. Tal investigação é procedente, pois é comum culturas agrícolas serem parasitadas/atacadas por diferentes patógenos/pragas concomitantemente. Em muitos casos, a interação entre diferentes patógenos ou pragas pode resultar em nova sintomatologia e/ou maiores danos às plantas, caracterizando-se então uma doença complexa. Várias doenças complexas são conhecidas por interações entre nematoides e fungos de solo (Powel, 1971; Khan, 1993; Back et al., 2002).

Na cultura do maracujá, são escassos os estudos que investigam a interação entre nematoides e fungos. Peregrine & Yuntun (1980) relataram aumento da severidade de *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan diante do parasitismo por *R. reniformis* sem, entretanto, apresentar dados que consubstanciassem tal afirmação. Castellano et al. (2012) citam relatos de aumento da severidade de fungos em maracujazeiro na presença de fitonematoides na Venezuela. Entretanto, na referida publicação, não são citados dados para confirmação de tais relatos. Aparentemente, o único estudo empírico foi conduzido por Fischer et. al (2010), que observaram aumento na intensidade dos sintomas de fusariose e maior número de galhas radiculares quando realizada a inoculação simultânea de *F. solani* (= *Neocosmospora* sp.) e *M. incognita* em plantas de maracujá-azedo 'Afruveç'.

Há, portanto, uma clara lacuna no conhecimento no que se refere ao co-parasitismo por espécies de *Fusarium*, *Neocosmospora* e nematoides, especialmente aqueles mais severos, como *M. javanica*, *M. incognita* e *R. reniformis*.

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar a interação entre os nematoides *M. incognita*, *M. javanica* e *R. reniformis* e os fungos *Neocosmospora* sp. (= *F. solani* f. sp. *passiflorae*) e *F. nirenbergiae* (= *F. oxysporum* f. sp. *passiflorae*), em maracujazeiro azedo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância sócio-econômica da cultura do maracujazeiro

O maracujazeiro pertence à divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Malpighiales, família Passifloraceae. Nesta família se encontram quatro gêneros distintos, sendo *Passiflora* composto por 153 espécies. *Passiflora* sp. é considerado o gênero de maior importância econômica. O seu centro de origem é a América do Sul, com destaque para o Brasil, porém também existem algumas espécies nativas dos Estados Unidos, China, Argentina e Austrália (Flora do Brasil, 2020).

A cadeia produtiva do maracujá-azedo no Brasil é promissora devido às condições favoráveis de clima, solo e regime hídrico. A produção de maracujá é atrativa aos produtores, pois oferece rápido retorno econômico e garante renda distribuída ao longo do ano, devido ao seu longo período de safra (8-12 meses). A cultura do maracujá permite assim um fluxo de renda mensal equilibrado, o que contribui para elevar o padrão de vida nas propriedades rurais (Meletti et al., 2010; Pires et al., 2011).

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de maracujá. As espécies mais cultivadas são maracujá-doce (*P. alata* Curtis) e maracujá-azedo (*P. edulis*). A produção anual é estimada em cerca de 593.429 mil toneladas, colhidas em uma área aproximada de 41,584 mil hectares, dos quais 64,5% estão concentrados na região nordeste (IBGE, 2020). Apesar de ser responsável por

aproximadamente 80% da produção mundial do fruto, o país não é o maior exportador - sendo esse o Equador. A maior parte do que o Brasil produz é voltado para o abastecimento do mercado interno.

A cultura do maracujazeiro tem grande importância na fixação da mão de obra rural, visto que gera um grande número de empregos, contribuindo para a redução do êxodo rural. Cada hectare de maracujá gera, em média, de 3 a 4 empregos diretos, e ocupa de 7 a 8 pessoas nas mais variadas etapas da cadeia produtiva (Melletti, 2011).

E dentre as cultivares de maracujá-azedo disponíveis no mercado, temos uma desenvolvida pelo programa de melhoramento de maracujazeiro azedo da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, que elaborou um programa de seleção recorrente intrapopulacional (população UENF MA1).

A cultivar foi obtida após três ciclos de seleção recorrente de sementes de frutos provenientes do cruzamento de polinização aberta entre as melhores progênies selecionadas deram origem a cultivar 'UENF Rio Dourado', que apresenta produtividade média de 25 toneladas/ha (Viana et al., 2016).

2.2 Principais vírus, bactérias e fungos patogênicos ao maracujazeiro

A incidência de doenças é fator limitante à produção do maracujá nas diferentes regiões produtoras. A produção pode ser comprometida por diversos patógenos, principalmente os de natureza fúngica, bacteriana, virótica e por nematoides.

Entre as doenças viróticas, a que causa mais danos à cultura é causada pelo vírus do endurecimento dos frutos, *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV). Este vírus provoca sintomas de mosaico, com intensidade variável, às vezes acompanhado de bolhosidade, rugosidade e deformação do limbo foliar. Os frutos podem ficar menores e deformados, e o pericarpo fica com uma espessura irregular e com consistência endurecida (Fisher; Kimati; Rezende, 2005).

A bacteriose, causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* Gonçalves e Rosato, ocorre em todos os estados produtores de maracujá. O patógeno está relacionado à morte prematura do maracujazeiro, onde o período produtivo da cultura é reduzido devido à desfolha intensa, murcha dos ramos terminais e morte descendente (Dias, 1990).

Dentre os fungos, *Colletotrichum gloesporioides* (Penz.) Sacc, agente causal da antracnose, é encontrado em todas as regiões produtoras do país. Os sintomas são pequenas manchas de coloração pardo-escura nas folhas, e nos frutos, os mesmos podem apresentar manchas deprimidas de coloração escura que afetam a polpa. Quando há grande intensidade de lesões, pode haver a morte dos ponteiros e o secamento parcial da planta (Goes, 1998).

A cladosporiose, também conhecida como verrugose, é causada pelo fungo *Cladosporium herbarium* (Pers.) Link: Fr. A casca do fruto apresenta aspecto rugoso, e há intensa desfolha e diminuição da produção. Quando a cladosporiose associa-se à antracnose ou à bacteriose, pode ocorrer perda total de plantas no pomar (Santos Filho & Santos, 2003).

Dentre os fungos, os que causam maiores danos ao cultivo do maracujá são os causadores da fusariose: *Neocosmospora* sp. (= *F. solani* f. sp. *passiflorae*) e *Fusarium nirenbergiae* (= *F. oxysporum* f. sp. *passiflorae*). As plantas colonizadas pelos fungos apresentam murcha generalizada devido à colonização dos vasos do xilema, apodrecimento da região do coleto e morte das raízes. A doença pode ocorrer em qualquer fase do ciclo reprodutivo da planta (Pio-Ribeiro & Mariano, 1997; Junqueira et al., 2005).

2.3 *Fusarium nirenbergiae* e *Neocosmospora* sp. na cultura do maracujazeiro

Certos autores tratam a fusariose causada por *F. nirenbergiae* (= *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae*) pela denominação mais específica de murcha do maracujazeiro.

Fusarium nirenbergiae coloniza os vasos do xilema e sua dispersão na planta ocorre através de seus microconídios, que são transportados passivamente pelo fluxo de transpiração (Machardy e Beckman, 1981). A murcha inicia-se nos ramos dos ponteiros, seguida de murcha generalizada das folhas, que permanecem aderidas aos ramos (Santos Filho e Santos, 2003). Antes de ocorrer a murcha, as folhas apresentam coloração verde-pálido ou verde-amarelado, e os frutos, quando presentes, também apresentam murcha (Liberato, 2002).

Outra denominação mais específica da fusariose é a podridão do colo. Seu agente causal foi caracterizado como *F. solani* f.sp. *passiflorae* por Bueno et al. (2014), mas a classificação aceita neste trabalho é a de Sandoval-Denis et al.

(2019). Esses autores mantiveram *F. solani* f. sp. *passiflorae* como *Neocosmospora* sp. até que caracterizações moleculares mais detalhadas definam a sua espécie.

A infecção por *Neocosmospora* sp. pode se iniciar pela raiz principal e evoluir para a região do coleto, ou de forma inversa. À medida que a doença evolui, ocorre o escurecimento da lesão na casca, destruição dos vasos tanto na região do coleto e raízes, murcha, amarelecimento e seca das folhas (Viana et al., 2003). O sistema vascular das plantas também pode ser colonizado pelo fungo: os tecidos vasculares apresentam coloração marrom avermelhada a marrom, podendo estar associado a sintomas de cancro e podridão radicular (Manicom et al., 2003).

Há de se notar que a fusariose no maracujazeiro recebe ainda outras denominações, como podridão-do-pé e morte prematura (Silva et al., 2018). No geral, os sintomas causados pelos fungos citados variam, e as tentativas de isolamento do agente causal e re-inoculação nem sempre são bem-sucedidas na reprodução dos sintomas (Oliveira et al., 1986).

2.4 Principais fitonematoides patogênicos ao maracujazeiro

Diversos nematoides foram relatados associados ao sistema radicular do maracujazeiro, embora somente o nematoide das galhas (*M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*) e *R. reniformis* causem danos de expressão econômica, limitando a produtividade e a longevidade das plantações (Sharma et al., 2003). Os sintomas causados por fitonematoides podem ser confundidos por deficiências nutricionais, fúngicas ou bacterianas (Ritzinger et al., 2002).

No Brasil, um dos primeiros relatos de nematoides associados a *Passiflora* spp. foi feito por Carvalho (1950), em São Paulo (Liberato, 2002). Ponte (1992), ao fazer levantamento em maracujazeiro azedo no nordeste brasileiro, verificou que *M. incognita* e *M. javanica* se apresentavam amplamente difundidas em sete estados (Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe) dos nove amostrados, e *R. reniformis* apenas no estado de Pernambuco.

Em outro levantamento, foi constatada a presença de nove gêneros de nematoides em pomares de maracujá distribuídos em cinco áreas do Distrito

Federal, dos quais os mais importantes, *Meloidogyne* spp. e *R. reniformis*, foram encontrados em todas as áreas (Castro et al., 2012).

2.4.1 *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*

O nematoide das galhas, *Meloidogyne* spp., são endoparasitas sedentários, e apresentam mais de noventa espécies e uma gama de plantas hospedeiras de mais de 5000 espécies. *Meloidogyne* é o gênero mais importante dos fitonematoídeos (Santos, 2011; Khan et al, 2017; Cepulité et al., 2018).

Em seu ciclo de vida, o juvenil de segundo estágio (J₂) penetra nas raízes e estabelece um sítio de alimentação no parênquima vascular. O sítio de alimentação é constituído de células nutritoras hipertrofiadas, denominadas células gigantes, que se conectam a células vizinhas e delas recebem parte dos solutos e fotoassimilados produzidos pela planta. Paralelo ao processo de hipertrofia celular, o nematoide induz a hiperplasia de células parenquimáticas do córtex e do cilindro vascular, levando ao desenvolvimento das galhas radiculares (Ferraz, 2001). Dentre as espécies de *Meloidogyne*, *M. incognita* e *M. javanica*, estas são consideradas as espécies que mais causam perdas econômicas no Brasil e no mundo.

2.4.2 *Rotylenchulus reniformis*

R. reniformis, também conhecido como nematoide reniforme, é um semiendoparasita de raízes, ou seja, no parasitismo, não penetra totalmente o seu corpo na raiz, apenas a região anterior. A fêmea adulta apresenta corpo alargado, lembrando o formato de um rim.

R. reniformis ocorre com frequência em áreas tropicais e subtropicais, apresentando ampla distribuição geográfica e ampla gama de hospedeiros (Robinson et al., 1997). Os danos causados por *R. reniformis* são semelhantes aos causados por *Meloidogyne*, exceto pela formação de galhas nas raízes (Fischer et al., 2008). *Rotylenchulus reniformis* causa sintomas de nanismo e amarelecimento de parte aérea e redução no crescimento e maturação dos frutos. Em casos de ataques mais severos, as plantas não florescem e permanecem raquíticas, resultando em perdas expressivas de produção (Sharma et al., 2005).

2.5 Interações entre patógenos e doenças complexas envolvendo fitonematoides

Em condições de campo ou de cultivo protegido, é comum cultivos agrícolas serem afetados por diferentes patógenos concomitantemente, tanto nas raízes quanto na parte aérea. Na maioria dos casos, os danos causados por esses patógenos são notados e mensurados isoladamente. Em geral, fitopatologistas e melhoristas tratam desses patógenos de maneira isolada, segundo as suas especialidades. Conseqüentemente, o melhoramento vegetal e todas as demais medidas fitossanitárias são concebidas voltadas aos patógenos isoladamente.

Não obstante, relata-se na Fitopatologia diversos casos de interações entre patógenos, que podem afetar-se mutuamente de maneira positiva ou negativa (Powel, 1971; Khan, 1993). Da mesma maneira, a sintomatologia apresentada pelas plantas pode ser alterada, ou tornar-se mais severa, quando dois patógenos atuam concomitantemente.

Quando a interação entre patógenos é analisada com base na sintomatologia e danos observados, pode-se caracterizar a interação como: **i)** neutra, quando não há potencialização dos sintomas e/ou danos; **ii)** antagônica, quando há redução dos sintomas e/ou danos causados; ou **iii)** sinérgica, quando há potencialização dos sintomas/danos (Back et al., 2002).

Interações neutras tendem a ocorrer entre patógenos que colonizam diferentes tecidos ou regiões da planta, sem causar profundas alterações fisiológicas que afetem, indiretamente, o outro patógeno. Interações antagônicas podem ocorrer entre patógenos que colonizam o mesmo tecido/região da planta, em geral com estratégias distintas e excludentes. Por exemplo, patógenos biotróficos e necrotróficos que colonizam as raízes podem afetar-se mutuamente de maneira negativa, resultando em interação antagônica.

Interações sinérgicas se caracterizam pelo agravamento da sintomatologia, ou mesmo surgimento de novos sintomas não causados pelos patógenos isoladamente. Os danos são potencializados, tipicamente maiores do que a soma dos danos causados pelos patógenos isoladamente. Em vários casos, interações sinérgicas recebem novas denominações, e são referidas como doenças complexas.

Há diversas doenças complexas envolvendo fitonematoides, resultantes de interações sinérgicas com bactérias e, com maior frequência, fungos de solo (Siddiqui et al., 2012). Tais doenças complexas envolvem vários gêneros e espécies de nematoides, e vários gêneros de fungos, em diversas culturas hortícolas, frutícolas e grandes culturas.

Em doenças complexas envolvendo fitonematoides, é comum haver favorecimento do fungo envolvido, com maior colonização dos tecidos e maiores danos às plantas. Raramente o mecanismo dessas interações é conhecido, não sendo verdadeira a afirmação de que fitonematoides "abrem portas" para os fungos de solo. Nos poucos casos estudados em detalhes, os nematoides causam alterações fisiológicas negativas nas plantas, as quais se tornam menos capazes de resistir à infecção/colonização pelo fungo. Há também interações sinérgicas em que a planta hospedeira torna-se mais suscetível ao nematoide, com maiores perdas de produção.

O gênero *Meloidogyne* é o mais relatado com interações sinérgicas com fungos, possivelmente por ser o mais estudado em todo o mundo. Por outro lado, as profundas alterações histológicas, proteômicas e hormonais causadas pelos nematoides deste gênero possivelmente facilita a ocorrência de interações complexas com outros patógenos. Dentre os fungos de solo, as espécies pertencentes ao gênero *Fusarium* e *Verticillium* estão entre as mais relatadas em doenças complexas com fitonematoides.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Interações envolvendo *Rotylenchulus reniformis*

3.1.1 Estratégia experimental

Mudas de maracujazeiro azedo, cultivar UENF Rio Dourado, foram inoculadas com *Neocosmospora* sp., *F. nirenbergiae* e *R. reniformis*, isolados ou conjuntamente. Mudanças sem inoculação serviram como testemunha. Após certo período, avaliou-se a patogenicidade desses organismos, isolados e conjuntamente, bem como a reprodução do nematoide, para se definir o tipo de interação que ocorre entre esses patógenos.

3.1.2 Preparo das Mudanças

As mudas foram produzidas em tubetes com capacidade para 300 cm³, a partir de sementes da cultivar UENF Rio Dourado. O substrato utilizado na produção das mudas foi composto por uma mistura de areia e terra de barranco, na proporção 2:1, desinfestado previamente em solarizador por três dias.

3.1.3 População do nematoide, preparo de inóculo e inoculação

A população de *R. reniformis*, proveniente do Instituto Agronômico do Paraná, foi inicialmente cultivada em vasos de 40 litros com plantas de mamona (*Ricinus communis* L.), quiabeiro [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] e

tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.). Posteriormente, o nematoide foi mantido em maracujazeiros azedo.

Para o preparo do inóculo, raízes infectadas foram submetidas ao método de extração de Coolen & D'Herde (1972) modificado, ou seja, sem a utilização de caolim. A suspensão resultante foi passada por peneiras de 65 e 500 *mesh* sobrepostas, e recolhida em um béquer. Mediante contagem em lâmina de Peters em microscópio estereoscópico, a suspensão foi calibrada para a concentração de 1.000 ovos + J₂, J₃ e J₄ + fêmeas vermiformes de *R. reniformis*/10 mL de água.

As mudas foram inoculadas 60 dias após a semeadura (DAS). Para inoculação, dois furos foram feitos no solo, ao lado da muda, a uma profundidade de 5 cm. Cinco ml da suspensão de inóculo foram aplicados em cada furo, ao longo de toda a sua profundidade, de forma a distribuir os nematoides no perfil do sistema radicular da muda. Para se atestar a viabilidade do inóculo, 10 mudas de tomateiro 'Santa Cruz' foram inoculadas mediante os mesmos procedimentos, e com o mesmo nível de inóculo. Os tomateiros foram mantidos nas mesmas condições dos maracujazeiros – exceto pelo cultivo em vasos de 5 litros - e as avaliações ocorreram concomitantemente.

3.1.4 Isolados fúngicos, preparo de inóculo e inoculação

Os fungos avaliados - *Neocosmospora* sp. (isolados CF/UENF 311 e CF/UENF 511) e *F. nirenbergiae* isolado CF/UENF 022 - são provenientes da micoteca da Clínica Fitossanitária da UENF. Esses isolados foram obtidos de lavouras de maracujazeiro azedo nos municípios de Campos dos Goytacazes (RJ), Viçosa (MG) e Cáceres (MT), respectivamente.

Os fungos foram repicados da micoteca para placas de Petri contendo meio de cultura BDA (batata-dextrose-agar) (Fig. 1b) e incubados em câmara de crescimento, com temperatura de 24 °C e fotoperíodo de 12 horas. Após 7 dias de crescimento, as colônias foram utilizadas no preparo do inóculo.

As inoculações ocorreram 60 dias após a inoculação com o nematoide, ou seja, aos 120 DAS. Para inoculação, realizou um corte longitudinal e superficial no caule da muda, a 1 cm do solo, com um bisturi esterilizado. Sobre este corte, colocou-se um disco de cultura de 6 mm de diâmetro, obtido da periferia da

colônia crescida em BOD. O corte com o disco de cultura foi recoberto com parafilme.

3.1.5 Design estatístico e condução dos ensaios

Para se caracterizar a interação *R. reniformis-Neocosmospora* sp. 311, os tratamentos foram: **i)** inoculação apenas com o fungo; **ii)** inoculação apenas com *R. reniformis*; **iii)** inoculação com *R. reniformis* e, 45 dias depois, com o fungo; e **iv)** testemunha, sem inoculação. Esses tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 10 repetições por tratamento, cada uma dessas representada por uma muda de maracujazeiro cultivada no tubete.

As 40 mudas foram mantidas em bandejas em câmara de crescimento (Fig. 1a), com fotoperíodo de 12 horas/dia. A iluminação foi realizada com lâmpadas fluorescentes tubular (General Eletric Duramax – 40 watts), com iluminação de 106 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$. A temperatura foi mantida a 26-27° C.

Esse *design* estatístico e procedimentos foram empregados também para se caracterizar as interações *R. reniformis-Neocosmospora* 511 e *R. reniformis-F. nirenbergiae* 022.

Para as três interações, realizou-se dois ensaios idênticos (repetições no tempo), os quais foram denominados ensaio 1 e ensaio 2.

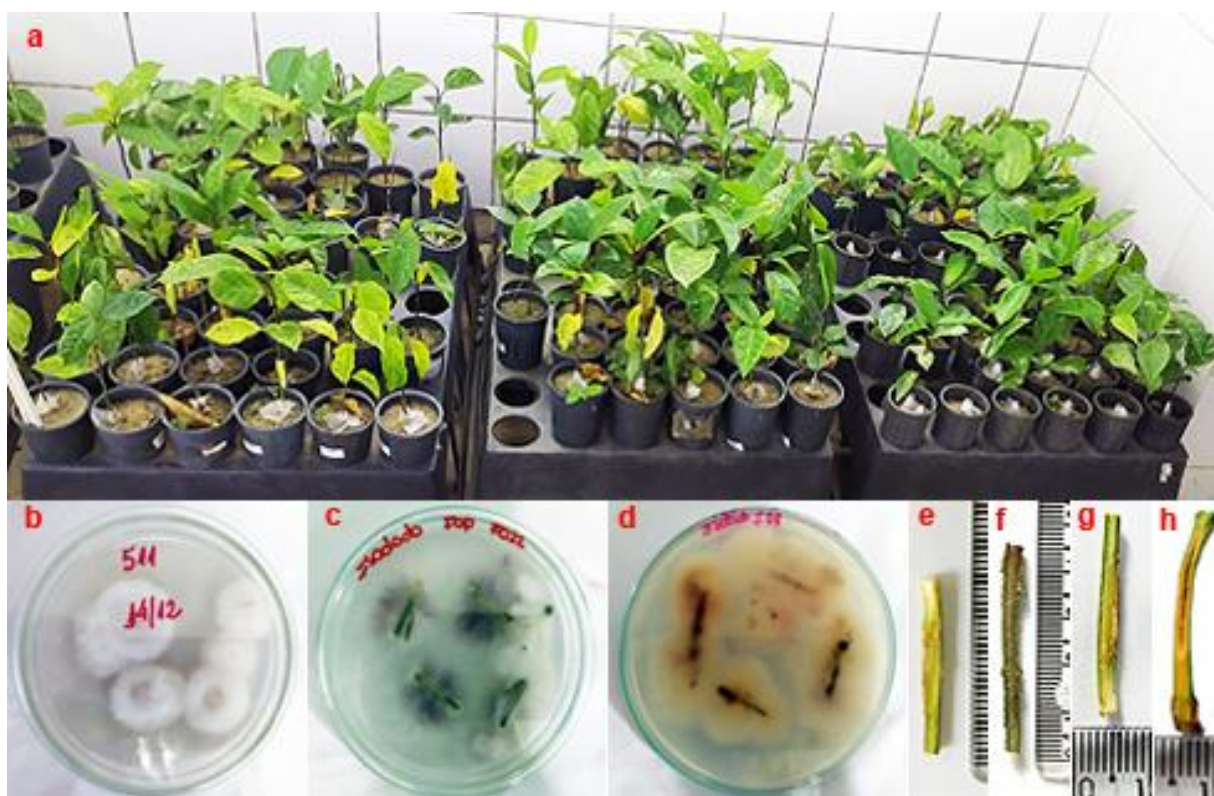


Figura 1. a) Disposição das plantas e tubetes nos ensaios; b) placa de cultura de *Neocosmospora* sp.; c), d) Placas com fragmentos de tecido lesionado para reisolamento fúngico; e, g) lesões causadas por *F. nirenbergiae* F022; f), h) lesões causadas por *Neocosmospora* sp.

3.1.6 Avaliação dos ensaios

Na caracterização da interação *R. reniformis*-*Neocosmospora* sp. 311, as avaliações ocorreram 15 após a inoculação com o fungo – aos 135 DAS - devido ao rápido declínio das plantas inoculadas com o fungo. Para as demais interações, as avaliações ocorreram aos 165 DAS.

A patogenicidade do fungo e do nematoide, isolados e conjuntamente, foi expressa em variáveis quantitativas e semiquantitativas (Tabela 1). Medições em g foram realizadas em balança de precisão, e medições em mm foram realizadas com paquímetro digital.

Tabela 1. Variáveis quantitativas e semiquantitativas empregadas para caracterizar a interação entre fungos e *R. reniformis* em plantas de maracujazeiro azedo

Tipo de variável	Variáveis
Quantitativas	massa fresca da parte aérea (MPA), em g
	massa fresca de raízes (MR), em g
	comprimento da planta (CP) em mm, medido do meristema apical à extremidade do sistema radicular
	comprimento da haste (CH) em mm, medido do meristema apical ao colo da planta
	volume das raízes (VR) em cm ³ , medido por deslocamento de água em proveta
	volume do tecido lesionado no colo da planta (VL) em mm ³ , considerando o comprimento e largura da lesão (Fig. 1 e-h) e empregando-se a fórmula $\pi \times r^2 \times h$ para cálculo de volume de um cilindro
	população final (Pf) do nematoide – ovos + J2 a J4 + fêmeas vermiformes + machos - extraídos das raízes
	fator de reprodução (FR) do nematoide [Pf/núcleo]
Qualitativas	escala de notas de sintomas de parte aérea de Santos (1997) modificada
	escala de notas de sintomas de parte aérea proposta neste trabalho

Para se obter a Pf do nematoide, as raízes foram banhadas em béquer com água, sem movimentos bruscos, para liberação do solo aderido, ou seja, as raízes não foram lavadas em água corrente. Após serem banhadas, as raízes foram processadas conforme o método de Boneti & Ferraz (1981) modificado – utilizando-se solução aquosa de 1% de hipoclorito de sódio e trituração no liquidificador por 30 segundos. A suspensão obtida foi passada em peneiras de 60 e 500 *mesh*, e a suspensão resultante foi submetida à contagem em lâminas de Peters.

As notas, referentes aos sintomas, foram atribuídas a cada uma das repetições. E a média das notas de cada tratamento foi apresentada na tabela. As fotos representam a variação de sintomas observadas dentro de cada tratamento.

As escalas de notas de sintomas constam na Tabela 2.

Tabela 2. Escalas de notas de sintomas empregadas para caracterizar a interação entre fungos e *R. reniformis* em plantas de maracujazeiro azedo

Escalas	Notas	Descrição dos sintomas
Santos (1997) modificada	1	nenhum
	2	uma folha com clorose
	3	folhas com murcha e/ou clorose
	4	murcha intensa, com clorose e necrose foliar
	5	planta morta
Proposta deste trabalho	0	nenhum
	1	clorose em pelo menos uma folha
	2	ao menos uma folha com necrose ou abscisão
	3	abscisão total de folhas

3.1.7 Reisolamento dos fungos inoculados

Para se confirmar que os sintomas sugestivos de fusariose foram causados pelos fungos, foram retirados fragmentos da área interna do caule de todas as plantas que apresentarem sintomas de descoloração vascular e/ou lesões necróticas. O isolamento do patógeno foi realizado pelo método indireto, sendo retirados fragmentos de tecido da região limítrofe entre a área lesionada e a área sadia.

Os fragmentos foram desinfestados em álcool 70% por um minuto, seguido de um minuto em hipoclorito de sódio 0,5% e, por último, lavados por duas vezes em água destilada esterilizada. Cada fragmento foi colocado em placa de Petri contendo meio BDA (Fig. 1 c,d) e, após sete dias, as colônias foram analisadas morfológicamente para a confirmação da identificação dos fungos.

3.1.8 Análises estatísticas dos dados

Os dados foram inicialmente submetidos aos testes de normalidade de Shapiro-Wilk, de normalidade de variâncias de O'Neil Mathews e de F máximo de Hartley para definição das análises estatísticas seguintes.

As variáveis com dados que apresentaram normalidade e homogeneidade foram submetidos à análise de variância (ANOVA), de acordo com o seguinte modelo: $Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$, onde: Y_{ij} é o valor observado na parcela do i -ésimo tratamento na j -ésima repetição; μ é a constante geral; T_i é o efeito do i -ésimo tratamento; e ε_{ij} é o erro associado à observação Y_{ij} . Quando se constatou diferença significativa ($p < 0,05$), foi realizado o teste de Tukey a 5% para comparação de médias entre os tratamentos.

Dados que não seguiram os pressupostos da ANOVA e não puderam ser normalizados por transformação foram submetidos ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. Para análise da Pf e FR dos nematoides e das escalas de notas, a fim de comparar os dois tratamentos que receberam inoculação com nematoides, empregou-se o Teste t. Todas as análises foram realizadas no software R, com auxílio das funções presentes no pacote "ExpDes".

3.2 Interações envolvendo *Meloidogyne* sp.

3.2.1 Estratégia experimental

Mudas de maracujazeiro azedo, cultivar UENF Rio Dourado, foram inoculadas com *Neocosmospora* sp., *F. nirenbergiae*, *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica* isolados ou conjuntamente. Mudanças sem inoculação serviram como testemunha. Após certo período, avaliou-se a patogenicidade desses organismos, isolados e conjuntamente, bem como a reprodução do nematoide, para se definir o tipo de interação que ocorre entre esses patógenos.

3.2.2 Preparo das mudas

As mudas foram produzidas em tubetes com capacidade para 300 cm³, a partir de sementes da cultivar 'UENF Rio Dourado'. O substrato utilizado na produção das mudas foi composto por uma mistura de areia e terra de barranco, na proporção 2:1, desinfestado previamente em solarizador por três dias.

3.2.3 População do nematoide, preparo de inóculo e inoculação

A população de *M. incognita* e *M. javanica*, provenientes do laboratório de Nematologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, foi inicialmente cultivada em vasos de 40 litros com plantas de quiabeiro [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] e tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.). Posteriormente, o nematoide foi mantido em maracujazeiros azedo.

Para o preparo do inóculo, raízes infectadas foram submetidas ao método de extração de Coolen & D'Herde (1972) modificado, ou seja, sem a utilização de caolim. A suspensão resultante foi passada por peneiras de 65 e 500 *mesh* sobrepostas, e recolhida em um béquer. Mediante contagem em lâmina de Peters em microscópio estereoscópico, a suspensão foi calibrada para a concentração de 3.500 ovos + J₂ de *M. incognita* e *M. javanica* em 10 mL de água.

As mudas foram inoculadas 60 dias após a semeadura (DAS). Para inoculação, dois furos foram feitos no solo, ao lado da muda, a uma profundidade de 5 cm. Cinco ml da suspensão de inóculo foram aplicados em cada furo, ao longo de toda a sua profundidade, de forma a distribuir os nematoides no perfil do sistema radicular da muda. Para se atestar a viabilidade do inóculo, 10 mudas de tomateiro 'Santa Cruz' foram inoculadas mediante os mesmos procedimentos, e

com o mesmo nível de inóculo. Os tomateiros foram mantidos nas mesmas condições dos maracujazeiros – exceto pelo cultivo em vasos de 5 litros - e as avaliações ocorreram concomitantemente.

3.2.4 Isolados fúngicos, preparo de inóculo e inoculação

Os fungos avaliados - *Neocosmospora* sp. (isolados CF/UENF 311 e CF/UENF 511) e *F. nirenbergiae* isolado CF/UENF 022 - são provenientes da micoteca da Clínica Fitossanitária da UENF. Esses isolados foram obtidos de lavouras de maracujazeiro azedo nos municípios de Campos dos Goytacazes (RJ), Viçosa (MG) e Cáceres (MT), respectivamente.

Os fungos foram repicados da micoteca para placas de Petri contendo meio de cultura BDA (batata-dextrose-agar) (Fig. 1b) e incubados em câmara de crescimento, com temperatura de 24 °C e fotoperíodo de 12 horas. Após 7 dias de crescimento, as colônias foram utilizadas no preparo do inóculo.

As inoculações ocorreram 60 dias após a inoculação com o nematoide, ou seja, aos 120 DAS. Para inoculação, realizou um corte longitudinal e superficial no caule da muda, a 1 cm do solo, com um bisturi esterilizado. Sobre este corte, colocou-se um disco de cultura de 6 mm de diâmetro, obtido da periferia da colônia crescida em BOD. O corte com o disco de cultura foi recoberto com parafilme.

3.2.5 Design estatístico e condução dos ensaios

Para se caracterizar a interação *M. incognita-Neocosmospora* sp. 311 e *M. javanica-Neocosmospora* sp. 311, os tratamentos foram: **i)** inoculação apenas com o fungo; **ii)** inoculação apenas com *M. incognita* e *M. javanica*; **iii)** inoculação com *M. incognita* e *M. javanica* e, 45 dias depois, com o fungo; e **iv)** testemunha, sem inoculação. Esses tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 10 repetições por tratamento, cada uma dessas representada por uma muda de maracujazeiro cultivada no tubete.

As 40 mudas foram mantidas em bandejas em câmara de crescimento (Fig. 2 A), com fotoperíodo de 12 horas/dia. A iluminação foi realizada com

lâmpadas fluorescentes tubular (General Electric Duramax – 40 watts), com iluminação de $106 \mu\text{mol}/\text{m}^2$. A temperatura foi mantida a $26\text{-}27^\circ \text{C}$.

Esse *design* estatístico e procedimentos foram empregados também para se caracterizar as interações *M. incognita*-*Neocosmospora* 511, *M. javanica*-*Neocosmospora* 511, *M. incognita*-*F. nirenbergiae* F022 e *M. javanica*-*F. nirenbergiae* F022.

Para as seis interações, realizou-se dois ensaios idênticos (repetições no tempo), os quais foram denominados ensaio 1 e ensaio 2.



Figura 2. A) disposição das plantas e tubetes nos ensaios; B) lesão causada por *F. nirenbergiae* F022; C) lesões causadas por *F. nirenbergiae* F022 e *Neocosmospora* sp.; D) placa com fragmentos de tecido lesionado para reisolamento fúngico.

3.2.6 Avaliação dos ensaios

Nos ensaios para caracterizar a interação *M. incognita*-*Neocosmospora* sp. 311 e *M. javanica*-*Neocosmospora* sp. 311, as avaliações ocorreram 15 após a inoculação com o fungo – aos 135 DAS - devido ao rápido declínio das plantas inoculadas com o fungo. Para as demais interações, as avaliações ocorreram aos 165 DAS.

A patogenicidade do fungo e do nematoide, isolados e conjuntamente, foi expressa em variáveis quantitativas e semiquantitativas (Tabela 3). Medições em g foram realizadas em balança de precisão, e medições em mm foram realizadas com paquímetro digital.

Tabela 3. Variáveis quantitativas e semiquantitativas empregadas para caracterizar a interação entre fungos e *M. incognita* e *M. javanica* em plantas de maracujazeiro azedo

Tipo de variável	Variáveis
Quantitativas	Massa fresca da parte aérea (MPA), em g
	Massa fresca de raízes (MR), em g
	Comprimento da planta (CP) em mm, medido do meristema apical à extremidade do sistema radicular
	Comprimento da haste (CH) em mm, medido do meristema apical ao colo da planta
	Volume das raízes (VR) em cm ³ , medido por deslocamento de água em proveta
	Volume do tecido lesionado no colo da planta (VL) em mm ³ , considerando o comprimento e largura da lesão (Fig. 2 B-C) e empregando-se a fórmula $\pi \times r^2 \times h$ para cálculo de volume de um cilindro
	População final (Pf) do nematoide – ovos + J2 a J4 + fêmeas vermiformes + machos - extraídos das raízes
	Fator de reprodução (FR) do nematoide [Pf/núcleo]
Qualitativas	Escala de notas de sintomas de parte aérea de Santos (1997) modificada

	Escala de notas de sintomas de parte aérea proposta neste trabalho
--	--

Para se obter a Pf do nematoide, as raízes foram banhadas em béquer com água, sem movimentos bruscos, para liberação do solo aderido - ou seja, as raízes não foram lavadas em água corrente. Após serem banhadas, as raízes foram processadas conforme o método de Boneti & Ferraz (1981) modificado – utilizando-se solução aquosa de 1% de hipoclorito de sódio e trituração no liquidificador por 30 segundos. A suspensão obtida foi passada em peneiras de 60 e 500 *mesh*, e a suspensão resultante foi submetida à contagem em lâminas de Peters.

As notas, referentes aos sintomas, foram atribuídas a cada uma das repetições. E a média das notas de cada tratamento foi apresentada na tabela. As fotos representam a variação de sintomas observadas dentro de cada tratamento.

As escalas de notas de sintomas constam na Tabela 4.

Tabela 4. Escalas de notas de sintomas empregadas para caracterizar a interação entre fungos e *M. incognita* e *M. javanica* em plantas de maracujazeiro azedo

Escalas	Notas	Descrição dos sintomas
Santos (1997) modificada	1	Nenhum
	2	Uma folha com clorose
	3	Folhas com murcha e/ou clorose
	4	Murcha intensa, com clorose e necrose foliar
	5	Planta morta
Proposta deste trabalho	0	Nenhum
	1	Clorose em pelo menos uma folha
	2	Ao menos uma folha com necrose ou abscisão
	3	Abscisão total de folhas

3.2.7 Reisolamento dos fungos inoculados

Para se confirmar que os sintomas sugestivos de fusariose foram causados pelos fungos, foram retirados fragmentos da área interna do caule de todas as plantas que apresentaram sintomas de descoloração vascular e/ou lesões necróticas. O isolamento do patógeno foi realizado pelo método indireto, sendo retirados fragmentos de tecido da região limítrofe entre a área lesionada e a área sadia.

Os fragmentos foram desinfestados em álcool 70% por um minuto, seguido de um minuto em hipoclorito de sódio 0,5% e, por último, lavados por duas vezes em água destilada esterilizada. Cada fragmento foi colocado em placa de Petri contendo meio BDA (Fig. 2 D) e, após sete dias, as colônias foram analisadas morfológicamente para a confirmação da identificação dos fungos.

3.2.8 Análises estatísticas dos dados

Os dados foram inicialmente submetidos aos testes de normalidade de Shapiro-Wilk e de F máximo de Hartley para definição das análises estatísticas seguintes.

As variáveis com dados que apresentaram normalidade e homogeneidade foram submetidos à análise de variância (ANOVA), de acordo com o seguinte modelo: $Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$, onde: Y_{ij} é o valor observado na parcela do i -ésimo tratamento na j -ésima repetição; μ é a constante geral; T_i é o efeito do i -ésimo tratamento; e ε_{ij} é o erro associado à observação Y_{ij} . Quando se constatou diferença significativa ($p < 0,05$), foi realizado o teste de Tukey a 5% para comparação de médias entre os tratamentos.

Dados que não seguiram os pressupostos da ANOVA e não puderam ser normalizados por transformação foram submetidos ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. Para análise da Pf e FR dos nematoides e das escalas de notas, a fim de comparar os dois tratamentos que receberam inoculação com nematoides, empregou-se o Teste t. Todas as análises foram realizadas no software R, com auxílio das funções presentes no pacote “ExpDes”.

4. RESULTADOS

4.1 Interações envolvendo *Rotylenchulus reniformis*

O teste de Shapiro-Wilk indicou haver normalidade de resíduos ($p > 0,05$) nos dados das variáveis vegetativas MPA, MR, CP e CH, em ambos os ensaios das três interações estudadas (Tabela 5). Isto indicou que as análises estatísticas subsequentes deveriam utilizar testes paramétricos. A variável vegetativa VR não apresentou normalidade de resíduos, os quais não puderam ser normalizados mediante transformação de dados. Para esta variável utilizou-se então o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Tabela 5. Valores de p para o teste de Shapiro-Wilk para variáveis de crescimento vegetativo em plantas de maracujazeiro azedo

Ensaio	Variáveis e interações				
	MPA ¹	MR	CP	CH	VR
<i>R. reniformis-Neocosmospora sp. 311</i>					
1	0,44	0,47	0,29	0,47	0,03
2	0,57	0,48	0,15	0,59	1,84x10 ⁻¹²
<i>R. reniformis-Neocosmospora sp. 511</i>					
1	0,083	0,05	0,96	0,77	2,35x10 ⁻¹²
2	0,07	0,41	0,59	0,99	1,84x10 ⁻¹²
<i>R. reniformis-F. nirenbergiae F022</i>					
1	0,21	0,25	0,19	0,07	4,89x10 ⁻⁸
2	0,45	0,15	0,06	0,59	1,84x10 ⁻¹²

¹ MPA: massa de parte aérea; MR: massa de raízes; CP: comprimento da planta; CH: comprimento da haste; VR: volume de raízes.

Os valores de F máximo obtidos no teste de Hartley – todos menores do que o valor tabelado de 5,34 - indicaram haver homogeneidade de variância nos dados das variáveis MPA, MR, CP e CH, nas três interações estudadas (Tabela 6). Isto permitiu que os dados dos ensaios 1 e 2 fossem combinados para as análises estatísticas subsequentes.

Tabela 6. Valores de F máximo do teste de Hartley para variáveis de crescimento vegetativo em plantas de maracujazeiro azedo

Interações	Variáveis			
	MPA ¹	MR	CP	CH
<i>R. reniformis-Neocosmospora</i> sp. 311	4,86	4,72	3,83	1,82
<i>R. reniformis-Neocosmospora</i> sp. 511	2,94	1,4	1,28	2,29
<i>R. reniformis-F. nirenbergiae</i> F022	1,05	2,23	1,54	1,17

¹ MPA: massa de parte aérea; MR: massa de raízes; CP: comprimento da planta; CH: comprimento da haste.

A ANOVA indicou que, na interação *R. reniformis-Neocosmospora* 311, houve significância ($p < 0,01$) da fonte de variação ensaio para as variáveis MPA, MR, CP e CH (Tabela 7). Para a fonte de variação tratamento houve significância ($p < 0,05$) apenas para a variável MR.

Na interação *R. reniformis-Neocosmospora* 511, houve significância ($p < 0,01$) da fonte de variação ensaio apenas para a variável MR, ao passo que para tratamento todas as variáveis foram significativas ($p < 0,01$) (Tabela 7). As variáveis MPA e CH foram significativas ($p < 0,01$) também para a interação ensaio x tratamento.

Na interação *R. reniformis-F. nirenbergiae* F022, houve significância ($p < 0,01$ ou $0,05$) das fontes de variação ensaio, tratamento e ensaio x tratamento, com exceção das variáveis CP e CH (Tabela 7).

Tabela 7. ANOVA para o efeito das interações de *R. reniformis* com *Neocosmospora* sp. (311 e 511) ou *F. nirenbergiae* F022 sobre variáveis de crescimento vegetativo de plantas de maracujazeiro azedo

Fonte de Variação	Variáveis e interações			
	MPA	MR	CP	CH
<i>R. reniformis-Neocosmospora</i> sp. 311				
Ensaio	43,35** ¹	1,28**	1390,28**	379,19**
Tratamento	0,37	0,28*	109,18	11,97
Ensaio x tratamento	0,35	0,02	58,20	1,09
Resíduo	0,67	0,08	69,57	18,58
CV%	54,14	56,15	20,99	21,76
<i>R. reniformis-Neocosmospora</i> sp. 511				
Ensaio	0,43	0,34**	2,66	19,02
Tratamento	10,75**	0,61**	547,18**	231,23**
Ensaio x tratamento	1,59**	0,02	51,72	49,70**
Resíduo	0,15	0,02	19,62	7,48
CV%	41,18	33,16	12,86	14,97
<i>R. reniformis-F. nirenbergiae</i> F022				
Ensaio	0,87**	0,13*	17,39	48,83*
Tratamento	0,42**	0,27**	38,98	18,41
Ensaio x tratamento	0,32**	0,25**	43,16*	24,98*
Resíduo	0,08	0,02	15,32	8,00
CV%	29,12	52,74	10,71	14,64

¹ **** e ** indicam variância significativa de acordo com o teste F, aos níveis de 1% e 5%, respectivamente.

Na interação *R. reniformis-Neocosmospora* 311, o teste de Tukey não indicou diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis de crescimento vegetativo MPA, MR, CP e CH, em ambos os ensaios (Tabela 8). Na comparação entre ensaios, houve diferenças significativas ($p < 0,05$) em todos os tratamentos, nas quatro variáveis.

Na interação *R. reniformis-Neocosmospora* 511, tanto o nematoide quanto o fungo, atuando isoladamente, reduziram significativamente ($p < 0,05$) a MPA, MR e CP das plantas, em ambos os ensaios (Tabela 8). Uma redução mais

acentuada e significativa ($p < 0,05$) ocorreu em plantas parasitadas pelos dois patógenos concomitantemente, em ambos os ensaios. Essa redução mais acentuada devido ao co-parasitismo por *R. reniformis* e *Neocosmospora* 511 é mais evidente na comparação dos percentuais de redução dos valores médios das variáveis em relação à testemunha (Tabela 5). Os percentuais de redução foram consideravelmente mais elevados nas plantas co-parasitadas pelo nematoíde e pelo fungo.

O CH das plantas foi reduzido ($p < 0,05$) por *Neocosmospora* 511 no primeiro ensaio, e pelo co-parasitismo pelos patógenos no segundo ensaio (Tabela 8). Na comparação entre ensaios, houve diferenças significativas ($p < 0,05$) em alguns tratamentos e variáveis.

Na interação entre *R. reniformis*-*F. nirenbergiae* F022, o nematoíde e o fungo, atuando isoladamente, reduziram ($p < 0,05$) a MPA e MR das plantas no primeiro ensaio (Tabela 8). Nesse primeiro ensaio, a combinação de ambos os patógenos também reduziram ($p < 0,05$) a MR das plantas. Na comparação entre ensaios, houve diferenças ($p < 0,05$) em alguns tratamentos e variáveis.

Tabela 8. Efeito do parasitismo por *R. reniformis*, *Neocosmospora* sp. (311 e 511) e *F. nirenbergiae*, isolados ou conjuntamente, sobre variáveis vegetativas de plantas de maracujazeiro azedo

Tratamentos	Variáveis, interações e ensaios							
	MPA ¹		MR		CP		CH	
<i>R. reniformis-Neocosmospora</i> sp. 311								
	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>Neocosmospora</i> 311	1,93aA ²	0,64aB	0,77aA	0,45aB	38,63aA	34,55aB	21,12aA	16,3aB
<i>R. reniformis</i>	2,17aA	0,88aB	0,55aA	0,28aB	46,46aA	36,93aB	22,31aA	18,53aB
<i>R. reniformis-Neocosmospora</i> 311	2,38aA	0,66aB	0,5aA	0,28aB	47,40aA	35,22aB	22,17aA	17,53aB
Testemunha	2,54aA	1,01aB	0,7aA	0,5aB	43,11aA	35,55aB	22,36aA	18,18aB
<i>R. reniformis-Neocosmospora</i> sp. 511								
	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>Neocosmospora</i> 511	0,25cB	0,82bA	0,44bA	0,31bB	32,39bA	33,6bA	16,14bA	18,47aA
<i>R. reniformis</i>	1,47bA	0,97bB	0,45bA	0,24bB	36,01bA	35,6bA	21,39aA	17,61abB
<i>R. reniformis-Neocosmospora</i> 511	0,19cA	0,21cA	0,25cA	0,19cB	26,93cA	29,5cA	13,56bA	14,67bA
Testemunha	2,18aA	1,51aB	0,70aA	0,58aB	43,13aA	38,3aA	23,92aA	20,36aB
<i>R. reniformis-F. nirenbergiae</i> F022								
	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>F. nirenbergiae</i> F022	0,82cA	0,85aA	0,12cA	0,24aA	33,83bA	36,6aA	16,38 bB	20,54aA
<i>R. reniformis</i>	0,89bcA	0,8aA	0,36bA	0,24aA	36,96abA	33,98aA	18,67abA	18,49aA
<i>R. reniformis-F. nirenbergiae</i> F022	1,22abA	1aA	0,22bcA	0,26aA	39,81aA	36,23aB	20,01aA	19,59aA
Testemunha	1,34aA	0,79aB	0,64aA	0,26aB	37,38abA	37,44aA	19,09abB	21,78aA

¹ MPA: massa de parte aérea (g); MR: massa de raízes (g); CP: comprimento da planta (mm); CH: comprimento da haste (mm).

² Letras minúsculas iguais na coluna indicam não haver diferença significativa entre tratamentos em um mesmo ensaio, de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas iguais na linha indicam não haver diferença significativa entre os ensaios.

Valores são médias de 10 repetições (plantas) por tratamento, em cada ensaio.

Tabela 9. Percentual de redução, em comparação com a testemunha, das médias de variáveis vegetativas de plantas de maracujazeiro azedo parasitadas por *R. reniformis* e *Neocosmospora* 511, isolados ou concomitantemente

Tratamentos	Variáveis e ensaios								
	MPA ¹		MR		CP		CH		
	1	2	1	2	1	2	1	2	
Testemunha	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. reniformis</i>	32,5	35,8	35,8	58,7	16,5	7,1	10,6	13,5	
<i>Neocosmospora</i> 511	88,5	45,7	37,2	46,6	23,7	12,2	32,5	9,3	
<i>R. reniformis-Neocosmospora</i> 511	91,3	86,1	64,3	67,3	37,6	23	43,3	27,9	

¹ MPA: massa de parte aérea; MR: massa de raízes; CP: comprimento da planta; CH: comprimento de haste.

Nas três interações estudadas, o teste de Kruskal-Wallis não revelou diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos para a variável vegetativa VR (Tabela 6), com exceção da redução causada por *R. reniformis* no primeiro ensaio. Não houve diferenças significativas entre ensaios.

Tabela 10. Efeito do parasitismo por *R. reniformis*, *Neocosmospora* sp. (311 e 511) e *F. nirenbergiae*, isolados ou conjuntamente, sobre o volume de raízes (cm³) de plantas de maracujazeiro azedo

Tratamentos	Interações e ensaios	
	1	2
<i>R. reniformis</i>-<i>Neocosmospora</i> sp. 311		
<i>Neocosmospora</i> sp. 311	1,4aA ¹	1aA
<i>R. reniformis</i>	1,9bA	1aA
<i>R. reniformis</i> - <i>Neocosmospora</i> sp. 311	1,4aA	1aA
Testemunha	1,6aA	1aA
<i>R. reniformis</i>-<i>Neocosmospora</i> sp. 511		
<i>Neocosmospora</i> sp. 511	1aA	1aA
<i>R. reniformis</i>	1aA	1aA
<i>R. reniformis</i> - <i>Neocosmospora</i> sp. 511	1aA	1aA
Testemunha	1aA	1aA
<i>R. reniformis</i>-<i>F. nirenbergiae</i> F022		
<i>F. nirenbergiae</i> F022	1aA	1aA
<i>R. reniformis</i>	1aA	1aA
<i>R. reniformis</i> - <i>F. nirenbergiae</i> F022	1aA	1aA
Testemunha	1,5aA	1aA

¹ Letras minúsculas iguais na coluna indicam não haver diferença significativa entre tratamentos em um mesmo ensaio. Letras maiúsculas iguais na linha indicam não haver diferença significativa entre os ensaios.

Valores são médias de 10 repetições (plantas) por tratamento, em cada ensaio.

Neocosmospora sp. 311, *Neocosmospora* sp. 511 e *F. nirenbergiae* F022 lesionaram a região do colo de todas as plantas, em todos os ensaios. Como as lesões ascenderam de maneira uniforme em um plano sagital, pôde-se expressar o dano como volume de tecido lesionado (VL), em mm³ (Tabela 11). O teste T revelou não haver ($p > 0,05$) efeito do co-parasitismo por *R. reniformis* no VL causado pelos fungos.

Tabela 11. Efeito do co-parasitismo por *R. reniformis* no volume do tecido lesionado no colo da planta (mm³) causado por *Neocosmospora* sp. (311 ou 511) ou *F. nirenbergiae* F022, em plantas de maracujazeiro azedo

Tratamentos	Interações e ensaios	
	1	2
<i>R. reniformis-Neocosmospora</i> sp. 311		
	1	2
<i>Neocosmospora</i> sp. 311	46,05aA	40,52aA
<i>R. reniformis-Neocosmospora</i> sp. 311	48,95aA	31,95aA
<i>R. reniformis-Neocosmospora</i> sp. 511		
	1	2
<i>Neocosmospora</i> sp. 511	27,25aB	44,73aA
<i>R. reniformis-Neocosmospora</i> sp. 511	31,18aA	53,76aA
<i>R. reniformis-F. nirenbergiae</i> F022		
	1	2
<i>F. nirenbergiae</i> F022	14,66aA	15,37aA
<i>R. reniformis-F. nirenbergiae</i> (F022)	23,97aA	25,97aA

¹ Letras minúsculas iguais na coluna indicam não haver diferença significativa entre tratamentos em um mesmo ensaio, de acordo com o teste T. Letras maiúsculas iguais na linha indicam não haver diferença significativa entre os ensaios.

Valores são médias de 10 repetições (plantas) por tratamento, em cada ensaio.

As escalas para sintomatologia de parte aérea revelaram notas iguais ($p > 0,05$) em plantas parasitadas por *R. reniformis* e *Neocosmospora* sp. 311, isolados ou concomitantemente, em ambos os ensaios (Tabela 12). Em alguns tratamentos, a nota foi mais elevada ($p < 0,05$) no segundo ensaio, como pode ser visto na Fig. 3.

Tabela 12. Notas de sintomas de parte aérea causados por *R. reniformis*, *Neocosmospora* sp. (311 ou 511) e *F. nirenbergiae* (F022), isolados ou concomitantemente, em plantas de maracujazeiro azedo

Tratamentos	Escala de notas de Santos (1997)		Escala de notas proposta neste trabalho	
	1	2	1	2
Interações e ensaios				
<i>R. reniformis</i>-<i>Neocosmospora</i> sp. 311				
	1	2	1	2
<i>Neocosmospora</i> sp. 311	2,5bA ¹	4,2cB	1,4bA	2,2bB
<i>R. reniformis</i>	3bA	3bA	1bA	2bB
<i>R. reniformis</i> - <i>Neocosmospora</i> 311	3,1bA	3,8bcA	1,7bA	2,4bB
Testemunha	1aA	1aA	0aA	0aA
<i>R. reniformis</i>-<i>Neocosmospora</i> sp. 511				
	1	2	1	2
<i>Neocosmospora</i> 511	3,7cA	3,6bcA	2,2bA	2,3bA
<i>R. reniformis</i>	2,2bA	3bB	2bA	2bA
<i>R. reniformis</i> - <i>Neocosmospora</i> 511	4,3cA	4,3cA	2,5bA	2,3bA
Testemunha	1aA	1,5aA	0aA	0aA
<i>R. reniformis</i>-<i>F. nirenbergiae</i> F022				
	1	2	1	1
<i>F. nirenbergiae</i> F022	2,9bA	3bA	2aA	2bA
<i>R. reniformis</i>	3bA	3,3bA	2aA	2bA
<i>R. reniformis</i> - <i>F. nirenbergiae</i> F022	2,9bA	3bA	2aA	2bA
Testemunha	2aB	1aA	1aA	0aA

¹ Letras minúsculas iguais na coluna indicam não haver diferença significativa entre tratamentos em um mesmo ensaio. Letras maiúsculas iguais na linha indicam não haver diferença significativa entre os ensaios.

Valores são médias de 10 repetições (plantas) por tratamento, em cada ensaio.

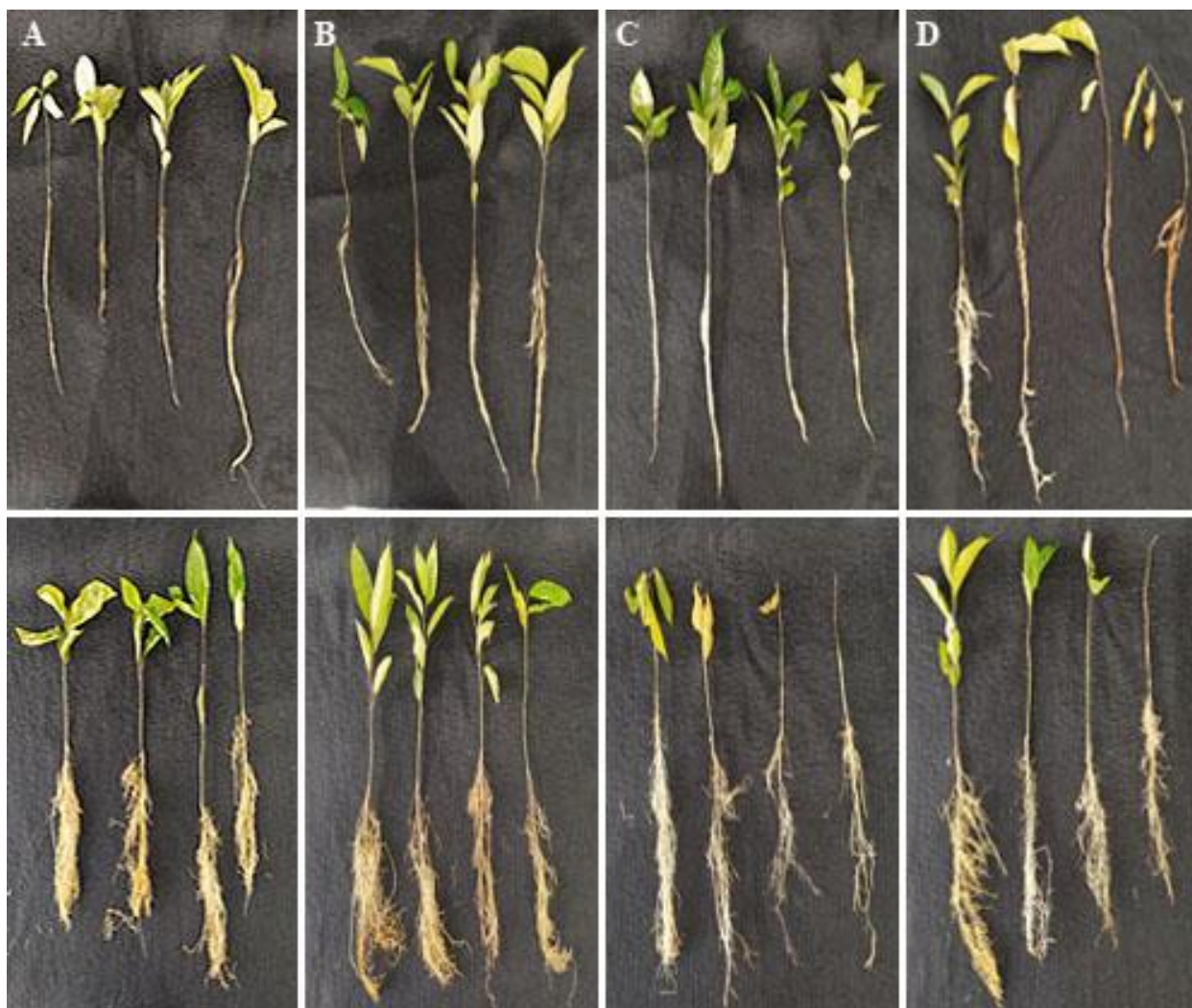


Figura 3. Aspecto de plantas de maracujazeiro azedo nos ensaios 1 e 2 (fotos superiores e inferiores, respectivamente). A) Testemunha (sem inoculação); B) parasitadas por *R. reniformis*; C) parasitadas por *Neocosmospora* sp. 311; D) co-parasitadas por *R. reniformis* e *Neocosmospora* sp. 311.

Na interação *R. reniformis*-*Neocosmospora* sp. 511, as notas da escala de Santos (1997) foram mais elevadas ($p < 0,05$) em plantas parasitadas pelo fungo - isoladamente ou em conjunto com o nematoide - do que pelo nematoide somente (Tabela 12). Visualmente, plantas co-parasitadas apresentaram sintomas mais severos (Fig. 4).

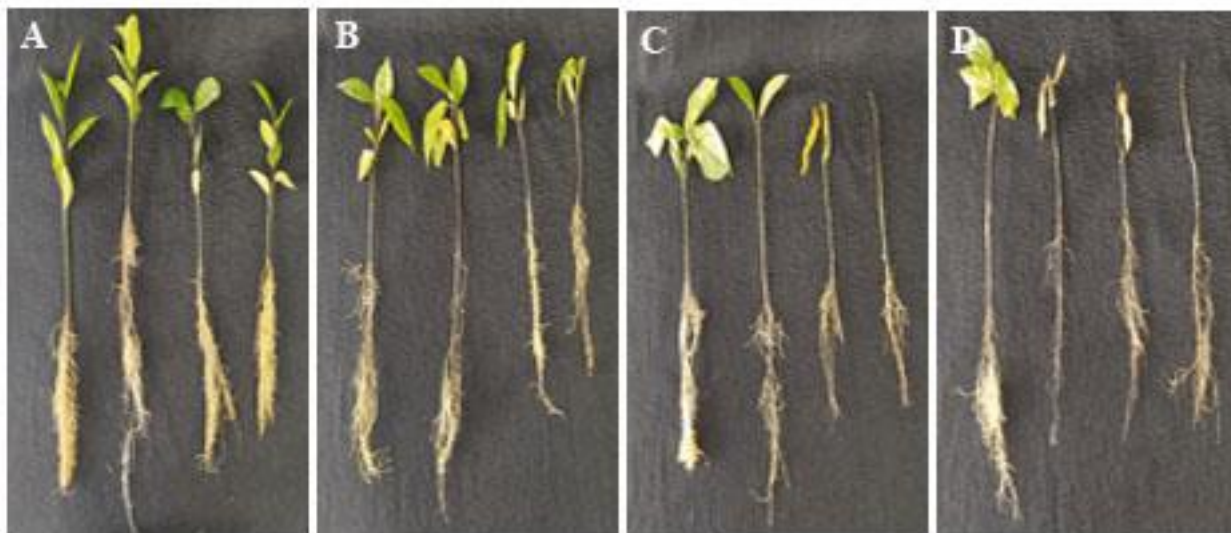


Figura 4. Aspecto de plantas de maracujazeiro azedo no ensaio 2. A) Testemunha (sem inoculação); B) parasitadas por *R. reniformis*; C) parasitadas por *Neocosmospora* sp. 511; D) co-parasitadas por *R. reniformis* e *Neocosmospora* sp. 511.

Na interação *R. reniformis*-*F. nirenbergiae* F022, ambas as escalas não diferenciaram os patógenos e a associação, que apresentaram sintomas semelhantes (Fig. 5).



Figura 5. Aspecto de plantas de maracujazeiro azedo no ensaio 2. A) Testemunha (sem inoculação); B) parasitadas por *R. reniformis*; C) parasitadas por *F. nirenbergiae* F022; D) co-parasitadas por *R. reniformis* e *F. nirenbergiae* F022.

Em relação à reprodução de *R. reniformis*, no segundo ensaio as variáveis Pf e FR apresentaram maiores ($p < 0,05$) valores em co-parasitismo com *Neocosmospora* sp. 311 do que o parasitismo pelo nematoide isoladamente (Tabela 13). Entre ensaios, a reprodução foi maior ($p < 0,05$) no segundo. A reprodução de *R. reniformis* não sofreu ($p > 0,05$) influência do co-parasitismo por *Neocosmospora* sp. 511 ou *F. nirenbergiae* F022. Nessas interações, o nematoide reproduziu-se mais ($p < 0,05$) no segundo ensaio do que no primeiro.

Tabela 13. Efeito do co-parasitismo por *Neocosmospora* sp. (311 ou 511) ou *F. nirenbergiae* F022 sobre variáveis reprodutivas de *Rotylenchulus reniformis* em plantas de maracujazeiro azedo

Tratamentos	Variáveis e ensaios			
	Pf ¹		FR	
	1	2	1	2
<i>R. reniformis</i>	232aB ²	646bA	0,23aB	0,64bA
<i>R. reniformis-Neocosmospora</i> 311	257aB	824aA	0,25aB	0,82aA
	1	2	1	2
<i>R. reniformis</i>	306aB	584aA	0,31aB	0,58aA
<i>R. reniformis-Neocosmospora</i> 511	265aB	547aA	0,26aB	0,54aA
	1	2	1	2
<i>R. reniformis</i>	208aB	451aA	0,21aB	0,45aA
<i>R. reniformis-F. nirenbergiae</i> F022	179aB	557aA	0,18aB	0,8aA

¹ Pf: População final do nematoide; FR: fator de reprodução do nematoide.

² Letras minúsculas iguais na coluna indicam não haver diferença significativa entre tratamentos em um mesmo ensaio, de acordo com o teste T. Letras maiúsculas iguais na linha indicam não haver diferença significativa entre os ensaios.

Valores são médias de 10 repetições (plantas) por tratamento, em cada ensaio.

4.2 Interações envolvendo *Meloidogyne* spp.

O teste de Shapiro-Wilk indicou haver normalidade de resíduos ($p > 0,05$) nos dados das variáveis vegetativas MPA, MR, CP e CH, em ambos os ensaios das três interações estudadas (Tabela 14). Isso indicou que as

análises estatísticas subsequentes deveriam utilizar testes paramétricos. A variável vegetativa VR não apresentou normalidade de resíduos, os quais não puderam ser normalizados mediante transformação de dados. Para esta variável, utilizou-se então o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Tabela 14. Valores de p para o teste de Shapiro-Wilk para variáveis de crescimento vegetativo em plantas de maracujazeiro azedo

Ensaio	Variáveis e interações				
	MPA ¹	MR	CP	CH	VR
<i>M. incognita-Neocosmopora sp. 311</i>					
1	0,21	0,34	0,08	0,07	6,53x10 ⁻⁹
2	0,37	0,17	0,63	0,52	0,005
<i>M. incognita-Neocosmopora sp. 511</i>					
1	0,41	0,31	0,07	0,1	5,61x10 ⁻⁶
2	0,69	0,26	0,74	0,07	3,74x10 ⁻¹²
<i>M. incognita-F. nirenbergiae F022</i>					
1	0,27	0,46	0,2	0,71	7,74x10 ⁻⁶
2	0,76	0,52	0,81	0,24	5,21x10 ⁻⁶
<i>M. javanica-Neocosmopora sp. 311</i>					
1	0,98	0,11	0,33	0,55	0,0001
2	0,99	0,17	0,79	0,33	1,84x10 ⁻¹²
<i>M. javanica-Neocosmopora sp. 511</i>					
1	0,08	0,51	0,31	0,4	0,02
2	0,14	0,92	0,57	0,64	4,26x10 ⁻⁸
<i>M. javanica-F. nirenbergiae F022</i>					
1	0,09	0,86	0,06	0,39	0,046
2	0,63	0,4	0,63	0,38	1,84x10 ⁻¹²

¹ MPA: massa de parte aérea; MR: massa de raízes; CP: comprimento da planta; CH: comprimento da haste; VR: volume de raízes.

Os valores de F máximo obtidos no teste de Hartley – todos menores do que o valor tabelado de 5,34 - indicaram haver homogeneidade de variância nos dados das variáveis MPA, MR, CP e CH, nas três interações estudadas

(Tabela 15). Isto permitiu que os dados dos ensaios 1 e 2 fossem combinados para as análises estatísticas subsequentes.

Tabela 15. Valores de F máximo do teste de Hartley para variáveis de crescimento vegetativo em plantas de maracujazeiro azedo

Interações	Variáveis			
	MPA ¹	MR	CP	CH
<i>M. incognita-Neocosmospora</i> sp. 311	4	3,22	1,42	2,12
<i>M. incognita-Neocosmospora</i> sp. 511	1,13	2,77	2,31	2,21
<i>M. incognita-F. nirenbergiae</i> F022	1	1,61	1,7	2,1
<i>M. javanica-Neocosmospora</i> sp. 311	1,12	2	3,93	1,98
<i>M. javanica-Neocosmospora</i> sp. 511	5,16	1,48	1,68	1,37
<i>M. javanica-F. nirenbergiae</i> F022	1,16	1,01	4,84	1,13

¹ MPA: massa de parte aérea; MR: massa de raízes; CP: comprimento da planta; CH: comprimento da haste.

A ANOVA indicou que, na interação *M. incognita-Neocosmospora* sp. 311, houve significância ($p < 0,05$) da fonte de variação ensaio para as variáveis MPA e CP (Tabela 16). Para a fonte de variação tratamento, houve significância ($p < 0,01$) para as variáveis MPA, MR, CP e CH. As variáveis MPA e MR foram significativas ($p < 0,01$) na interação ensaio x tratamento.

Na interação *M. incognita-Neocosmospora* sp. 511, houve significância ($p < 0,01$) da fonte de variação ensaio apenas para a variável CH, ao passo que para tratamento todas as variáveis foram significativas ($p < 0,05$). Para a interação ensaio x tratamento, todas as variáveis foram significativas ($p < 0,05$).

Na interação *M. incognita-F. nirenbergiae* F022, as variáveis MR e CP foram significativas ($p < 0,01$) para a fonte de variação ensaio. Houve significância ($p < 0,05$) para a fonte de variação tratamento para as variáveis MPA, MR e CP. Para a fonte de variação ensaio x tratamento, apenas as variáveis MPA e MR foram significativas ($p < 0,05$).

Na interação *M. javanica-Neocosmospora* sp. 311, para a fonte de variação ensaio, todas as variáveis foram significativas ($p < 0,05$). Houve significância ($p < 0,05$) das variáveis MPA, MR e CP para a fonte de variação tratamento. Para a interação ensaio x tratamento, as variáveis MPA e CP foram significativas ($p < 0,05$).

Na interação *M. javanica-Neocosmospora* sp. 511, as variáveis MR, CP e CH foram significativas ($p < 0,05$) para a fonte de variação ensaio. Para a fonte de variação tratamento, todas as variáveis foram significativas ($p < 0,05$). Na interação ensaio x tratamento, as variáveis MR, CP e CH foram significativas ($p < 0,05$).

Na interação *M. javanica-F. nirenbergiae* F022, as variáveis MPA, MR e CP foram significativas ($p < 0,05$) para a fonte de variação ensaio. Apenas a variável MPA foi significativa ($p < 0,01$) para a fonte de variação tratamento. Para a fonte de variação ensaio x tratamento, as variáveis MPA e CP foram significativas ($p < 0,05$).

Tabela 16. ANOVA para o efeito das interações de *M. incognita* ou *M. javanica* com *Neocosmospora* sp. (311 ou 511) ou *F. nirenbergiae* F022, sobre variáveis de crescimento vegetativo de plantas de maracujazeiro azedo

Parâmetros	Variáveis e interações			
	MPA ¹	MR	CP	CH
<i>M. incognita-Neocosmospora</i> sp. 311				
Ensaio	1,53 ^{*2}	0,25	288,9 ^{**}	1,31
Tratamento	5,9 ^{**}	0,39 ^{**}	209,98 ^{**}	62,61 ^{**}
Ensaio x tratamento	1,03 ^{**}	0,96 ^{**}	19,49	18,22
Resíduo	0,25	0,09	19,88	9,78
CV%	44,7	54,6	12,13	17,19
<i>M. incognita-Neocosmospora</i> sp. 511				
Ensaio	0,002	0,02	33,61	0 ^{**}
Tratamento	2,5 ^{**}	0,11 [*]	68,53 ^{**}	30,78 ^{**}
Ensaio x tratamento	3,6 ^{**}	0,17 ^{**}	47,59 [*]	32,26 ^{**}
Resíduo	0,14	0,04	12,36	6,22

CV%	28,89	42,23	9,41	12,9
<i>M. incognita-F. nirenbergiae</i> F022				
Ensaio	0,16	0,24**	224,79**	24,16
Tratamento	0,74*	0,18**	85,4*	19,32
Ensaio x tratamento	0,86*	0,09**	54,07	24,68
Resíduo	0,24	0,01	24,83	10,19
CV%	39,45	35,12	12,91	16,62
<i>M. javanica-Neocosmospora</i> sp. 311				
Ensaio	1,61*	3,27**	913,95**	62,36*
Tratamento	5,27**	0,5*	100,27*	20,24
Ensaio x tratamento	2,86**	0,19	122,88**	5,83
Resíduo	0,35	0,18	29,01	10,72
CV%	39,13	54,9	13,11	15,29
<i>M. javanica-Neocosmospora</i> sp. 511				
Ensaio	0,22	2,21**	377,41**	5,84
Tratamento	1,32**	0,74**	72,12*	33,86**
Ensaio x tratamento	0,11	0,28**	66,3*	27,16**
Resíduo	0,22	0,04	19,35	4,53
CV%	28,39	32,09	10,80	9,93
<i>M. javanica-F. nirenbergiae</i> F022				
Ensaio	1,8**	0,48**	1207,61**	13,28
Tratamento	0,98*	0,08	16,35	12,57
Ensaio x tratamento	1,07**	0,08	85,72*	21,38
Resíduo	0,26	0,05	27,59	9,59
CV%	30,45	41,85	12,82	15,79

¹ MPA: massa de parte aérea; MR: massa de raízes; CP: comprimento da planta; CH: comprimento da haste

² "*" e "**" indicam variância significativa de acordo com o teste F, aos níveis de 1% e 5%, respectivamente

Na interação *M. incognita-Neocosmospora* sp. 311 o fungo, isoladamente ou em associação com o nematoide, reduziu ($p < 0,05$) a MPA, MR, CP e CH das plantas na maioria das avaliações (Tabela 17).

Nas interações *M. incognita-Neocosmospora* sp. 511 e *M. incognita-F. nirenbergiae* F022, tanto o fungo quanto o nematoide reduziram ($p < 0,05$) o

desenvolvimento das plantas de maneira pontual, em algumas variáveis e ensaios.

Na interação *M. javanica-Neocosmospora* sp. 511 o fungo, isoladamente ou em associação com o nematoide, reduziu ($p < 0,05$) a MPA, MR, CP e CH das plantas na maioria das avaliações.

Na interação *M. javanica-Neocosmospora* sp. 311, o fungo reduziu ($p < 0,05$) o desenvolvimento das plantas de maneira pontual, ao passo que na interação *M. javanica-F. nirenbergiae* F022 não houve danos ao desenvolvimento das plantas.

Tabela 17. Efeito do parasitismo por *M. incognita*, *M. javanica*, *Neocosmospora* sp. (311 e 511) e *F. nirenbergiae*, isolados ou conjuntamente, sobre variáveis vegetativas de plantas de maracujazeiro azedo

Tratamentos	Variáveis, interações e ensaios							
	MPA ¹		MR		CP		CH	
<i>M. incognita-Neocosmospora</i> sp. 311								
	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>Neocosmospora</i> sp. 311	1,25bA ²	0,38bB	0,87aA	0,29bcB	35,06bcB	36,44bcA	18,97abA	16,81abA
<i>M. incognita</i>	1,92aA	1,56aA	0,63abA	0,59abA	38,85aB	42,02aA	20,89aA	19,26aA
<i>M. incognita-Neocosmospora</i> sp. 311	0,58cA	0,48bA	0,48bA	0,21cB	29,88cB	35,83cA	15,13bA	16,67bA
Testemunha	1,27bB	1,48aA	0,43bB	0,89aA	35,72abB	40,43abA	18,29aA	19,52aA
<i>M. incognita-Neocosmospora</i> sp. 511								
	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>Neocosmospora</i> sp. 511	1,28aA	0,83bB	0,6aA	0,53aA	38,62aA	35,1bA	18,85abA	17,54bA
<i>M. incognita</i>	0,75bB	1,7aA	0,29bB	0,59aA	37,64aB	40,30aA	16,90bB	20,5aA
<i>M. incognita-Neocosmospora</i> sp. 511	1,53aA	0,59bB	0,41abA	0,39aA	38,48aA	33,79bA	19,96aA	18,46abB
Testemunha	1,6aB	2aA	0,55aA	0,47aA	40,7aA	37,68abA	21,05aA	20,76aA
<i>M. incognita-F. nirenbergiae</i> F022								
	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>F. nirenbergiae</i> F022	0,73bB	1,22aA	0,25aA	0,29bA	36,4bA	35bB	17,85aA	18,49aA

<i>M. incognita</i>	1,4aA	1,31aA	0,25aB	0,51aA	41,09aA	39,73aB	20,08aA	20,23aA
<i>M. incognita-F. nirenbergiae</i> F022	1,48aA	1,09aA	0,23aA	0,25bA	40,87abA	38,45abB	19,02aA	18,12aA
Testemunha	1,59aA	1,22aA	0,34aB	0,46aA	42,72abA	34,49abB	22,07aA	17,78aA
<i>M. javanica-Neocosmospora</i> sp. 311								
	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>Neocosmospora</i> sp. 311	0,72bB	1,35aA	0,71bA	0,39bB	38,71bA	38,85aA	21,58aA	20,75aB
<i>M. javanica</i>	2,48aA	1,69aB	1,23aA	0,58aB	49,78aA	38,13aB	23,61aA	21,54aB
<i>M. javanica-Neocosmospora</i> sp. 311	1,2bA	1,24aA	0,86abA	0,67abB	43,74abB	36,24aA	20,68aA	19,68aB
Testemunha	2,41aA	1,41aB	1,09abA	0,63abB	45,64aA	37,61aB	23,32aA	20,16aB
<i>M. javanica-Neocosmospora</i> sp. 511								
	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>Neocosmospora</i> sp. 511	1,56bA	1,6bA	0,82bA	0,32bB	43,53aA	37,74bB	22,46aA	20,23bcB
<i>M. javanica</i>	1,53abA	1,84abA	0,91abA	0,52abB	44,99aA	38,33bAB	21,19aA	22,37abA
<i>M. javanica-Neocosmospora</i> sp. 511	1,39bA	1,34bA	0,42cA	0,43abA	41,1aA	35,08bB	19,79aA	19,67cA
Testemunha	1,92aA	2,04aA	1,1aA	0,64aB	41,91aA	43aA	21,2aB	24,53aA
<i>M. javanica-F. nirenbergiae</i> F022								
	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>F. nirenbergiae</i> F022	2,24aA	1,48abB	0,46Aa	0,4aB	42,93aA	38,37aB	21,26aA	19,46aA
<i>M. javanica</i>	1,71aA	1,67aA	0,59Aa	0,56aB	44,67aA	38,73aB	19,18aA	19,51aA
<i>M. javanica-F. nirenbergiae</i> F022	1,65aA	1,86aA	0,68Aa	0,4aB	42,45aA	37,95aA	19,43aA	20,83aA

Testemunha	1,65aA	1,04bB	0,63Aa	0,38aB	42,74aA	33,25aB	20,2aA	17,01aA
------------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	--------	---------

¹ MPA: massa de parte aérea (g); MR: massa de raízes (g); CP: comprimento da planta (mm); CH: comprimento da haste (mm).

² Letras minúsculas iguais na coluna indicam não haver diferença significativa entre tratamentos em um mesmo ensaio, de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas iguais na linha indicam não haver diferença significativa entre os ensaios.

Valores são médias de 10 repetições (plantas) por tratamento, em cada ensaio.

O dano de *Neocosmospora* sp. 311 ao desenvolvimento vegetativo das plantas expressou-se também no menor ($p < 0,05$) volume de raízes das plantas infectadas, em dois ensaios (Tabela 18). *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Neocosmospora* sp. 511 reduziram o volume de raízes pontualmente.

Tabela 18. Efeito do parasitismo por *M. incognita*, *M. javanica*, *Neocosmospora* sp. (311 e 511) e *F. nirenbergiae*, isolados ou conjuntamente, sobre o volume de raízes (cm³) de plantas de maracujazeiro azedo

Tratamentos	Interações e ensaios	
	1	2
<i>M. incognita</i>-<i>Neocosmospora</i> sp. 311		
	1	2
<i>Neocosmospora</i> sp. 311	1,5aA ¹	1,4bA
<i>M. incognita</i>	1aA	1,7bA
<i>M. incognita</i> - <i>Neocosmospora</i> sp. 311	1aA	1,4bA
Testemunha	1aB	2,9aA
<i>M. incognita</i>-<i>Neocosmospora</i> sp. 511		
	1	2
<i>Neocosmospora</i> sp. 511	1,8aA	1,1aB
<i>M. incognita</i>	1bA	1,1aA
<i>M. incognita</i> - <i>Neocosmospora</i> sp. 511	1bA	1,1aA
Testemunha	1,2bA	1,1aA
<i>M. incognita</i>-<i>F. nirenbergiae</i> F022		
	1	2
<i>F. nirenbergiae</i> F022	1aA	1aA
<i>M. incognita</i>	1,4aA	1,4aA
<i>M. incognita</i> - <i>F. nirenbergiae</i> F022	1aA	1aA
Testemunha	1,3aA	1,2aA
<i>M. javanica</i>-<i>Neocosmospora</i> sp. 311		
	1	2
<i>Neocosmospora</i> sp. 311	1,5bcA	1aA
<i>M. javanica</i>	2,4abA	1aB
<i>M. javanica</i> - <i>Neocosmospora</i> sp. 311	1,4bcA	1aA

Testemunha	2,4aA	1aB
<i>M. javanica-Neocosmospora sp. 511</i>		
	1	2
<i>Neocosmospora sp. 511</i>	1,8aA	1,1aB
<i>M. javanica</i>	2aA	1,3aB
<i>M. javanica-Neocosmospora sp. 511</i>	1bA	1aA
Testemunha	2,4aA	1,3aB
<i>M. javanica-F. nirenbergiae F022</i>		
	1	2
<i>F. nirenbergiae F022</i>	2,3aA	1aB
<i>M. javanica</i>	2,4aA	1aB
<i>M. javanica-F. nirenbergiae F022</i>	2,1aA	1aB
Testemunha	2,6aA	1aB

¹ Letras minúsculas iguais na coluna indicam não haver diferença significativa entre tratamentos em um mesmo ensaio, de acordo com o teste de Kruskal Wallis a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas iguais na linha indicam não haver diferença significativa entre os ensaios. Valores são médias de 10 repetições (plantas) por tratamento, em cada ensaio.

Neocosmospora sp. 311, *Neocosmospora sp. 511* e *F. nirenbergiae F022* lesionaram a região do colo de todas as plantas, em todos os ensaios. As lesões ascenderam na haste (caule) das plantas por até 86, 38 e 56 mm nas infecções causadas por *Neocosmospora sp. 311*, *Neocosmospora sp. 511* e *F. nirenbergiae F022*, respectivamente.

Como as lesões ascenderam de maneira uniforme em um plano sagital, pôde-se expressar o dano como volume de tecido lesionado (VL), em mm³ (Tabela 19). O teste T revelou não haver ($p > 0,05$) efeito do co-parasitismo por *M. incognita* ou *M. javanica* no VL causado pelos fungos.

Tabela 19. Efeito do co-parasitismo por *M. incognita* ou *M. javanica* no volume do tecido lesionado no colo da planta (mm³) causado por *Neocosmospora* sp. (311 ou 511) ou *F. nirenbergiae* F022, em plantas de maracujazeiro azedo

Tratamentos	Interações e ensaios	
	<i>M. incognita-Neocosmospora</i> sp. 311	
	1	2
<i>Neocosmospora</i> sp. 311	62,78aA ¹	41,99aA
<i>M. incognita-Neocosmospora</i> sp. 311	101,94aA	30,23aB
	<i>M. incognita-Neocosmospora</i> sp. 511	
	1	2
<i>Neocosmospora</i> sp. 511	82,64aA	36,04aB
<i>M. incognita-Neocosmospora</i> sp. 511	72,24aA	38,03aB
	<i>M. incognita-F. nirenbergiae</i> F022	
	1	2
<i>F. nirenbergiae</i> F022	167,58aA	20,77aA
<i>M. incognita-F. nirenbergiae</i> F022	84,64aA	28,56aB
	<i>M. javanica-Neocosmospora</i> sp. 311	
	1	2
<i>Neocosmospora</i> sp. 311	162,42aA	47,79aB
<i>M. javanica-Neocosmospora</i> sp. 311	95,55aA	33,13aA
	<i>M. javanica-Neocosmospora</i> sp. 511	
	1	2
<i>Neocosmospora</i> sp. 511	111,24aA	49,21aB
<i>M. javanica-Neocosmospora</i> sp. 511	90,22aA	40,82aB
	<i>M. javanica-F. nirenbergiae</i> F022	
	1	2
<i>F. nirenbergiae</i> F022	127,06aA	18,26aB
<i>M. javanica-F. nirenbergiae</i> F022	125,41aA	29,76aB

¹ Letras minúsculas iguais na coluna indicam não haver diferença significativa entre tratamentos em um mesmo ensaio, de acordo com o teste T a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas iguais na linha indicam não haver diferença significativa entre os ensaios.

Valores são médias de 10 repetições (plantas) por tratamento, em cada ensaio.

Os cinco patógenos causaram sintomas reflexos na parte aérea das plantas (Tabela 20). Na interação *M. incognita-Neocosmospora* sp. 311, a escala de notas proposta neste trabalho expressou de maneira significativa ($p < 0,05$) os sintomas causados pelo nematoide, o que não ocorreu com a escala de Santos (1997).

Ambas as escalas apresentaram notas equivalentes ($p > 0,05$) para os sintomas causados pelo nematoide e pelo fungo, isolados ou conjuntamente. Um efeito sinérgico nos sintomas foi detectado ($p < 0,05$) apenas na interação *M. javanica-F. nirenbergiae* F022. Não obstante essa equivalência nas notas, em várias instâncias as plantas co-parasitadas por *M. javanica* ou *M. incognita* e *Neocosmospora* 311 ou 511 apresentaram sintomas visivelmente mais severos (Fig. 6 e 7).

Tabela 20. Notas de sintomas de parte aérea causados por *M. incognita*, *M. javanica*, *Neocosmospora* sp. (311 ou 511) e *F. nirenbergiae* (F022), isolados ou concomitantemente, em plantas de maracujazeiro azedo

Tratamentos	Escala de notas de Santos (1997)		Escala de notas proposta neste trabalho	
	1	2	1	2
Interações e ensaios				
<i>M. incognita-Neocosmospora</i> sp. 311				
<i>Neocosmospora</i> sp. 311	3,1bA ¹	3,5bA	1,8bA	1,9bA
<i>M. incognita</i>	0,9aA	1,4aA	1,7bA	1,5bA
<i>M. incognita-Neocosmospora</i> sp. 311	3,3bA	3,4bA	2,3bA	2,7bA
Testemunha	1aA	1aA	0aA	0aA
<i>M. incognita-Neocosmospora</i> sp. 511				
<i>Neocosmospora</i> sp. 511	2bA	3,2bcB	2bA	2,2bA
<i>M. incognita</i>	2,3bA	3bB	1,9bA	2bA
<i>M. incognita-Neocosmospora</i> sp. 511	2bA	3,8cB	1,8bA	2bA
Testemunha	1aA	1aA	0aA	0aA
<i>M. incognita-F. nirenbergiae</i> F022				

	1	2	1	1
<i>F. nirenbergiae</i> F022	3,6cB	3bA	1,9bA	2bA
<i>M. incognita</i>	2,3bA	3bB	1,3bA	2bB
<i>M. incognita-F. nirenbergiae</i> F022	2,7bcA	3bA	1,4bA	2bB
Testemunha	1aA	1aA	0aA	0aA
<i>M. javanica-Neocosmospora</i> sp. 311				
	1	2	1	2
<i>Neocosmospora</i> sp. 311	3,7cB	3bA	2,8cA	2bA
<i>M. javanica</i>	2,6bA	3bA	1,3bA	2bB
<i>M. javanica-Neocosmospora</i> sp. 311	3,3bcA	3,2bA	1,9bcA	2bA
Testemunha	1Aa	1aA	0aA	0aA
<i>M. javanica-Neocosmospora</i> sp. 511				
	1	2	1	2
<i>Neocosmospora</i> sp. 511	2,4bA	3bB	2bA	2bA
<i>M. javanica</i>	2bA	3bB	2bB	1aA
<i>M. javanica-Neocosmospora</i> sp. 511	2,1bA	3,2bB	1,6bA	2bA
Testemunha	1aA	1aA	0aA	0aA
<i>M. javanica-F. nirenbergiae</i> F022				
	1	2	1	2
<i>F. nirenbergiae</i> F022	3,1bA	3bA	1,1bA	1bA
<i>M. javanica</i>	3bA	3bA	2cB	1bA
<i>M. javanica-F. nirenbergiae</i> F022	3bA	3,3bA	2cA	2cA
Testemunha	2aB	1aA	0aA	0aA

¹ Letras minúsculas iguais na coluna indicam não haver diferença significativa entre tratamentos em um mesmo ensaio, de acordo com o teste de Kruskal Wallis a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas iguais na linha indicam não haver diferença significativa entre os ensaios.

Valores são médias de 10 repetições (plantas) por tratamento, em cada ensaio.

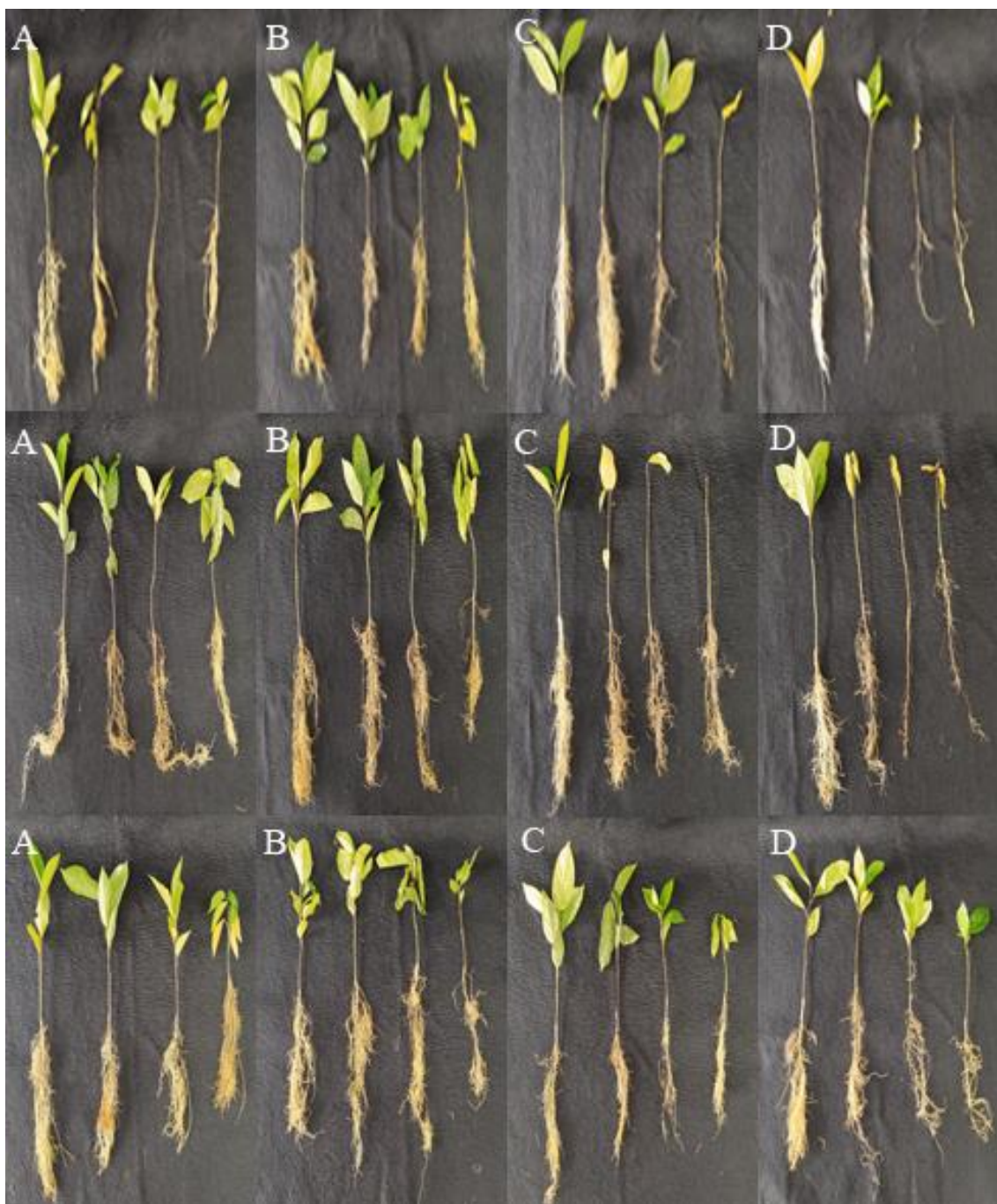


Figura 6. Aspecto de plantas de maracujazeiro azedo. Ensaio com *M. incognita-Neocosmospora* sp. 311 (conjunto de fotos superior), *M. incognita-Neocosmospora* sp. 511 (conjunto de fotos do meio) e *M. incognita-F. nirenbergiae* F022 (conjunto de fotos inferior). A) Testemunha (sem inoculação); B) parasitadas pelo nematoide; C) parasitadas pelo fungo; D) co-parasitadas pelo nematoide e fungo.



Figura 7. Aspecto de plantas de maracujazeiro azedo. Ensaio com *M. javanica-Neocosmospora* sp. 311 (conjunto de fotos superior), *M. javanica-Neocosmospora* sp. 511 (conjunto de fotos do meio) e *M. javanica-F. nirenbergiae* F022 (conjunto de fotos inferior). A) Testemunha (sem inoculação); B) parasitadas pelo nematoide; C) parasitadas pelo fungo; D) co-parasitadas pelo nematoide e fungo.

Em algumas avaliações, a reprodução de *Meloidogyne incognita* e de *M. javanica* foi afetada ($p < 0,05$), positiva ou negativamente, pelo co-parasitismo pelos três fungos (Tabela 21), não obstante a cultivar Rio Dourado tenha se comportado como resistente ($FR < 1$) a ambas as espécies, em todos os ensaios.

Tabela 21. Efeito do co-parasitismo por *Neocosmospora* sp. (311 ou 511) ou *F. nirenbergiae* F022 sobre a reprodução de *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica* em plantas de maracujazeiro azedo

Tratamentos	Variáveis e ensaios			
	Pf ¹		FR	
	1	2	1	2
<i>M. incognita</i>	1570aA ²	677bB	0,44aA	0,19bA
<i>M. incognita-Neocosmospora</i> 311	1180bB	1835aA	0,33bB	0,52aB
	1	2	1	2
<i>M. incognita</i>	549aB	1070aA	0,15aB	0,3aA
<i>M. incognita-Neocosmospora</i> 511	260bB	1178aA	0,07bB	0,33aA
	1	2	1	2
<i>M. incognita</i>	210bB	1040aA	0,06bB	0,29aA
<i>M. incognita-F. nirenbergiae</i> F022	414aB	780aA	0,11aA	0,22aB
	1	2	1	2
<i>M. javanica</i>	1387aA	1820aA	0,39aA	0,52aA
<i>M. javanica-Neocosmospora</i> 311	445bB	1560aA	0,12bB	0,44aA
	1	2	1	2
<i>M. javanica</i>	465bB	2140aA	0,13bB	0,61aA
<i>M. javanica-Neocosmospora</i> 511	602aB	2260aA	0,17aB	0,64aA
	1	2	1	2
<i>M. javanica</i>	230aB	1410aA	0,06aB	0,41aA
<i>M. javanica-F. nirenbergiae</i> F022	155bB	1120aA	0,04bB	0,32aA

¹ Pf: população final do nematoide; FR: fator de reprodução do nematoide

² Letras minúsculas iguais na coluna indicam não haver diferença significativa entre tratamentos em um mesmo ensaio, de acordo com o teste T a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas iguais na linha indicam não haver diferença significativa entre os ensaios.

Valores são médias de 10 repetições (plantas) por tratamento, em cada ensaio

5. DISCUSSÃO

5.1. Interações envolvendo *Rotylenchulus reniformis*

Em nossos ensaios, *R. reniformis* apresentou interações distintas com cada fungo testado.

Na interação *R. reniformis*-*Neocosmospora* sp. 311, o fungo causou lesões no colo das plantas e sintomas reflexos na parte aérea, ao passo que o nematoide causou apenas sintomas reflexos. Nas condições experimentais empregadas, a interação entre esses patógenos foi neutra.

Na interação *R. reniformis*-*Neocosmospora* sp. 511, o fungo causou lesões no colo das plantas, redução do crescimento vegetativo e sintomas reflexos. O nematoide reduziu o desenvolvimento das plantas e causou sintomas reflexos. Plantas co-parasitadas foram as mais afetadas, com redução de até 88% em seu desenvolvimento e sintomas mais severos. Isso indica uma interação sinérgica entre esses patógenos.

Possivelmente, a diferença no tipo de interação entre os isolados de *Neocosmospora* – sinérgica para 511 e neutra para 311 – é um artefato experimental. A alta agressividade do isolado 311 causou rápido declínio das plantas e forçou a avaliação apenas 15 dias após a inoculação. Isso impediu a expressão de danos nas variáveis de crescimento vegetativo. Ensaios em microparcelsas ou a campo possivelmente resultariam em declínio mais lento das

plantas e a expressão de uma interação sinérgica de ambos os isolados de *Neocosmospora* sp.

Rotylenchulus reniformis e *F. nirenbergiae* F022 causaram certa redução no crescimento das plantas e sintomas reflexos, e o fungo causou também lesões no colo das plantas. A interação entre esses patógenos foi do tipo neutra. Há de se destacar que, a campo, *F. nirenbergiae* é um patógeno relativamente tardio, cujos sintomas são mais frequentes após o início da floração (Wheeler & Rush, 2001). Portanto, a pouca expressão de sintomas em mudas pode ter colaborado para a interação neutra observada nas condições experimentais testadas.

Este é o primeiro relato de interação envolvendo *R. reniformis* e *Neocosmospora* sp. em maracujazeiro azedo. Em outras culturas, como algodoeiro, tomateiro e ervilha, relatou-se interações sinérgicas entre *R. reniformis* e os fungos *F. solani* (= *Neocosmospora* sp.) *Fusarium* sp. e *F. oxysporum* f. sp. *pisi* (Back et al., 2002; Jan e Khan, 2002; Palmateer et al., 2004).

Há diversas interações conhecidas entre *Fusarium* e *Neocosmospora* e outros organismos, como outros fungos e *Meloidogyne* spp. (Gomes et al., 2007; Porto et al., 2019). *Fusarium* e *Neocosmospora* são fungos de solo que possuem ampla distribuição geográfica e ampla gama de hospedeiros, além de serem saprofíticos e possuírem esporos de resistência, o que aumenta o tempo de sobrevivência no solo. Com isso há maior facilidade de interação com outros patógenos, visto o tempo que o mesmo permanece no solo.

A campo, *Neocosmospora* sp. e *F. nirenbergiae* causam amarelecimento e senescência de folhas, murcha e escurecimento do sistema vascular, em mudas e plantas adultas (Joy e Sherin, 2012). *Rotylenchulus reniformis* também induz amarelecimento e senescência foliar, mas não escurecimento do sistema vascular (Arieira et al., 2008). Os ensaios confirmaram que a sintomatologia induzida pelos quatro patógenos é semelhante. Em viveiros e a campo, isso pode resultar em erros na diagnose das doenças, ou a identificação de apenas um patógeno em situações em que mais de um patógeno está associado aos sintomas observados.

Há de se destacar que a presença desses patógenos em uma mesma área de cultivo de maracujazeiro dificulta o manejo, pois tanto *R. reniformis* quanto *Neocosmospora* sp. são de difícil controle isoladamente. Os indícios de sinergia entre esses patógenos, obtidos neste trabalho, são motivo de preocupação extra, pois ambos são bem adaptados ao ambiente solo e não

podem ser excluídos de uma área. Novas práticas de controle devem ser integradas com a finalidade de obter um manejo mais efetivo de *R. reniformis* e *Neocosmospora* sp. (Maffia e Mizubuti, 2005).

O maracujazeiro azedo é hospedeiro de *Rotylenchulus reniformis* (Jiménez et al., 1998; Rosales, 2003). Neste trabalho foi possível observar que o *R. reniformis* reproduziu-se em todas as interações e ensaios, ainda que com baixo FR. Aparentemente, 'UENF Rio Dourado' é o primeiro cultivar relatado como resistente a *R. reniformis* no Brasil, uma vez que *screenings* anteriores relataram apenas genótipos e cultivares suscetíveis (Inomoto e Fonseca, 2020; Sharma et al., 2003). A viabilidade do inóculo e do método de inoculação empregado nestes ensaios ficou patente pelos valores de Pf e FR observados nos tomateiros utilizados como controles positivos: no primeiro ensaio, a Pf média foi 5.055 (dp = 926,29) e o FR médio foi 5 (dp = 0,93); no segundo ensaio, esses valores foram 40.103 (dp = 12.096) e 40,1 (dp = 12,1).

Apesar de a cultivar UENF Rio Dourado ser resistente a *R. reniformis*, observou-se danos às plantas, o que tem implicações no manejo da cultura. Possivelmente, em áreas altamente infestadas por *R. reniformis*, o plantio de 'UENF Rio Dourado' deverá ser precedido por práticas que promovam a redução da população do nematoide no solo (inóculo inicial), evitando-se assim possíveis danos às mudas plantadas na área. Mesmo com a expressão de danos do nematoide às plantas, ainda pode-se recomendar o uso de variedades resistentes a *R. reniformis*, já que o uso de plantas não resistentes poderia potencializar ainda mais os danos causados pelo nematoide e por *Neocosmospora* sp., se esse também estiver presente na área.

Normalmente, *screenings* de genótipos visam detectar resistência a um único patógeno. A campo, isso pode resultar em problemas aos agricultores, pois devido à interação entre patógenos no solo, pode ocorrer a quebra de resistência. Isso acontece, por exemplo, na cultura da soja, onde a presença do nematoide de cisto da soja (*Heterodera glycines* Ichinore) no solo aumenta a severidade da doença conhecida com morte súbita, causada por *Neocosmospora* sp. Isso compromete a única medida de controle da doença, que é a resistência da planta (Rupe et al., 1997).

É importante considerar que não há cultivares/híbridos resistentes a *Neocosmospora* sp., *F. nirenbergiae* e *R. reniformis* ao mesmo tempo. Há

portanto, necessidade dos programas de melhoramento desenvolverem cultivares de maracujazeiro azedo que apresentem resistência conjunta aos três patógenos, visto que há interações entre os mesmos, o que pode causar danos expressivos nas lavouras.

Um aspecto importante para os programas de melhoramento é o desenvolvimento de variáveis para se avaliar a resistência e ou tolerância dos genótipos aos patógenos. Neste trabalho comparou-se a eficiência da escala de Santos (1997) modificada e de uma nova escala para expressar e diferenciar os sintomas causados pelo nematoide e fungos, isolados e conjuntamente. Foi possível observar que ambas as escalas foram capazes de expressar a sintomatologia causada pelos patógenos. A escala de Santos (1997) modificada, por apresentar uma amplitude maior das notas e maior descrição dos sintomas, foi a melhor escala, pois expressou de forma mais precisa a sintomatologia que se observou nas plantas.

Com a escala proposta neste trabalho não foi possível distinguir as diferentes sintomatologias causadas pelos patógenos, pois não houve variação de notas entre os tratamentos. Com isso é necessário realizar melhorias na escala de notas, descrevendo os sintomas de forma mais detalhada, criando assim mais notas na escala, e conseqüentemente aumentando a precisão na descrição dos sintomas.

5.2 Interações envolvendo *Meloidogyne* spp.

Em todas as interações estudadas observou-se uma interação neutra. Nos ensaios com as interações *M. incognita-Neocosmospora* sp. (311 e 511) e *M. javanica-Neocosmospora* sp. 511, o fungo lesionou a região do colo das plantas, e ambos os patógenos causaram redução no crescimento das plantas e sintomas reflexos. Já nos ensaios com *M. incognita-F. nirenbergiae* F022, *M. javanica-Neocosmospora* sp. 311 e *M. javanica-F. nirenbergie* F022, não houve redução no desenvolvimento das plantas. O fungo lesionou os tecidos e ambos causaram sintomas reflexos.

As interações observadas neste estudo – somente neutras - podem ser resultado da resistência de 'UENF Rio Vermelho' aos nematoides, pois somente populações muito pequenas se estabeleceram nas plantas, causando relativamente poucos danos. Interações sinérgicas entre patógenos ocorrem com

maior frequência envolvendo plantas suscetíveis a *Meloidogyne* spp., como na goiabeira (*Psidium guajava* L.) e no tomateiro, envolvendo *M. enterolobii*, *M. incognita* e fungos (*Neocosmospora* sp. e *Neocosmospora falciformes* (Carrión) L. Lombard & Crous) (Kumar et al., 2017; Gomes et al., 2011).

De modo geral, houve pouco efeito de *Neocosmospora* sp. 311 nas variáveis vegetativas. Devido à agressividade do fungo às plantas, houve rápido declínio das mesmas e o experimento precisou ser avaliado apenas 15 dias após a inoculação, impedindo a expressão dos danos nas variáveis vegetativas. *Fusarium nirenbergiae* F022 não afetou as variáveis vegetativas, em nenhuma das interações. Tal fato possivelmente se deve à característica do fungo de ser tardio nos danos às plantas, pois os sintomas são mais frequentes após o início da floração (Wheeler & Rush, 2001).

O maracujazeiro azedo é hospedeiro de *M. incognita* e *M. javanica* (Zucareli et al., 2020; Nascimento et al., 2016; El-Moor et al., 2009). Em todos os ensaios realizados ocorreu reprodução do nematoide, seja de forma isolada ou em interação com *Neocosmospora* sp. ou *F. nirenbergiae*. Apesar de ter ocorrido reprodução, pode-se constatar que a cultivar UENF Rio Dourado é resistente a *M. incognita* e *M. javanica*. Mesmo sendo uma planta resistente aos dois nematoides, os mesmos ainda causaram danos, que foram expressos na redução das variáveis vegetativas e sintomas reflexos. A fim de atestar que os inóculos eram viáveis, mudas de tomateiro foram inoculadas e utilizadas como controle positivo. Para *M. incognita*, o FR médio foi 26 (dp = $\pm 14,5$) e 9,9 (dp = $\pm 1,52$), no primeiro e segundo ensaios, respectivamente. Para *M. javanica*, o FR médio foi 48 (dp = $\pm 27,38$) e 8,1 (dp = $\pm 1,32$), no primeiro e segundo ensaios, respectivamente. Portanto, atesta-se que em ambos os ensaios os inóculos estavam viáveis.

Os danos observados por *Meloidogyne* spp. a 'UENF Rio Dourado' tem implicações no manejo da cultura. Em áreas de plantio que possuem alta população de *M. incognita* e de *M. javanica*, deve ser realizada práticas de manejo que reduzam a população de nematoides no solo. Mesmo que tenha ocorrido danos às plantas, o uso de variedades resistentes ainda é umas das formas mais eficazes de manejo, principalmente para patógenos de solo, que são de difícil controle. O uso de variedades suscetíveis poderia potencializar os danos causados por nematoides e fungos, se ambos estiverem presentes na área de cultivo.

Além de a cultivar UENF Rio Dourado, há apenas um genótipo resistente a *M. incognita* conhecido, que é a cultivar FB 200 (Nascimento et al., 2016). Não há cultivares/híbridos resistentes a *M. incognita*, *M. javanica*, *Neocosmospora* sp. e *F. nirenbergiae* ao mesmo tempo. Com isso, há necessidade de se desenvolver cultivares de maracujá-azedo que sejam resistentes a esses patógenos, visto que uma interação entre eles pode causar danos expressivos nas lavouras.

A campo, a sintomatologia causada por *Neocosmospora* sp. e *F. nirenbergiae* é clorose e murcha dos ponteiros, evoluindo para uma murcha drástica, desfolha, escurecimento do sistema vascular e morte das plantas (Fischer et al., 2005), sendo relativamente semelhante aos sintomas causados pelos nematoides, que causam murcha, amarelecimento e senescência foliar (Moreira & Sharma, 2001). Nos ensaios com mudas, observou-se sintomatologia semelhante entre os patógenos, o que pode levar a uma diagnose equivocada da doença em viveiros ou plantios recém-estabelecidos, ou a se inferir que há apenas um patógeno causando danos quando, na verdade, pode-se ter dois patógenos atuando.

Em apenas uma das interações estudadas, a de *M. incognita*-*Neocosmospora* sp. 311, as plantas parasitadas pelo nematoide não apresentou sintomas, de acordo com a escala de Santos (1997) modificada. Nas demais interações, todos os patógenos apresentaram sintomas, expressos nas duas escalas de notas utilizadas neste trabalho. Sintomatologia mais severa foi causada por *Neocosmospora* sp. e *F. nirenbergiae* 022 e a interação dos mesmos com os nematoides, causando clorose, murcha, senescência foliar e necrose do caule nas mudas.

As escalas de notas foram melhores em demonstrar a expressão de sintomas/danos do que as variáveis vegetativas. Ainda assim, as notas não foram capazes de expressar de forma real a sintomatologia observada visualmente nas plantas. É necessário, portanto, a elaboração de uma nova escala de notas, com mais níveis e descrevendo os sintomas de forma mais detalhada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexpoulos, C.J.; Mims, C.J.; Blackwell. M. (1996) *Introductory Micology*. 4ed. New youk: *J. Wiley*, 880 p.
- Arieira, C.R.D.; Molin, R.O.M.; Costa, A.T. (2008) Nematoides causadores de doenças em frutíferas. *Agroambiente On-line*, 2: 46-56.
- Back M.A.; Haydock P.P.J.; Jenkinson P. (2002) Disease complexes involving plant parasitic nematodes and soil-borne pathogens. *Plant Pathology*, 51: 683–697.
- Bastos, C. N. (1976) Produção de metabólitos tóxicos por *Fusarium oxysporum* f. *passiflorae* causando murcha de plântulas de maracujá (*Passiflora edulis* Sims). *Turrialba*, 26: 371-373.
- Capinam, G.C.S.A. (2007) *Seleção de germoplasma de mangabeira (Hancornia speciosa Gomes) definidos por marcadores morfológicos e moleculares*. Dissertação (Mestrado) - Cruz das Almas - BA, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRBA, 89p.
- Castro, A.P.G.; Goulart, A.M.C.; Andrade, E.P.; Cares, J.E.; Carvalho, D.D.C. (2012) Plant-parasitic nematodes associated with commercial orchards of passion fruit and adjacent cerrado vegetation in the Brazilian Federal District. *Plant Pathology Journal*, 28: 186-198.

- Cepulité, R.; Danquah, W.B.; Bruening, J.; Williamson, V. (2018) Potente attractant root-knot nematodes in exudates from seedling root tips of two host species. *Scientific Reports*, 8: 10847.
- Coolen, W.A.; D'herde, C.J. (1972) A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent: *State Nematology and Entomology Research Station*, 77p.
- Costa, A.F.S.; Costa, A.N.; Ventura, J.A.; Fanton, C.J.; Lima, I.M.; Caetano, L.C.S.; Santana, E.N. (2008) Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro. Vitória: Incaper, 56 p. (Documentos, 162).
- Dariva, J.M.; Xavier, A.A.; Costa, M.R.; Ribeiro, R.C.F.; Sousa, T.V. (2015) Variabilidade genética de isolados de *Fusarium solani* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* associados ao maracujazeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37: 377-386.
- El-Moor, R.D.; Peixoto, J.R.; Ramos, M.L.G.; Mattos, JKA (2009) Reação de genótipos de maracujazeiro azedo aos nematóides de galhas (*Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*). *Bioscience Journal*, 25: 53-59.
- Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F.B. (2008) Pesquisa e desenvolvimento de maracujá no Brasil. In: Silva, A.G.; Albuquerque, A.C.S.; Manzano, N.T.; Silva, R.C.; Russel, N.C. (Eds) *Agricultura Tropical: Quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas*. Brasília: Embrapa.
- Ferraz, L.C.C.B. (2001) Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja. In: Silva, J.F.V. (Org). *As meloidoginoses da soja: passado, presente e futuro*. Embrapa Soja.
- Fischer, I. H.; Rezende, J. A. M. (2008) Diseases of passion flower (*Passiflora* spp.). *Pest Technology*, 2: 1-19.
- Fischer, I.H.; Bueno, C.J.; Garcia, M.J.; Almeida, A.M. (2010) Reação de maracujazeiro-amarelo ao complexo fusariose-nematoide de galha. *Acta Scientiarum Agronomy*, 32: 223-227.

- Fischer, I.H.; Kimati, H.; Rezende, J.A.M. (2005) Doenças do maracujazeiro (*Passiflora* spp.). In: Kimati, H.; Amorim, L.; Rezende, J.A.M.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A. (Ed.). Manual de fitopatologia. v.2: Doenças das plantas cultivadas. 4.ed. São Paulo: *Agronômica Ceres*, 467-474.
- Fisher, I.H.; Kimati, H.; Rezende, J.A.M. (2005) Doenças do Maracujazeiro. In: Kimati, H.; Amorim, L.; Rezende, J.A.M.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A. (Ed) Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas. Piracicaba: *Agrônômica Ceres*, p. 467-474.
- Gomes V.M, Souza R.M, Mussil-Dias V, Silveira, S.F, Dolinski, C. (2011) Guava Decline: A Complex Disease Involving *Meloidogyne mayaguensis* and *Fusarium solani*. *Journal of Phytopathology*, 159: 45-50.
- Henao-Henao, E.D.; Hernández-Medina, C.A.; Salazar-González, C.; Velascobelalcazar, M. L.; Gómez-López, E.D. (2018) Identificación molecular de aislamientos de *Fusarium* asociados a maracuyá em el Valle Del Cauca, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 29: 53-61.
- Hinojosa, J.G.C.; Redondo, A.P.; Doria, L.M. (2011) Evaluación de la capacidad biocontroladora de *Trichoderma harzianum* (Rifai) contra *Fusarium solani* (Mart.) sacc. asociado al complejo “secadera” em maracuyá, bajo condiciones de invernadero. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 64: 5821-5830.
- IBGE. (2020) Produção Agrícola Municipal. Acessado em 07 de março de 2021. Disponível em: <
http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/maracuj_a/b1_maracuja.pdf >
- Inomoto, M.M.; Fonseca, A.B. (2020) Susceptibility of four passion fruit species to the reniform nematode. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 42, n.2.
- Jiménez, P.; Petit, M. Sanabria. (1998) “Estudios histológicos de las raíces de parchita (*Passiflora edulis* f *flavicarpa* Deneger) infectadas por *Rotylenchulus reniformis* Lindorf & Oliveira”. En: Memorias Novenas Jornadas de Investigación del Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. *Barquisimeto*. p. 47.

- 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: 946–61.
- Joy, P.P.; Sherin, C.G. (2012) Diseases of Passion Fruit (*Passiflora edulis*). Pineapple Research Station, 1: 1-19.
- Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F.; Faleiro, F.G.; Peixoto, J.R.; Bernacci, L.C. (2005) Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina: Embrapa Cerrados, cap. 4, p. 79 – 108.
- Khan, A.; Asif, M.; Tariq, M.; Rehman, B.; Parihar, K.; Siddiqui, M.A. (2017) Reserch article: Phytochemical investigation, nematostatic and nematicidal potential of weeds extract against the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* in vitro. *Asian J. Biol. Sci*, 10: 38-46.
- Khan, M.W. (1993) Nematode interactions. 1ed. Singapura: *Springer-Science+Business Media*.
- Kumar, N.; Bhatt, J.; Ratan Lal Sharma, R.J. (2017) Interaction between *Meloidogyne incognita* with *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycpersici* on Tomato. *Int.J.Curr.Microbiol. App.Sci*. 6: 1770-1776.
- Liberato, J. C. (2002) Controle das doenças Causadas Por Fungos, Bactérias e Nematoides em Maracujazeiro. In: Zambolim, L. *et al.* (Eds). *Controle de Doenças de Plantas: fruteiras*. Viçosa, 2: 700–715.
- Machardy, W.E.; Beckman, C.H. (1981) Vascular wilt Fusaria: infection and pathogenesis. In: Nelson PE, Tousson TA, Cook RJ (Eds.) *Fusarium: Diseases, Biology and Taxonomy*. London UK. Pennsylvania University Press, p. 365-390.

- Maffia, L.A.; Mizubuti, E.S.G. (2005) Epidemiologia de Doenças Radiculares. In: Michereff, S. J.; Andrade, D.E.G.T. & Menezes, M. (Eds.) Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais. Recife, UFRPE.
- Manica, I. (1981) Fruticultura tropical: maracujá. In: Doenças e Pragas. 26. ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, p. 105-121.
- Manicom, B. R.; Ploetz, C.; Goes, R.C. (2003) Diseases of passion fruit. In: Ploetz, R.C. (Ed.) Diseases of tropical fruit crop. Wallingford: CABI Publishing, p. 413-441.
- Mcknight, T. A (1951) wilt disease of the passion vine (*Passiflora edulis*) caused by a species of *Fusarium*. *Queensland Journal of Agricultural Science*, 8: 1-4.
- Meletti, L.M.M.; Oliveira, J.C.; Ruggiero, C. (2010) Maracujá. Jaboticabal: FUNEP, (Série Frutas Nativas, 6.).
- Moreira, W.A.; Sharma, R.D. (2001) Nematoides. In. Goiaba Fitossanidade. Série Frutas do Brasil. Brasília, *Embrapa Informação Tecnológica*, p. 19-28.
- Nascimento, R.S.M.; Lopes, E.A.; Santos, C.E.M.; Magalhães, V.M.B.S.; Cardoso, J.A. (2016) Host status of progenies of yellow passion fruit to *Meloidogyne incognita* race 2. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa, 16: 153-157.
- Nayaka, S.C.; Wulff, E.G.; Udayashankar, A.C.; Nandini, B.P.; Niranjana, S.R.; Mortensen, C.N.; Prakash, H.S. (2011) Propects of molecular markers in *Fusarium* species diversity. *Applied Microbiology Biotechnology*, Berlin, 90: 1625-1639.
- Palmateer, A. J.; Lawrence, K. S.; Santen, E.; Morgan-Jones, G. (2004) Interaction of *Rotylenchulus reniformis* with seedling disease pathogens of cotton. *Journal of Nematology*, 36:160-166.
- Peregrine, W.T.H.; Yuntun, B.A (1980) preliminary note on nematode pests in Brunei. *Tropical Pest Management*, 26: 416–419.

- Pires, M.M.; Gomes, A.D.A.S.; Midlej, M.M.B.C.; São José, A.R.; Rosado, P.L.; Passos, H.D.B. (2011) Caracterização do mercado de maracujá. In: Pires, M. M.; São José, A.R.; Conceição, A.O. (Eds.) Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade. Ilhéus, Editus, p. 21– 67.
- Ploetz, R.C. (1991) Sudden wilt of passionfruit in southern Florida caused by *Nectria haematococca*. *Plant Disease*, 75: 1071-1073.
- Ponte, J.J. (1992) As nematoses do maracujá amarelo no nordeste do Brasil. *Nematologia Brasileira*, 16: 76-79.
- Porto, M.A.F.; Ambrósio, M.M.Q.; Nascimento, S.R.C.; Cruz, B.L.S.; Torres, R.M. (2019) Interaction of *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* and *Rhizoctonia solani* as root rot pathogens of *Cucumis melo*. *Summa Phytopathologica*, 45: 355-360.
- Powel, N.T. (1971) Interactions of plant parasitic nematodes with other disease-causing agents. In: Zuckerman, B.M.; W.F. MAI Aan R.A. ROHDE. Plant parasitic nematodes: Cytogenetics, Host-parasite interactions, and Physiology. *New York, NY: Academic Press, Inc. London Ltd*, p. 119-136.
- Ritzinger, C.H.S.P.; Fancelli, M. (2002) Manejo integrado de nematoides na cultura da bananeira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 28: 331-338.
- Ritzinger, R.; Noronha, A.C.S.; Farias, A.R.N.; Ritzinger, C.H.S.P.; Nascimento, A.S. (2006) Pragas em viveiro de mudas de aceroleira. *Acerola em Foco, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*, n.12.
- Robinson, A.F.; Inserra, R.N.; Caswell-Chen, E.P.; Vovlas, N.; Troccoli, A. (1997) *Rotylenchulus* Species: Identification, distribution, host ranges, and crop plant resistance. *Nematropica*, 27: 127-180.
- Rocha, L.S.; Ribeiro, R.C.F.; Xavier, A.A.; Silva, F.D.J.; Bruckner, C.H. (2013) Reação de genótipos de maracujazeiro a *Meloidogyne incognita* raça 3 e *Meloidogyne javanica*. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 35:1017-1024.

- Rooney-Latham, S.; Blomquist, C. L.; Scheck, H. J. (2011) First report of fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* on passion fruit in North America. *Plant Disease*, 95: 1478-1478.
- Rupe, J.C.; Robbins, R.T.; Gburjr, E.E. (1997) Effect of crop rotation on soil population densities of *Fusarium solani* and *Heterodera glycines* on the development of sudden death syndrome of soybean. *Crop Protection*, 16: 575-580.
- Santos Filho, H.P.; Santos, C.C.F. dos. (2003) Doenças causadas por fungos. In: Santos Filho, H.P.; Junqueira, N.T.V. (Ed.). *Frutas do Brasil: maracujá - fitossanidade*. Brasília: *Embrapa Informação Tecnológica*, p.12-21.
- Santos, J.R.M. (1997) Methodology for screening tomato for *Fusarium* wilt, *Verticillium* wilt, Gray leaf spot, Early blight and *Septoria* leaf spot. In: international symposium on tropical tomato diseases, 1. Anais... Recife: IPA. p. 164-166.
- Santos, M.F.A. (2011) Diversidade de *Meloidogyne incognita* e espécies correlatas: como surgem abordagens biológicas, citológicas, morfológicas e moleculares. Universidade de Brasília, Departamento de Fitopatologia.
- Santos, M.F.A.; Salgado, S.M.L.; Silva, J.G.P.; Correa, V.R.; Mendonça, J.F.S.; Carneiro, R.M.D.G. (2018) *Meloidogyne incognita* parasitizing coffee plants in southern Minas Gerais, Brazil. *Tropical Plant Pathology*, 43: 95-98.
- Saremi, H.; Burgess, L.W.; Blackhouse, D. (1999) Temperature effects on the relative abundance of *Fusarium* species in a model plant-soil ecosystem. *Soil Biology and Biochemistry*, 31: 941-947.
- Sharma, R.D.; Junqueira, N.T.V.; Gomes, A.C. (2004) Comportamento do Maracujá-doce (*Passiflora alata*) relacionado com o nematoide formador de galhas. *Nematologia Brasileira*, Brasília, 28: 97-100.
- Sharma, R.D.; Junqueira, N.T.V.; GOMES, A.C. (2005) Reação de espécies de *Passiflora* ao nematoide das galhas. In: Reunião técnica de pesquisas em maracujazeiro, 4, 2005. Planaltina, DF: EMBRAPA, Resumos, p. 183-186.

- Sharma, R.D.; Ritzinger, C.H.S.P.; Junqueira, N.T.V.; Gomes, A.C. (2003) Reação de Genótipos de Maracujá-Azedo ao Nematóide *Rotylenchulus reniformis*. Boletim de Pesquisa e desenvolvimento, Embrapa Cerrados.
- Siddiqui, Z.A.; Nesha, R.; Singh, N.; Alam, S. (2012) Interactions of Plant-Parasitic Nematodes and Plant-Pathogenic Bacteria. In: Dinesh, M (Org) *Bacteria in Agrobiolology: Plant Probiotics*. 1. ed. Springer, p. 251-267.
- Suárez, L. C. Rosales, Z. (2003) "Efecto del Nematodo Reniforme (*Rotylenchulus reniformis* Lindford y Oliveira) sobre Maracuyá (*Passiflora edulis* Sims f. sp. *flavicarpa* O. Deg.)", *Revista Mexicana de Fitopatología*, 21: 305-308.
- Vanderplank, J. (2000) *Passion flowers*, 3.ed. Cambridge: The MIT Press, 224p.
- Vaz, F.M.G.B. (2018) Reação hospedeira de cultivares de porta-enxerto de tomateiro ao nematóide das galhas radiculares *Meloidogyne incognita*.
- Viana, A.P; Silva, F.H.L.; Gonçalves, G.M.; Silva, M.G.M.; Ferreira, R.T; Pereira, T.N.S; Pereira, M.G; Amaral Jr., A.T.; Carvalho, G.F. (2016) UENF Rio Dourado: a new passion fruit cultivar with high yield potential. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 16(3): 250-253.
- Viana, F. M. P.; Freire, F.C.O.; Cardoso, J.E.; Vidal, J.C. (2003) Principais Doenças do Maracujazeiro na Região Nordeste e seu Controle. Fortaleza: Embrapa, 12 p. (Comunicado Técnico 86).
- Wheeler, T.; Rush, C.M. (2001) Soilborne diseases. In: Maloy, O.C.; Murray, T.D. (Eds.) *Encyclopedia of Plant Pathology*. New York. JohnWiley & Sons. p. 935-947.
- Zucareli, V.; Sousa, B.T.; Peres, E.M.; Dias- Arieira, C.R.; Fasolin, J.P.; Machado, J.C. (2020) Reação de quatro espécies de maracujazeiros à *Meloidogyne incognita*. *Acta Iguazu*, 9: 43-52.