

Petrolina, PE / Dezembro, 2024

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

Associação entre *Fusarium* spp. e *Meloidogyne enterolobii* em mudas de aceroleira

José Mauro da Cunha e Castro⁽¹⁾, Flávio de França Souza⁽²⁾ e Pedro Martins Ribeiro Júnior⁽²⁾

¹Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, PR. ²Pesquisador, Embrapa Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Resumo – Os nematoides-das-galhas, um dos principais problemas fitossanitários da aceroleira, comprometem o sistema radicular das plantas, afetam o desenvolvimento vegetativo e, conseqüentemente, reduzem a produtividade e a qualidade dos frutos. *Meloidogyne enterolobii* é a espécie encontrada com maior frequência, causando prejuízos em pomares de aceroleiras no Nordeste do Brasil. Estudos com diversas culturas relatam o efeito sinérgico entre nematoides e fungos, potencializando os danos à planta hospedeira. Ferimentos causados pelo nematoide podem facilitar a colonização das raízes por fungos e acelerar a degradação do sistema radicular. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da interação entre isolados de *Fusarium* spp. e *M. enterolobii* em raízes de mudas de aceroleira. Foram avaliados cinco isolados de *Fusarium* spp. provenientes de raízes de aceroleira com sintomas de necrose e de galhas coletadas em pomares comerciais. Os isolados de *Fusarium* foram inoculados nas mudas de aceroleira ‘Flor Branca’, associados ou não a *M. enterolobii* ou a ferimento mecânico nas raízes. A inoculação dos isolados de *Fusarium* spp. em mudas de aceroleira pré-inoculadas com *M. enterolobii* propiciou o aumento da necrose causada pelos fungos e, conseqüentemente, reduziu a área radicular em relação aos tratamentos com a inoculação dos isolados associada ou não a ferimento radicular. Neste estudo, a associação do nematoide com *Fusarium* spp. apresentou efeito sinérgico, potencializando os danos causados pelo fungo nas raízes das mudas de aceroleira.

Termos para indexação: nematoide-das-galhas, *Malpighia emarginata*, fusariose, doença complexa.

Fusarium spp. and *Meloidogyne enterolobii* association in acerola seedlings

Abstract – Root-knot nematodes are one of the most important phytosanitary problems in acerola tree. They damage plant root system, compromise vegetative development and, consequently, reduce yield and fruit quality. The species *Meloidogyne enterolobii* has found more frequently causing losses in acerola orchards in Northeast Brazil. Studies with different crops have reported the synergistic effect between nematodes and fungi, the enhancing the fungal damage to the host plant. Injuries caused by the nematode may facilitate the colonization of the roots by fungi and accelerate the degradation of the root system. The objective of this work was to study the effect of the

Embrapa Semiárido

Rodovia BR-428, Km 152, Zona Rural – Caixa Postal 23
56.302-970 - Petrolina, PE
<https://www.embrapa.br/semiario>
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Anderson Ramos de Oliveira

Secretária-executiva

Juliana Martins Ribeiro

Membros

Bárbara França Dantas, Diógenes da Cruz Batista, Douglas de Brito, Flávio de França Souza, Geraldo Milanez de Resende, Gislene Feitosa Brito Gama, Magnus Dal Igna Deon, Patrícia Coelho de Souza Leão, Pedro Martins Ribeiro Júnior, Raquel Mota Carneiro Figueiredo, Sidinei Anunciação Silva

Edição executiva

Sidinei Anunciação Silva

Revisão de texto

Sidinei Anunciação Silva

Normalização bibliográfica
Sidinei Anunciação Silva
(CRB-4/1721)

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Edmilson de Moura Dantas Júnior

Publicação digital: PDF
Todos os direitos reservados à Embrapa.

interaction between *Fusarium* spp. isolates and the *M. enterolobii* on roots of acerola seedlings. Five isolates of *Fusarium* spp. were evaluated, originating from acerola roots with symptoms of necrosis and galls collected in commercial orchards. The *Fusarium* isolates were inoculated in acerola seedlings from cultivar Flor Branca, associated or not with *M. enterolobii* or mechanical injury to the roots. The inoculation of *Fusarium* spp. isolates on acerola seedlings pre-inoculated with *M. enterolobii* increased the necrosis caused by the fungi and, consequently, reduced the root area, compared to the treatments with inoculation of the isolates associated with root injury and without injury. In this study, the association of the *M. enterolobii* with *Fusarium* spp. showed a synergistic effect, enhancing the damage on the roots of the acerola seedlings.

Index terms: root-knot nematode, *Malpighia emarginata*, *Fusarium* root rot, complex disease.

Introdução

Aceroleira (*Malpighia emarginata* Sessé & Moc. ex DC.) é uma espécie frutífera nativa da América Central, noroeste da América do Sul e Antilhas (Fouqué, 1973). Por sua origem tropical, essa espécie apresenta bom desempenho produtivo nas condições de cultivo irrigado no Semiárido brasileiro. O Brasil é o maior produtor mundial de acerola, com área plantada aproximada de 5.753 ha e produção de 60.966 mil toneladas por ano. Pernambuco se destaca como o maior produtor de acerola do País, com produção concentrada no Submédio do Vale do rio São Francisco (IBGE, 2017). Apesar do sucesso da produção brasileira, problemas fitossanitários como os que são causados pelos nematoides-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) podem reduzir os rendimentos das colheitas.

Os nematoides-das-galhas causam distúrbios ao desenvolvimento vegetativo da aceroleira e, como consequência, influenciam negativamente a produtividade e a qualidade dos frutos (Costa et al., 1999; Castro et al., 2009). *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood e *Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood são espécies encontradas nas raízes de aceroleira no Semiárido brasileiro, embora *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback seja encontrada nos pomares com maior frequência (Santos et al., 2020). A predominância de *M. enterolobii* na aceroleira nessa região pode estar associada ao plantio dessa cultura em substituição da goiabeira (*Psidium guajava* L.) em áreas infestadas (Santos et al., 2020). A goiabeira é

altamente suscetível a este nematoide, mas, até recentemente, a resposta da aceroleira a esse patógeno não era conhecida.

Existem diversos relatos da interação entre fitonematoides e fungos fitopatogênicos, principalmente os habitantes do solo, causando doenças complexas em plantas. Um dos primeiros relatos foi descrito em 1892, em que a murcha de fusário do algodoeiro (*Fusarium oxysporum* Schltd.:Fr. f. sp. *vasinfectum* (Atk.) W.C. Snyder & H. N. Hans foi mais severa na presença de nematoides-das-galhas. Posteriormente, ocorreram outros relatos envolvendo essa interação com os nematoides-das-galhas e com os nematoides-dos-cistos, aumentando a gravidade de doenças causadas por *Fusarium* sp. ou *Verticillium* sp. A interação entre *Meloidogyne* spp. e *Fusarium oxysporum* Schlechtend.:Fr. f. sp. *lycopersici* (Sacc.) W.C. Snyder & H.N. Hans e *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. em tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.); *Pratylenchus* spp., além de outros nematoides, e *Rhizoctonia solani* Kühn em batateira (*Solanum tuberosum* L.); *M. incognita* e *Fusarium oxysporum* Schlechtend.:Fr. f. sp. *phaseoli* J.B. Kendrick & W.C. Snyder em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) (Zhang et al., 2020) são alguns exemplos de doenças complexas que envolvem a ação conjunta de nematoides e fungos. Em goiabeira, também foi demonstrado que a interação entre *M. enterolobii* e *F. solani*, atualmente identificado como *Neocosmospora falciformis* (Carrión) L. Lombard & Crous, causa o declínio das plantas (Gomes et al., 2011).

Aceroleiras infectadas pelos nematoides-das-galhas apresentam amarelecimento das folhas, queda foliar precoce, redução do tamanho das folhas, nanismo e aspecto geral de deficiência nutricional. A presença de galhas no sistema radicular é o sintoma mais característico da infecção por esses patógenos, que podem levar ao declínio e morte das plantas (Castro et al., 2009). Entretanto, a ação conjunta de espécies fúngicas com os nematoides que levem à expressão desses sintomas ainda não foi investigada em aceroleira.

O objetivo deste trabalho foi estudar a interação entre isolados de *Fusarium* spp. e *M. enterolobii* em mudas de aceroleira.

Ressalta-se que os resultados apresentados estão em consonância com os esforços da agenda dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Organização das Nações Unidas (ONU), especificamente com o objetivo 2, que visa garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que

ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo (Nações Unidas, 2022).

Material e métodos

Os experimentos foram realizados em casa de vegetação e nos Laboratórios de Nematologia e de Fitopatologia da Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE.

As mudas de aceroleira da cultivar Flor Branca, oriundas de sementes, foram obtidas de viveiro comercial em Petrolina, PE. Estas foram transplantadas em vasos plásticos com volume de 5 L contendo substrato à base de solo autoclavado a 121 °C por 60 min. Durante a condução experimental em casa de vegetação, as mudas foram irrigadas diariamente com água de torneira não autoclavada e adubadas, a cada 30 dias, com solução nutritiva de Hoagland (Hoagland; Arnon, 1950).

O inóculo de *M. enterolobii* utilizado no experimento foi proveniente de população pura, coletada em pomar de aceroleiras no município de Petrolina, PE e preservada em raízes de tomateiro, da cultivar Santa Clara. O processamento para a extração de ovos e juvenis das raízes foi realizado segundo Hussey e Barker (1973) modificado por Boneti e Ferraz (1981). Após a extração, a suspensão de ovos e juvenis de segundo estágio (J2) foi quantificada em lâmina de Peters com o auxílio de um microscópio de objetiva invertida.

A inoculação com o nematoide foi realizada 30 dias após o transplante, na concentração de 5.000 ovos e J2 por muda de aceroleira. Para a inoculação, a suspensão foi depositada, com uma pipeta automática, em dois orifícios de, aproximadamente, 3 cm de profundidade, feitos no substrato, um de cada lado, próximo ao colo da planta, com um bastão de vidro com as dimensões de 5 mm de diâmetro e 300 mm de comprimento.

Os isolados de *Fusarium* spp. foram obtidos a partir de amostras de raízes necrosadas com

sintomas de galhas causadas por nematoides, coletadas em pomares comerciais de aceroleira do município de Lagarto, SE (Figura 1).

Para o isolamento, fragmentos de raízes com sintomas foram desinfestados em álcool 70% durante 1 min e, em seguida, realizou-se a desinfestação com hipoclorito de sódio a 1% durante 1 min e lavagem com água destilada. Esses fragmentos foram depositados em placas de Petri contendo o meio de cultura BDA (batata, dextrose e ágar), com a adição do antibiótico sulfato de estreptomicina a 200 mg/L, e incubados por 7 dias a 25 °C e 12 horas de fotoperíodo.

As colônias fúngicas que surgiram e que apresentavam características do gênero *Fusarium* foram repicadas. Os isolados de *Fusarium* spp. foram purificados por meio de colônias monospóricas e identificados em gênero com base na morfologia das colônias em meio BDA, dos macro e microconídios e dos clamidósporos (Leslie; Summerell, 2006). Os fungos foram preservados pelo método Castelani e em óleo mineral.

Para o preparo do inóculo fúngico, foi utilizado o método do milho (*Zea mays* L.) triturado (Costa et al., 2012). O milho triturado foi acondicionado em erlenmeyers de 1 L, até a marca referente ao volume de 400 mL, com a adição de 80 mL de água destilada. Posteriormente, esses erlenmeyers foram autoclavados a 121 °C por 30 min por duas vezes. Dez discos de micélio de 0,5 cm de diâmetro foram retirados da borda das colônias dos isolados de *Fusarium* spp. e foram transferidos para cada erlenmeyer contendo o milho triturado autoclavado. Os erlenmeyers foram mantidos em incubadora do tipo BOD a 25 °C e fotoperíodo de 12 horas, por 20 dias para o crescimento dos isolados (Figura 2).

Para a utilização como testemunha, foram preparados, também, erlenmeyers que continham milho triturado autoclavado, sem a inoculação com o fungo.



Figura 1. Raízes de aceroleira (*Malpighia emarginata* Sessé & Moc. ex DC.), coletadas em pomares no município de Lagarto, SE, das quais foram realizados os isolamentos de fungos do gênero *Fusarium*.

Fotos: Pedro M. Ribeiro Júnior

Foram avaliados 17 tratamentos: cinco isolados de *Fusarium* spp. (LBFACE032P, LBFACE033P, LBFACE034P, LBFACE035P e LBFACE036P) inoculados sem ferimentos nas raízes; os cinco isolados de *Fusarium* spp. associados a ferimentos mecânicos nas raízes e os cinco isolados de *Fusarium* spp. associados a *M. enterolobii*. Além desses tratamentos, a inoculação somente com o nematoide e a aplicação apenas de milho triturado autoclavado, em mesma quantidade utilizada nos demais tratamentos, constituíram os tratamentos que serviram como testemunhas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 3 [cinco isolados de *Fusarium* spp. x três procedimentos de inoculação (sem ferimento radicular, com ferimento mecânico e com ferimento causado pela infecção das raízes por *M. enterolobii*)] e duas testemunhas, uma inoculada apenas com o nematoide e outra testemunha absoluta, sem qualquer tipo de inoculação. Foram utilizadas seis repetições, sendo uma planta por repetição.

Os ferimentos nas raízes foram realizados antes da inoculação com o auxílio de uma espátula de 20 cm de comprimento por 4 cm de largura, que foi introduzida no substrato, a 5 cm do colo das plantas, em quatro pontos equidistantes ao redor do caule. Nos tratamentos com o nematoide, a inoculação foi

realizada 21 dias antes da inoculação com os isolados de *Fusarium* spp. Para a inoculação dos isolados de *Fusarium* spp., foram utilizados 10 g de milho triturado com o fungo, espalhados na superfície do substrato, ao redor do colo da planta, e coberto com uma camada do mesmo substrato autoclavado.

Ao final do experimento, 5 meses após o transplante das mudas, as plantas foram cuidadosamente removidas dos vasos e as raízes foram separadas do substrato. A avaliação dos tecidos necrosados foi realizada visualmente, considerando-se o percentual da área radicular com sintomas de necrose em relação ao total da área de raízes da planta.

Para a avaliação bidimensional da área do sistema radicular, as raízes das plantas foram distribuídas sobre uma folha de papel branco no tamanho A4 (210 mm x 197 mm) e, por meio de uma câmera digital (5.0 mega pixels), apoiada em um suporte de altura fixa (0,5 m), foram obtidas as imagens digitais. As imagens foram processadas com o ImageJ software (National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA) para obtenção da área radicular bidimensional (cm²).

Nas plantas inoculadas com o nematoide foram realizadas a extração e a quantificação de ovos e J2 nas raízes, de acordo com a metodologia descrita anteriormente.



Figura 2. Produção de inóculo dos isolados de *Fusarium* spp. em erlenmeyers contendo milho (*Zea mays* L) triturado autoclavado.

Ilustração: Pedro Martins Ribeiro Júnior.

Ao término do experimento, fragmentos de raízes com sintomas de necrose foram retirados a partir das plantas inoculadas e foram processados para isolamento de fungos como descrito anteriormente. Os fungos do gênero *Fusarium* foram repicados para placas de Petri contendo meio de cultura BDA e suas características morfológicas foram comparadas com aquelas dos isolados previamente inoculados.

As médias, quando significativas pelo teste F, foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Cada tratamento foi comparado com as duas testemunhas adicionais, utilizando-se o teste de Dunnett

($p < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software RStudio 4.1.2, utilizando-se o pacote "Tratamentos.ad".

Resultados e discussão

Na análise fatorial, não foi observado efeito significativo para a área das raízes necrosadas, para a área radicular e para a interação entre o tipo de inoculação (sem ferimento, com ferimento mecânico das raízes pela espátula e com ferimento causado pela infecção das raízes por *M. enterolobii*) e os isolados de *Fusarium* spp., nem para os isolados

do fungo. Contudo, o tipo de inoculação dos isolados influenciou na área necrosada das raízes, observando-se que a inoculação com *Fusarium* spp. associada ao nematoide apresentou os maiores valores quanto a esta variável (Figura 3). Também não foi observada a interação entre os isolados e o tipo de inoculação com a área radicular.

O efeito sinérgico de *M. enterolobii* e *Fusarium* spp. em causar maiores danos às raízes de aceroleira indica que pode haver uma natureza complexa da doença (Figura 4). Os ferimentos causados nas raízes de aceroleira pelo nematoide potencializam a necrose causada pelo fungo.

Foi observado que o ferimento mecânico nas raízes também causou um aumento da necrose dos tecidos radiculares das mudas de aceroleira, contudo, inferiores, estatisticamente, em relação à

associação do fungo com o nematoide. Em goiabeira atacada por *M. enterolobii* em associação com *F. solani* observou-se um declínio rápido que culminou na morte da planta (Gomes et al., 2011). A aceroleira não sofre esse declínio severo e rápido, com definhamento da parte aérea, como acontece com a goiabeira, mas efeitos negativos têm sido observados na produtividade e na qualidade dos frutos (Costa; Ritzinger, 2003; Castro et al., 2009).

Nenhum dos isolados de *Fusarium* spp. avaliados se destacou quanto à severidade da necrose causada nas raízes, pois não foi observado efeito significativo entre eles (Figura 3). Entretanto, nas raízes coletadas em pomares de aceroleiras, das quais foram obtidos os isolados em estudo, severos sintomas de necrose foram observados em áreas escurecidas (Figura 1).

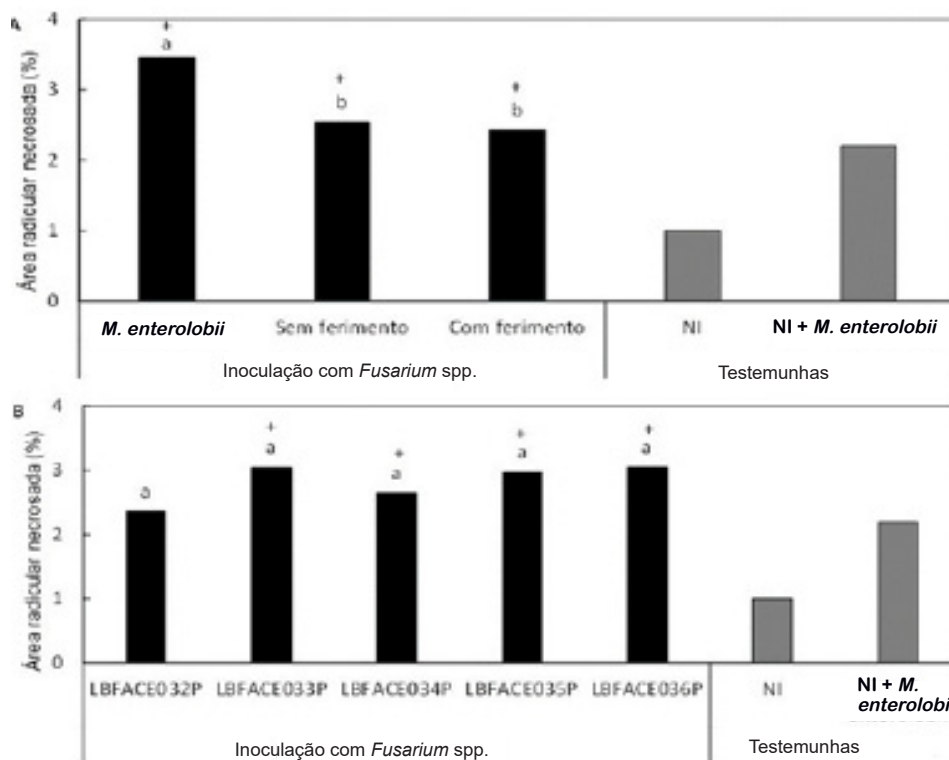


Figura 3. Efeito do tipo de inoculação (sem ferimento, com ferimento mecânico ou associado a *Meloidogyne enterolobii*) (A) e de cinco isolados de *Fusarium* spp. (B) na área radicular necrosada (%) de mudas de aceroleira (*Malpighia emarginata* Sessé & Moc. ex DC.). Barras com mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

+ Significativo, pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$), em comparação à testemunha não inoculada (NI). Os dados foram transformados para $\log(x)$.

No experimento conduzido em casa de vegetação, as raízes não ficaram danificadas em igual intensidade (Figura 5). Tal diferença nos sintomas observados, provavelmente, seja decorrente das idades distintas entre aquelas plantas mantidas nos pomares e as que foram mantidas em casa de vegetação por apenas 5 meses após a inoculação dos isolados de *Fusarium* spp. É possível, então, que

sintomas de necrose das raízes mais característicos sejam observados em experimentos conduzidos com maior tempo de duração. Além disso, deve-se considerar as possíveis diferenças nas respostas das plantas ao fungo, pois, em goiabeira, após 5 meses de condução experimental, foi observado o apodrecimento de raízes causado pela infecção por *F. solani* (Gomes et al., 2011).

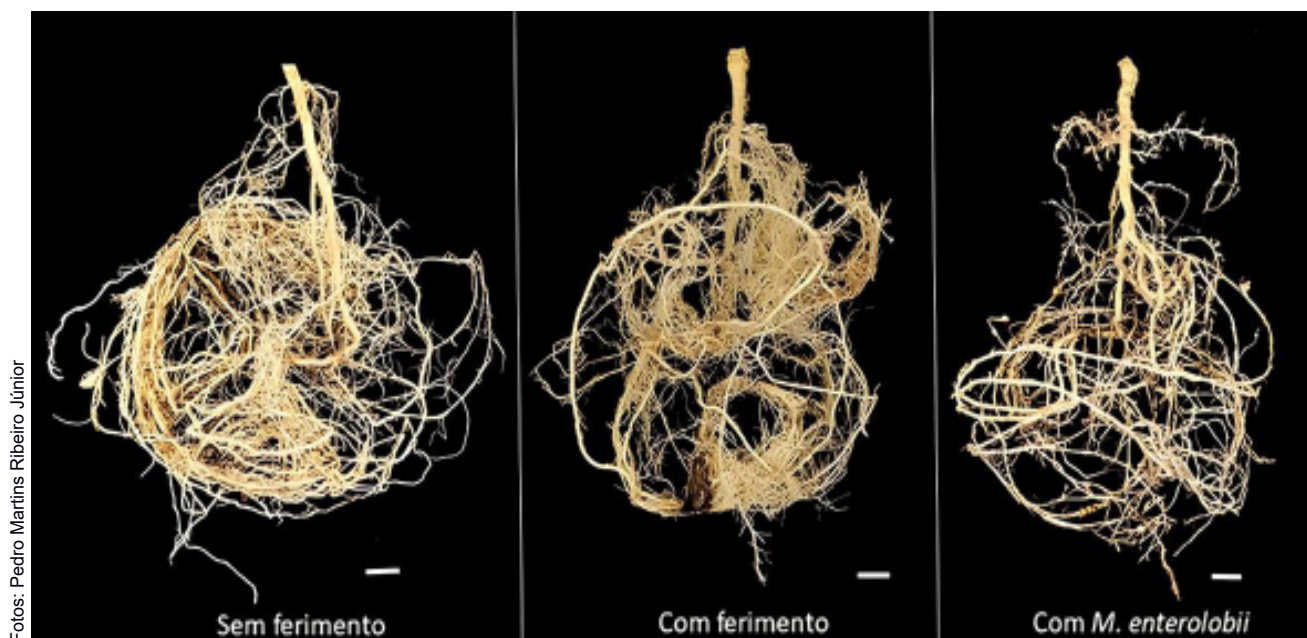
O entendimento de como essa doença ocorre nas plantas pode ajudar no aprimoramento do manejo da cultura, tornando-o mais efetivo e sustentável.

Em aceroleira, e também em outras culturas, o manejo de doenças que envolvem interação entre patógenos é, via de regra, muito difícil. No caso da aceroleira, até o momento, não há nematicidas químicos eficientes registrados para a cultura. Estudos com porta-enxertos resistentes e controle biológico vêm sendo realizados por diversos institutos de pesquisa, incluindo a Embrapa (Santos et al., 2021). Táticas de manejo que incluem o uso adequado da irrigação, a nutrição equilibrada das plantas e a adoção de medidas para evitar que o patógeno entre na propriedade, incluindo a aquisição de mudas certificadas e a restrição ao trânsito de implementos e máquinas infestadas, têm ajudado na redução dos danos causados pela doença nos pomares de produção de acerolas (Castro et al., 2009).

Os isolados de *Fusarium* spp. foram recuperados por meio de reisolamento a partir das raízes das plantas inoculadas em meio de cultura BDA, com sintomas de necrose, independentemente do tipo de inoculação (sem ferimento, com ferimento mecânico ou associado a *M. enterolobii*). Nas plantas não inoculadas com os isolados de *Fusarium* spp. não houve o reisolamento do fungo (Figura 4). Em mudas nas quais foram provocados ferimentos

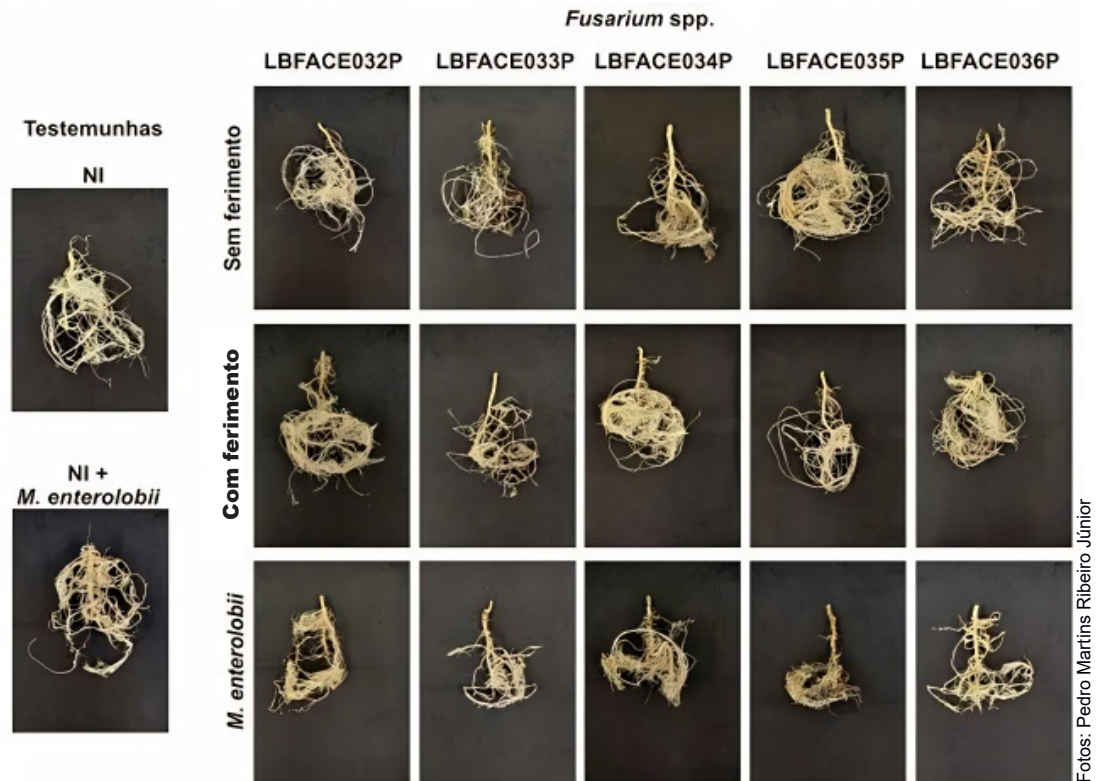
mecânicos, feitos com a espátula, e naquelas em que os ferimentos foram provocados pela infecção das raízes pelos juvenis de segundo estágio de *M. enterolobii*, não foi observada diferença em relação à área radicular. Também, não foi verificada diferença nos valores de área registrados em mudas inoculadas com os isolados fúngicos e que as raízes estavam sem ferimentos ou com ferimentos causados mecanicamente com o uso da espátula. Entretanto, a redução da área radicular foi significativa quando a inoculação das mudas sem ferimentos nas raízes foi comparada com a inoculação dos isolados de *Fusarium* spp. subsequentemente à inoculação com *M. enterolobii* (Figura 6A). Mas, os isolados de *Fusarium* spp. não diferiram entre si quanto à capacidade de reduzir a área radicular das mudas de aceroleira após 5 meses de condução experimental em casa de vegetação (Figura 6B).

Observou-se, porém, que as plantas que constituíram os dois tratamentos empregados como testemunhas (mudas não inoculadas com isolados fúngicos ou nematoide e mudas não inoculadas com isolados fúngicos, mas inoculadas com *M. enterolobii*) tiveram valores médios de área do sistema radicular semelhante ou maior que as plantas dos demais tratamentos (Figura 6).



Fotos: Pedro Martins Ribeiro Júnior

Figura 4. Raízes de mudas de aceroleira (*Malpighia emarginata* Sessé & Moc. ex DC.) inoculadas com o isolado de *Fusarium* sp. LBFACE035P sem ferimento radicular, com ferimento mecânico radicular e com a inoculação prévia de *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback. Barra de escala equivale a 1,8 cm.



Fotos: Pedro Martins Ribeiro Júnior

Figura 5. Raízes de mudas de aceroleira (*Malpighia emarginata* Sessé & Moc. ex DC.) inoculadas com cinco isolados de *Fusarium* spp. (LBFACE032P, LBFACE033P, LBFACE034P, LBFACE035P e LBFACE036P) sem ferimento radicular, com ferimento mecânico radicular e com *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback e as testemunhas não inoculada (NI) e inoculada com *Meloidogyne enterolobii*.

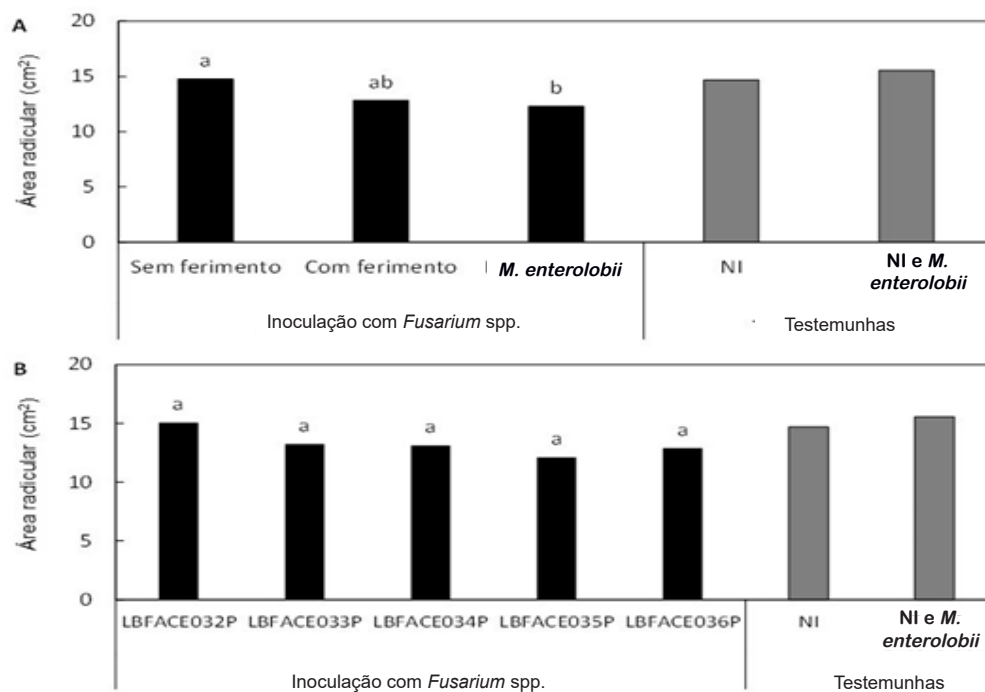


Figura 6. Efeito do tipo de inoculação (sem ferimento, com ferimento mecânico ou associado a *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback) (A) e de cinco isolados de *Fusarium* spp. (B) na área radicular bidimensional (cm²) de mudas de aceroleira (*Malpighia emarginata* Sessé & Moc. ex DC.) em comparação com a testemunha não inoculada com *Fusarium* (NI) e somente com o nematoide. Barras com a mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Ocorreu a formação de galhas radiculares em todas as plantas inoculadas com o nematoide e, aparentemente, não houve contaminação das plantas empregadas como testemunhas durante a condução do experimento, pois nenhuma galha foi observada nas raízes dessas plantas. Ao final do trabalho, foram quantificados valores médios que variaram, aproximadamente, de 5.000 a 11.000 ovos e J2 por grama de raízes nas plantas inoculadas com *M. enterolobii* (Figura 7), à semelhança do que tem sido observado em outros estudos com a inoculação de *M. enterolobii* em aceroleira (Silva, 2019; Santos et al., 2020, 2021).

Em pomares comerciais de aceroleiras, os sintomas podem ser mais expressivos porque as plantas estão sujeitas a uma maior diversidade de estresses, além do constante fluxo de seiva elaborada nos drenos constituídos pelos frutos, formados durante o ano quase todo, a depender da cultivar e do local de cultivo.

Em trabalho realizado com goiabeira 'Paluma', durante 5 meses, foi possível comprovar a interação entre *F. solani* e *M. enterolobii* como causa do declínio (Gomes et al., 2011). Na pesquisa com aceroleira, em mesmo tempo de condução experimental, ainda que com outros isolados de *Fusarium* spp., observou-se uma baixa severidade dos sintomas se comparados àqueles visualizados em goiabeira.

Considerando a observação de indícios de uma associação complexa entre *M. enterolobii* e *Fusarium* spp., é recomendável que mais estudos sejam realizados para melhor caracterização da interação destes agentes patogênicos em aceroleira. No Submédio do Vale do São Francisco, a aceroleira foi muito utilizada como opção de cultivo em áreas de goiabeiras dizimadas pelo nematoide. A ocorrência de necroses, também nas raízes das aceroleiras infectadas pelo nematoide, pode não causar a morte de plantas conforme acontece com a goiabeira, mas afeta a produtividade da cultura.

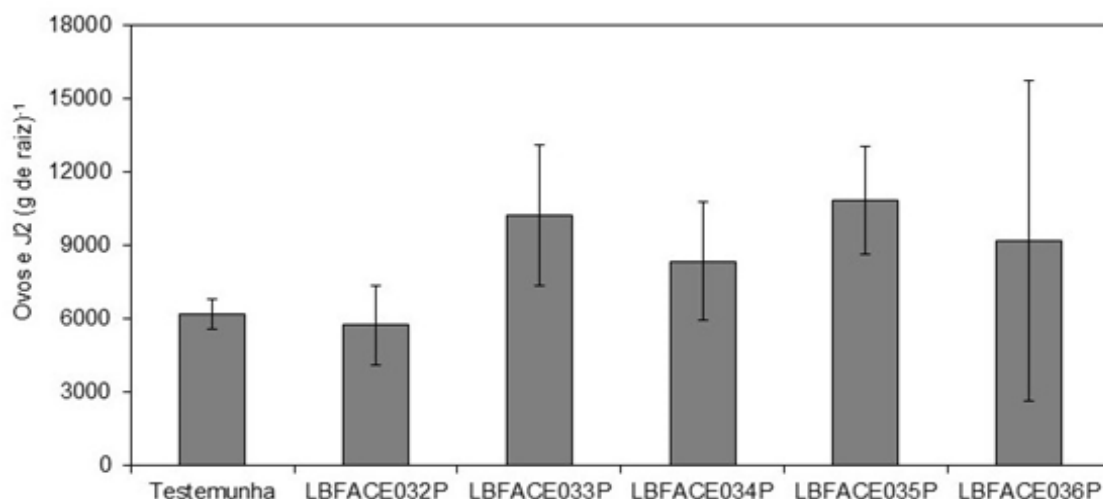


Figura 7. Número de ovos e juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback por grama de raiz de mudas de aceroleira (*Malpighia emarginata* Sessé & Moc. ex DC.) inoculadas com isolados de *Fusarium* spp. (LBFACE032P, LBFACE033P, LBFACE034P, LBFACE035P e LBFACE036P). Barras de erros representam o desvio-padrão da média.

Conclusões

1) A inoculação de isolados de *Fusarium* spp. em mudas de aceroleira pré-inoculadas com *M. enterolobii* comprometeu o sistema radicular, aumentando a necrose causada pelos fungos e, consequentemente, reduzindo a área de raízes sadias.

2) Neste estudo, a associação do nematoide com *Fusarium* spp. apresentou efeito sinérgico e potencializou os danos nas raízes das mudas de aceroleira.

Agradecimentos

Aos agricultores que permitiram o acesso às suas propriedades e contribuíram com o alcance de resultados previstos no Projeto 03.13.06.19.00.00 – Prospecção e manejo de doenças complexas causadas por nematoides e fungos, em aceroleira, coqueiro e goiabeira no Submédio do Vale do São Francisco.

Referências

- BONETI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, p. 553, 1981.
- CASTRO, J. M. da C. e; SANTANA, M. L. M. P. de; BARBOSA, N. M. L. **Nematóides-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) em aceroleira e recomendações de manejo**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. (Embrapa Semiárido. Instruções Técnicas, 87). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA-2010/42060/1/INT87.pdf>. Acesso em: 17 set. 2024.
- COSTA, D. C.; CARNEIRO, R. M. D. G.; OLIVEIRA, J. R. P.; SORES FILHO, W. S.; ALMEIDA, F. P. Identificação de populações de *Meloidogyne* spp. em raízes de acerola (*Malpighia punicifolia*). **Nematologia Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 77-80, 1999.
- COSTA, D. C.; RITZINGER, C.H.S.P. Nematoides e seu controle. In: RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A. K.; OLIVEIRA, J. R. P. (ed.). **A cultura da aceroleira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. p. 133-140.
- COSTA, R. V. da; SILVA, D. D. da; COTA, L. V.; LANZA, F. E. **Metodologia para avaliação da reação de genótipos de milho à *Fusarium verticillioides* em casa de vegetação**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 7 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 179). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/76761/1/circ-179.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2024.
- FOUQUÉ, A. Espèces fruitières d'Amérique tropicale. **Fruits**, v. 28, n. 7/8, p. 548-558, 1973. Disponível em: https://agritrop.cirad.fr/410228/1/document_410228.pdf. Acesso em: 18 set. 2024.
- GOMES, V. M.; SOUZA, R. M.; DIAS, V. M.; SILVEIRA, S. F.; DOLINSKI, C. Guava decline: a complex disease involving *Meloidogyne mayaguensis* and *Fusarium solani*. **Journal of Phytopathology**, n. 159, p. 45-50, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2010.01711.x>.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water-culture method for growing plants without soil**. Berkeley: California Agricultural Experiment Station, 1950. 32 p. (California Agricultural Experiment Station. Circular, 347). Disponível em: https://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/hoagland_arnon.pdf. Acesso em: 4 set. 2024.
- HUSSEY, R. S.; BARKER, K. R. A. Comparison of methods for collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. **Plant Disease Reporter**, v. 57, p. 1025-1028, 1973.
- IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática**: censo agropecuário 2017: tabela 6955. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6955>. Acesso em: 4 jul. 2023.
- LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. (ed.). **The *Fusarium* laboratory manual**. Hoboken: Blackwell Publishing, 2006. 388 p.
- NAÇÕES UNIDAS. **Objetivo de desenvolvimento sustentável 2: fome zero e agricultura sustentável**. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/2>. Acesso em: 8 dez. 2024.
- SANTOS, J. L. D. dos; MOURA, N. R.; SOUZA, F. de F.; CASTRO, J. M. da C. e; CAPUCHO, A. S. Espécies de *Meloidogyne* associadas a aceroleira no Submédio do Vale do Rio São Francisco, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 43, 3, p. 333-342, 2020. DOI: <https://doi.org/10.19084/rca.20946>.
- SANTOS, J. L. F. dos; SOUZA, F. de F.; BOREL, J. C.; CASTRO, J. M. da C. e; CAPUCHO, A. S. Identification of sources of resistance to *Meloidogyne enterolobii* in acerola. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 4, p. 879-886, 2021. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1147104> <https://doi.org/10.1590/1983-21252021v34n415rc>. Acesso em: 11 ago. 2024.
- SILVA, A. M. G. **Reação de genótipos de aceroleira a *Meloidogyne enterolobii***. 2019. 51 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- ZHANG, Y.; LI, S.; LI, H.; WANG, R.; ZHANG, K.; XU, J. Fungi-nematode interactions: diversity, ecology, and biocontrol prospects in agriculture. **Journal of Fungi**, v. 6, n. 206, p. 1-24, 2020. DOI: [10.3390/jof6040206](https://doi.org/10.3390/jof6040206).