

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

INFLUÊNCIA DO PARASITISMO DE *Meloidogyne* spp. E *Fusarium* spp. SOBRE O CAFEEIRO: UMA BREVE REVISÃO

Íris Petronilia Dutra, Ayssa Oliveira Parreira, Bianca Callegari Freitas, Nicholas de Oliveira Neves, Sâmela Cansi Gomes, Fábio Ramos Alves, Willian Bucker Moraes.

Universidade Federal do Espírito Santo/Departamento de Agronomia, Alto Universitário, S/N, Guararema - 29500-000 - Alegre - ES, Brasil, iris.dutra@edu.ufes.br, ayssa.parreira@edu.ufes.br, bianca.c.freitas@edu.ufes.br, nicholas.neves@edu.ufes.br, samela.gomes@edu.ufes.br, fabio.alves@ufes.br, willian.moraes@ufes.br.

Resumo

O café é uma das culturas economicamente mais importantes do mundo e consumido em todos os continentes. O estado do Espírito Santo, onde está localizada a maior área destinada ao plantio, é o principal estado produtor de café conilon. Apesar da relevância socioeconômica da cultura, as doenças constituem um dos principais fatores que podem limitar a produtividade do cafeeiro, com destaque para os fitonematoides do gênero *Meloidogyne*. Além desse patógeno, um novo problema fitossanitário que têm trazido sérias preocupações aos cafeicultores do Espírito Santo é a Murcha de Fusário em Cafeeiro Conilon (MFCC) causada por *Fusarium* spp. A doença é caracterizada por sintomas drásticos nas lavouras, como: murcha, amarelecimento, seca, escurecimento do tecido vascular e morte de ramos plagiotrópicos e ortotrópicos nas plantas de café.

Palavras-chave: *Coffea*. Murcha. Fitonematoides. Nematoides das galhas.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônômica.

Introdução

O cafeeiro (*Coffea* spp.) é uma das culturas economicamente mais importantes do mundo e seu produto, o café, é consumido em todos os continentes, principalmente nos países temperados do hemisfério norte (United States Department of Agriculture - USDA, 2020a).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção estimada de café arábica no ano de 2023 é de 39,93 milhões de sacas de 60 kg, correspondendo ao aumento de 15,9% em comparação ao volume produzido na safra anterior e a produção estimada de café conilon no mesmo ano é de 16,81 milhões de sacas de 60 kg, representando um decréscimo de 7,6% em relação ao resultado obtido na safra de 2022 (CONAB, 2023).

Entre os principais estados brasileiros produtores de café conilon, três se destacam, sendo esses: Espírito Santo, onde se encontra a maior área destinada ao plantio, com 261,92 milhões de hectares, seguido por Rondônia, com 64,97 milhões de hectares e a Bahia, com 42,73 milhões de hectares (CONAB, 2023).

As doenças constituem um dos principais fatores que podem limitar a produtividade do cafeeiro, com destaque para os fitonematoides do gênero *Meloidogyne*, também conhecidos por nematoides de galhas (CARNEIRO et al., 2016; SANTOS et al., 2018 e VAZ, 2018; ZINGER et al., 2020).

O *Fusarium* é um dos gêneros mais estudados devido à sua relevância econômica e ampla distribuição geográfica. Esse patógeno é disseminado pelo solo e acomete mais de 100 culturas de importância agrícola (ŠIŠIĆ et al., 2018), sendo considerado uma nova problemática ao setor do agronegócio da cultura do café conilon, principalmente no Espírito Santo, causando sintomas como murcha, amarelecimento, seca, escurecimento do tecido vascular e morte de ramos plagiotrópicos e ortotrópicos nas plantas de café (BELAN et al., 2018).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Diante desse contexto, o objetivo com a elaboração deste trabalho foi em realizar uma breve revisão bibliográfica sobre o parasitismo de *Meloidogyne* spp. e *Fusarium* spp. na cultura do café, possibilitando assim que este estudo sirva de suporte para estudos posteriores.

Metodologia

A metodologia adotada para elaboração desta revisão de literatura baseou-se em um levantamento bibliográfico de trabalhos científicos disponíveis em plataformas de pesquisas, principalmente Scielo, Scopus, Google acadêmico, Pubmed, Search, bancos de dissertações, teses e livros de programas conceituados de pós-graduação na área de fitopatologia e nematologia. Para a confecção dessa revisão foi priorizado materiais dos últimos cinco anos, adicionando também referências clássicas e indispensáveis sobre o assunto abordado.

Resultados e Discussão

Cafeeiro conilon: Aspectos relevantes

O café é considerado uma das principais commodities no cenário mundial e o Brasil destaca-se por ser o maior produtor e exportador. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2023), para o café conilon, a estimativa é de 437,33 milhões de hectares de área total cultivada em nosso país. Desse total, 392,61 milhões de hectares devem estar em produção e 44,72 milhões de hectares em formação (CONAB, 2023).

O Espírito Santo é o segundo estado brasileiro de maior relevância na produção de café e lidera o ranking em primeiro lugar na produção de café conilon, com produção estimada em mais de 60% do volume total do país. A expectativa de produção de sacas beneficiadas de 60 kg no Espírito Santo é de cerca de 10,57 milhões de sacas, seguido por Rondônia, com 3,13 milhões de sacas e a Bahia, com 2,47 milhões de sacas (CONAB, 2023).

Apesar da relevância socioeconômica da cultura, a presença de doenças em áreas de cultivo pode comprometer a sua produtividade e contribuir para o aumento do custo de produção, e redução da longevidade e produtividade das lavouras, resultando em prejuízos para os produtores (BELAN et al., 2019).

Nematoides de galhas na cultura do café

No Brasil, os danos causados pelos nematoides de galhas em café foram primeiramente relatados em 1878. Ao descrever a espécie *M. exigua*, o pesquisador suíço Emilio Goeldi, relatou os consideráveis estragos causados por esse patógeno ao café na então Província do Rio de Janeiro (GOELDI, 1892, citado por SANTOS, 2000). Desde então, os nematoides são associados à sucessiva decadência de regiões nobres da cafeicultura nos Estados do Rio de Janeiro, Paraná e São Paulo e outras áreas do país, causando danos e perdas diretas e indiretas (SANTOS, 1997, CONTARATO et al. 2014, ZINGER et al., 2020).

Em nível mundial, aproximadamente quinze espécies de *Meloidogyne* já foram descritas como parasitas dessa cultura (CARNEIRO e ALMEIDA, 2000), entretanto, no Brasil, as mais prejudiciais são *M. incognita* e *M. paranaensis*, devido à intensidade dos danos que causam ao café (OLIVEIRA et al. 2011).

Barros et al., (2014) realizaram um levantamento nematológico no Espírito Santo quanto à presença de *Meloidogyne* spp., em *Coffea* spp. e relataram a presença de *M. exigua*, *M. incognita* e *M. paranaensis*. Segundo os autores, foram encontradas populações mistas de *M. incognita* e *M. paranaensis* em algumas áreas do município de Sooretama. Já em Vila Valério, populações de *M. incognita* e *M. arenaria* estavam presentes na mesma propriedade, o que demonstra que populações mistas entre espécies de *Meloidogyne* são comuns em áreas cultivadas com café no Espírito Santo.

Até o momento, pouco se sabe sobre as alterações fisiológicas e nutricionais que *Meloidogyne* spp. acarretam em cafés. Goulart et al., (2019), compararam as variáveis fisiológicas de mudas de *Coffea arabica* 'Catuaí Vermelho IAC 144' infectadas por *M. paranaensis* ou *M. exigua* com cafés saudáveis e notaram que na presença dos nematoides as plantas apresentaram reduções na altura e teor

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

de amido nas raízes, além disso, tiveram redução na transpiração, condutância estomática e concentração de CO₂. Segundo os autores, apenas as mudas infectadas com *M. paranaensis* apresentaram redução na taxa de fotossíntese. Os autores relataram ainda que as plantas parasitadas pelos nematoides apresentaram menores teores foliares de P, K, Mn e Fe e apenas mudas parasitadas por *M. paranaensis* apresentaram menores teores de Ca nas folhas.

Como é possível perceber, mudas de cafeeiro arábica parasitadas por *M. paranaensis* e *M. exigua*, com destaque para *M. paranaensis*, apresentam alterações em sua fisiologia (Goulart et al., 2019), todavia, é crucial que se façam também estudos sobre os efeitos do parasitismo por *M. incognita* e *M. paranaensis* sobre as alterações fisiológicas e nutricionais em cafeeiro conilon. Além das características fisiológicas e nutricionais, já foram observadas também alterações nas características de crescimento e produtividade do cafeeiro conilon parasitados pelos nematoides de galhas (ZINGER et al., 2020). Segundo os autores, maiores populações de *M. incognita* parasitando a cultivar 'Vitória INCAPER 8142', clone V02 de café conilon podem afetar negativamente o número de grãos por roseta; peso total de grãos por roseta; peso de 100 grãos beneficiados; rendimento (maduro/beneficiado) e produtividade em sacas/ha.

Murcha de Fusário do Cafeeiro Conilon (MFCC)

O primeiro relato de espécies de *Fusarium* associadas à murcha em plantas de *Coffea canephora*, ocorreu nas principais regiões produtoras de café conilon do Brasil, principalmente no Espírito Santo, extremo sul da Bahia e Rondônia, e está preocupando os produtores de café devido à morte das plantas e os consequentes prejuízos aos produtores. Outras espécies de *Fusarium* já foram relatadas em associação ao cafeeiro em Porto Rico, Ilhas Virgens, Fiji e Costa do Marfim, mas até o momento, este é o primeiro relato de *F. decemcellulare*, *F. lateritium* e *F. solani* como agentes etiológicos da murcha de Fusário em *C. canephora* (BELAN et al., 2018).

A infecção inicial de *Fusarium* ocorre quando o patógeno penetra por raízes secundárias e coloniza o xilema. Em virtude desta obstrução, o fluxo de água e nutrientes ascendentes é interrompido e os sintomas de murcha são observados na parte aérea.

Dentre as condições que favorecem o desenvolvimento da doença, podem ser citados os solos arenosos, úmidos, com acidez elevada e baixo teor de potássio (CHITARRA, 2014).

A sintomatologia das plantas com MFCC infectadas por *F. solani*, *F. decemcellulare* e *F. lateritium* no campo, apresenta maior intensidade na fase de formação dos frutos, período de colheita e pós-colheita. Os sintomas vão desde o sistema radicular até o ápice das plantas, sendo estes sintomas: formação de cancrios, redução do vigor, amarelecimento, murcha, progredindo para a seca e morte de ramos plagiotrópicos e ortotrópicos. Em clones mais suscetíveis, é possível constatar o surgimento de rachaduras e cancrios ao longo de ramos plagiotrópicos e ortotrópicos, apresentando esporulação de coloração branca a creme, além do escurecimento do tecido vascular do xilema (BELAN et al., 2018, MORAES et al., 2019).

Segundo Moraes et al. (2022), *Fusarium* spp. penetra em plantas de cafeeiro mediante feridas em seus órgãos/tecidos. Portanto, qualquer ação que proporcione feridas nas plantas contribuirá para a ocorrência da doença.

Algumas metodologias de inoculação de *Fusarium* spp. em cafeeiro já foram comparadas. Belan et al., (2018), por exemplo, propôs o método de inoculação de *Fusarium* spp. por meio da imersão das raízes em suspensão de esporos a 1×10^6 conídios.mL⁻¹ durante 20 minutos. Porém, em trabalhos desenvolvidos por Ferreira (2021) foi constatado que a inoculação das plantas por meio de corte no caule apresentou resultados mais satisfatórios.

O entendimento sobre a MFCC é limitado até o momento. A geração de novos conhecimentos é uma necessidade fundamental e será de grande benefício na prevenção da disseminação e manejo desta doença. É importante que pesquisadores, produtores e extensionistas sejam treinados na identificação da MFCC principalmente dos estágios iniciais da doença, para reduzir a possibilidade de diagnósticos incorretos, disseminação do patógeno e recomendações de manejo desnecessárias, dispendiosas e/ou ineficientes.

Doenças complexas envolvendo *Meloidogyne* spp. e *Fusarium* spp. em cafeeiro

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Em condições naturais, plantas exploradas economicamente estão expostas a muitos micro-organismos e, no tocante à interação entre fitonematoides e fungos, algumas doenças complexas têm sido relatadas (Hirano & Kawamura, 1965; Powell 1971).

Steiner (1942) relatou que pontos de penetração feitos pelos fitonematoides facilita a colonização dos tecidos radiculares por outros micro-organismos como fungos, o que pode culminar em doenças complexas. Segundo Porter & Powell, (1967) essa predisposição das plantas ao ataque dos fungos após o início do parasitismo pelos nematoides, ocorre depois de três ou quatro semanas e ocorre em virtude das alterações induzidas na planta hospedeira.

Fusarium spp. são frequentemente citados como componentes de complexos de doenças em associação com nematoides (Powell, 1971; Jeffers & Roberts, 1993). Negrón (1989), por exemplo, demonstrou a presença de uma doença complexa entre *F. oxysporum* e *M. incognita* em Porto Rico em café arábica cv “Bourbon”.

A doença da raiz do café, também chamada de corcose, foi detectada pela primeira vez em 1974 na Costa Rica, onde *Meloidogyne arabica* é a espécie dominante (BERTRAND et al., 2000). Foi demonstrado pelos autores que em inoculações combinadas entre *M. arabica* ou *M. exigua* com *F. oxysporum* apenas a combinação do fungo com *M. arabica* produziu sintomas em *C. arabica* cvs Caturra ou Catuai e que *F. oxysporum* sozinho não foi patogênico. Os autores concluíram que essa doença em café tem uma etiologia complexa e enfatizam o papel dominante de *M. arabica* como agente predisponente para subsequente invasão por *F. oxysporum*.

No Brasil, estudos sobre o patossistema *Meloidogyne* spp. x *Fusarium* spp. são necessários tendo em vista que o tamanho das áreas afetadas e os danos e perdas crescentes, podendo ocorrer perda total em lavouras com cultivares/clones suscetíveis de *C. Canephora*. No Brasil, até o momento, não há relatos sobre a interação entre *Meloidogyne* spp. e *Fusarium* spp. em café conilon, todavia estudos nesse sentido vêm sendo desenvolvidos na Universidade Federal do Espírito Santo.

Conclusão

Os danos causados por fitonematoides e *Fusarium* na cultura do café são extremamente danosos, todavia não se sabe até que ponto *Meloidogyne* spp. pode potencializar os danos causados por *Fusarium* spp. e vice-versa. Nossa expectativa é que essa revisão de literatura contribua com pesquisas futuras em relação ao entendimento da interação entre *Fusarium* spp. x *Meloidogyne* spp. na cultura do café conilon.

Almeja-se que as informações técnicas e científicas adquiridas nessa revisão possam contribuir com outras já existentes, concedendo assim um melhor conhecimento sobre a interação dos patógenos na cultura do café.

Referências

BARROS, A. F. et al. Root-knot nematodes, a growing problem for Conilon coffee in Espírito Santo state, Brazil. **Crop Protection**, v. 55, p. 74-79, 2014.

BELAN, L. L. et al. First report of *Fusarium* species associated with *Fusarium* wilt in *Coffea canephora* plants in Brazil. **Plant disease**, v. 102, n. 9, p. 1859- 1859, 2018.

BELAN, L. L.; et al. Análise espaço-temporal da murcha de *fusarium* em plantas de café conilon clone cv-02 da variedade vitória-incaper 8142. **X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2019.

BERTRAND, B.; NUNEZ, C.; SARAH, J. L. Disease complex in coffee involving *Meloidogyne arabica* and *Fusarium oxysporum*. **Plant pathology**, v. 49, n. 3, p. 383- 388, 2000.

CARNEIRO, R.; GOMES, M. D.; ALMEIDA, M. R. A. Caracterização isoenzimática e variabilidade intraespecífica dos nematoides de galhas do café no Brasil. **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. Poços de Caldas, Minas Gerais, 2000.

CARNEIRO, R. M. D. G.; et al. Gênero *Meloidogyne*: diagnose através de eletroforese de isoenzimas e marcadores SCAR. **Diagnose de fitonematoides**, p. 47-72, 2016.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

CHITARRA, L. G. Identificação e controle das principais doenças do algodoeiro – 3º edição. Campina Grande: **Embrapa Algodão**, 2014.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento, 2023. Disponível em: <
<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/boletim-da-sociobiodiversidade/boletim-sociobio/item/21110-boletim-da-sociobiodiversidade-junho-2023>>.
Acesso em: 05 agost. 2023.

CONTARATO, C. C.; et al. Reacción del Cultivar de café 'Vitória INCAPER8142' de Conillon al parasitismo de *Meloidogyne exigua*. **Idesia (Arica)**, v.32, n. 1, p. 93-97, 2014.

GOULART, R. R.; et al. *Meloidogyne paranaensis* and *M. exigua* alter coffee physiology. **Nematology**, v. 21, n. 5, p. 459-467, 2019.

HIRANO, K.; KAWAMURA, T. The disease complex caused by nematodes and other microorganisms I. Actions of root-lesion nematodes, *Pratylenchus* spp., responses to *Fusarium* spp. in the soil. Japanese **Journal of Phytopathology**, v. 30, n. 1, p. 24-30, 1965.

JEFFERS, D. P.; ROBERTS, P. A. Effect of planting date and host genotype on the root-knot nematode-*Fusarium* wilt disease complex of cotton. **Phytopathology**, v. 83, n. 6, p. 645-654, 1993.

MORAES, W.B.; XAXIER, A. S.; ALVES, F.R.; BELAN, L.L.; BELAN, L.L.; ROCHA, M.R.; FERREIRA, M.L.S.M. Murcha de *Fusarium* em Cafeeiro Conilon: entender para manejar! In: Fábio Luiz Partelli; Marcelo Curitiba Espindula. (Org.). **Café conilon: conhecimento para superar desafios**. 1ed. Alegre-ES: CAUFES, v. 1, p. 31- 60, 2019.

MORAES, W. B.; ROCHA, M. R.; MORAES, W. B.; JUNIOR, W. C. J.; XAVIER, A. S.; ALVES, F. R.; SILVA, S. A. Murcha de Fusário do Cafeeiro Conilon (MFCC): identificar para manejar! In: Fábio Luiz Partelli (Org.). **Café conilon: tecnologias na produção e na qualidade**. 1ed. Alegre-ES: CAUFES, 2022, v. 1, p. 47- 58.

NEGRON, Jose A.; ACOSTA, Nelia. The *Fusarium oxysporum* f. sp. *Coffea* e *Meloidogyne incognita* complex in 'Bourbon' coffee. **Nematropica**, p. 161-168, 1989.

OLIVEIRA, Dagoberto S. et al. Characterization of *Meloidogyne incognita* populations from São Paulo and Minas Gerais state and their pathogenicity on coffee plants. **Tropical plant pathology**, v. 36, p. 190-194, 2011.

PORTER, D. M. et al. Influence of certain *Meloidogyne* species on *Fusarium* wilt development in flue-cured tobacco. **Phytopathology**, v. 57, n. 3, p. 282-285, 1967.

POWELL, N. T. Interactions between nematodes and fungi in disease complexes. **Annual review of phytopathology**, v. 9, n. 1, p. 253-274, 1971.

FERREIRA, M. L. S. M. Murcha de fusário em cafeeiro conilon: patogenicidade, metodologias de inoculação e diagnose molecular. Orientador: Willian Bucker Moraes. 2022. 30 f. **Dissertação (Mestrado)** – Curso de Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES- Campus de Alegre. Disponível em:< <https://producaovegetal.ufes.br/pt-br/pos-graduacao/PPGPV/detalhes-da-tese?id=14880>>. Acesso em: 05 agost 2023.

SANTOS, J. M. Fatos e feitos na história da nematologia no Brasil e principais desafios para o início do novo século. In: **22th Brazilian Meeting of Nematology**, Uberlândia, Brazil, 2000.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

SANTOS, J. R. M. Methodology for screening tomato for *Fusarium* wilt, *Verticillium* wilt, gray leaf spot, early blight, and Septoria leaf spot. In: **Proceedings of the first international conference on the processing tomato and first international symposium on tropical tomato diseases**. ASHS Press, 1997.

SANTOS, M. F. A.; et al. *Meloidogyne incognita* parasitizing coffee plants in southern Minas Gerais, Brazil. **Tropical plant pathology**, v. 43, n. 1, p. 95-98, 2018.

ŠIŠIĆ, A.; et al. The 'forma specialis' issue in *Fusarium*: a case study in *Fusarium solani* f. sp. **pisi**. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 1-17, 2018.

STEINER, G. Plant nematodes the grower should know. **Proceedings. Soil Science Society of Florida**, p.72- 11, 1942.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. Coffee: World markets and trade foreign agricultural service, 2020a. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/coffee.pdf>>. Acesso em 07 agost. 2023.

VAZ, F. M. G. B. Reação hospedeira de cultivares de porta enxerto de tomateiro ao nematode-das-galhas-radiculares *Meloidogyne incognita*, **Dissertação de Mestrado**, 2018.

ZINGER, L. K. C. R.; ZINGER, F. D.; ALVES, F. R.; JESUS JUNIOR, W. C. D.; GONÇALVES, A. O.; CRUZ, T. P. D.; CAMARA, G. R. Influence of *Meloidogyne incognita* race 1 on the development of clones of *Coffea canephora*, variety "Jequitibá Incaper 8122". **Arquivos do Instituto Biológico**, 87, 2020.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal do Espírito Santo pelo fornecimento do ensino de qualidade; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), pela concessão de bolsa de mestrado e doutorado.