

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

RESISTÊNCIA DE CAFEIEIRO A *Fusarium*: UMA ABORDAGEM MUNDIAL

Luiz Fernando Soroldoni Barbosa, Otavio Brandão Oliosí, Filipe Garcia Binotti Celestino, Fábio Ramos Alves, André da Silva Xavier, Matheus Ricardo da Rocha, Willian Bucker Moraes.

Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alto Universitários/n, 29500-000 – Alegre - ES, Brasil, luizsoroldoni5@gmail.com, oliosib07@gmail.com, filipebinotti1202@gmail.com, fabioramosalves@yahoo.com.br, andre.s.xavier@ufes.br, matheus.phyto@gmail.com, willian.fito@gmail.com.

Resumo

A ocorrência de doenças em cafezais representa um grande desafio, e o impacto do gênero *Fusarium* no setor agrícola é de grande magnitude, uma vez que o fungo é capaz de provocar prejuízos econômicos na ordem de bilhões de dólares, devido à diminuição do rendimento das culturas. Uma das estratégias mais sustentáveis e econômicas para o controle das doenças causadas por *Fusarium* spp. é o uso de cultivares resistentes. Neste sentido, buscou-se com esta revisão, compilar informações acerca resistência de cafeeiro a *Fusarium* spp. utilizados na cultura do cafeeiro. Na África, são selecionadas e cultivadas linhagens clonais de *C. canephora* resistentes a *Fusarium xylarioides*, o que reduz a disseminação da doença. No Brasil, ainda é necessário desenvolver estratégias de manejo, a utilização de resistência combinada com a aplicação de práticas culturais, surge como uma opção para mitigar os efeitos da doença.

Palavras-chave: Controle genético; *Fusarium* spp.; *Coffea* spp.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônoma (Agronomia).

Introdução

O cafeeiro é uma planta Eudicotiledônea, classe das Angiospermas, gênero *Coffea*, família Rubiaceae e compreende 124 espécies (DAVIS et al., 2011). Existe grande diversidade de espécies que compõe o gênero botânico *Coffea*, porém, apenas duas possuem importância econômica: o *Coffea arábica* (café arábica) e o *Coffea canephora* (café conilon ou robusta). O gênero (*Coffea* sp.) é originário da África, sendo *C. arabica* da Etiópia e *C. canephora* do Congo. As espécies de café arábica (*C. arabica* L.) e conilon (*C. canephora* Pierre ex Froehner) apresentam diferenças significativas em suas características agrônomicas, como níveis de produtividade, ciclo bienal e regiões de cultivo específicas, além disso, o calendário de colheita dessas espécies também apresenta particularidades (CONAB, 2023).

Constantes dificuldades são impostas aos produtores de café, para tornar possível o processo produtivo com desenvolvimento agrícola sustentável, atendendo a qualidade de mercado cada vez mais exigente (FERRÃO et al., 2016). A ocorrência de doenças em cafezais representa um grande desafio para produtores, técnicos e ao governo, uma vez que causam danos às plantações e, consequentemente, resultam em perdas para os agricultores e para o estado, além da necessidade de substituição precoce das lavouras por novos plantios (MORAES et al., 2019). As doenças fúngicas representam um dos maiores obstáculos para alcançar uma produção estável e sustentável na cafeicultura (FERRÃO et al., 2020).

O impacto do gênero *Fusarium* no setor agrícola é de grande magnitude, uma vez que é capaz de provocar prejuízos econômicos na ordem de bilhões de dólares devido à diminuição do rendimento das culturas (SHARMA, 2018). No cafeeiro, em 1927, foi identificada no continente africano pela primeira vez uma doença causada por *Fusarium xylarioides*, conhecida como *Coffee Wilt Disease* (CWD). A doença desenvolveu-se lentamente, mas em 1942 tornou-se um problema sério e, em 1945, destruiu a maior parte das plantações de café (FLOOD, 2021). No Brasil, a Murcha de Fusário do cafeeiro conilon (MFCC), foi recentemente relatada, por Belan et al. (2018) três espécies de *Fusarium* foram

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

identificadas como agentes etiológicos desta doença em plantas de *C. canephora*, sendo elas *Fusarium decemcellulare*, *F. lateritium* e *F. solani* (BELAN et al., 2019).

Os sintomas da MFCC são semelhantes aos descritos por Steyaert (1948) em plantações para CWD causada pelo fungo *F. xylarioides*. é observado a campo sintomas de redução do vigor, murcha, amarelecimento das folhas, desfolha, escurecimento dos tecidos vasculares, seca e morte de ramos plagiotrópicos e ortotrópicos, culminando em morte da planta e ocasionando redução de produtividade e a longevidade do cultivo de café (MORAES et al., 2019).

Fusarium spp. são um grupo de fungos fitopatogênicos fortemente reconhecido devido à sua significância econômica (GEISER et al., 2013). Os patógenos do gênero *Fusarium* spp. penetram nas plantas e colonizam os tecidos internos, como o xilema, além de infestarem e serem disseminados pelo solo. Por essa razão, o manejo da doença é complexo e, em muitos casos, o controle químico se torna caro e ineficiente, acarretando ainda a morte das plantas (MORAES et al., 2019). Uma das estratégias mais práticas e econômicas para o controle das doenças causadas por *Fusarium* spp. é o uso de cultivares resistentes. O desenvolvimento de cultivares resistentes é uma medida preventiva que ajuda a reduzir a incidência e a gravidade das doenças causadas por esses patógenos em diversas culturas (GEISER et al., 2013). Neste sentido, buscou-se com esta revisão, compilar informações acerca resistência de cafeeiro a *Fusarium* spp. utilizados na cultura do cafeeiro.

Metodologia

Este estudo utilizou pesquisas bibliográficas, valendo-se de fontes científicas disponíveis em plataformas de pesquisa acadêmica, tais como Science Direct, Scopus e Scielo, bem como bancos de dissertações e teses. Foram selecionadas preferencialmente publicações que abordavam o tema em análise, com enfoque especial nas obras clássicas e mais recentes relacionadas ao tópico proposto.

Resultados

No cafeeiro, em 1927, com a identificação pela primeira vez na África de uma doença causada por *Fusarium xylarioides*, em lavouras de cafeeiro conhecida como *Coffee Wilt Disease* (CWD) causando uma restrição significativa à produção de café no século XX, as opções de manejo adotadas incluíam uma combinação de medidas sanitárias e desenvolvimento de resistência, o que ajudou a reduzir o impacto da doença (PHIRI et al., 2009).

Fraselle (1950) observou resistência à doença em genótipos de *C. canephora* em condições de campo na República Democrática do Congo, dos quais foram selecionados clones resistentes e utilizados nos programas de replantio de café na República Democrática do Congo e na Costa do Marfim. Também foi observada resistência entre as progênes de *C. canephora* em fazendas e parcelas de conservação de germoplasma em estações de pesquisa em Uganda o que ofereceu oportunidades para o desenvolvimento de variedades comerciais resistentes (MUSOLI, 2005).

Van der Graaff e Pieters (1978) observaram amplas diferenças na resistência a *F. xylarioides* em linhas de café arábica da Etiópia, sugerindo que essas diferenças poderiam ser exploradas no controle da doença por meio de variedades resistentes. No meio do século XX, as cultivares de *C. canephora*, notavelmente a robusta, foram amplamente utilizadas nos programas de melhoramento genético na África Ocidental. Os mecanismos de resistência ainda eram desconhecidos, mas estudos iniciais indicaram que os tecidos de *C. canephora* continham concentrações mais altas de cafeína, uma substância inibidora do patógeno, do que *C. liberica* (RABECHAUULT, 1954). Além disso, foi relatado que a madeira do material resistente (variedade Robusta) apresentava um teor mais elevado de ácido clorogênico (BOURIQUET, 1959).

Posteriormente Pieters e van der Graaff (1980) descreveram dois métodos de triagem de resistência: um teste de plântulas, que envolvia ferir as plântulas com uma faca embebida em uma suspensão de esporos, e um teste de germinação de conídios realizado diretamente na casca das árvores. Ambos os testes mostraram correlação significativa entre si e com as avaliações de campo, servindo como base para um programa de triagem mais amplo, visando a seleção de resistência à doença dos grãos de café causada por *Colletotrichum kahawae* e *F. xylarioides*.

Zadoks e van Leur (1983) reanalisaram os dados de Pieters e van der Graaff (1980) e demonstraram uma interação significativa entre cultivar e isolado, indicando a presença de resistência vertical. Esse

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

resultado foi posteriormente corroborado por Girma et al. (2010), reforçando o trabalho de Zadoks e van Leur (1983). A natureza da resistência tem implicações significativas para a reprodução, com a resistência qualitativa sendo provavelmente mais sustentável, enquanto a resistência vertical, envolvendo genes principais, pode ser mais facilmente superada pela evolução de raças mais virulentas do patógeno (FLOOD, 2021).

No Brasil, a Murcha de *Fusarium* do Cafeeiro Conilon (MFCC) tem sido motivo de preocupação para os cafeicultores das regiões consideradas os principais polos da cultura, tais como Espírito Santo, Minas Gerais, Bahia e outros estados produtores de *C. canephora*. Como a MFCC foi recentemente descrita para o café conilon no Brasil, estão em andamento estudos sobre resistência para esclarecer com precisão as relações entre o patógeno e o hospedeiro (MORAES et al., 2019).

Discussão

Utilizar cultivares resistentes a doenças é uma tecnologia altamente eficiente e econômica para promover a sustentabilidade agrícola, gerando benefícios em termos de rentabilidade e retorno social, além de reduzir a necessidade de uso de agrotóxicos. Essa abordagem é considerada a mais eficiente e de menor custo para garantir a autossuficiência na produção agrícola (PETEK et al., 2006). No caso de culturas perenes, como o café, é desafiador encontrar práticas que tenham efeitos a longo prazo. Nesse contexto, o momento do plantio desempenha um papel crucial na adoção de medidas visando reduzir potenciais danos futuros causados por *Fusarium* spp. (WASSIE, 2019).

As espécies de *Fusarium* spp. que estão associadas ao cafeeiro possuem ampla distribuição nos tecidos das plantas afetadas. Essas espécies são capazes de colonizar ramos, folhas, raízes, frutos e sementes, sendo essa última habilidade uma das mais preocupantes, uma vez que pode levar à disseminação eficiente de fitopatógenos a longas distâncias, *F. solani* e *F. oxysporum* foram encontrados em sementes de *C. arabica* obtidas de plantas murchas provenientes de um lote de sementes comerciais (ALMEIDA et al., 2003).

A colonização de *Fusarium* spp. nos tecidos vegetais resulta primariamente o bloqueio do tecido condutor, levando ao escurecimento dos mesmos, o que, devido à diminuição da translocação principalmente de água, causa sintomas secundários que são induzidos na parte aérea da planta. Esses sintomas incluem redução do vigor, amarelecimento, diminuição da altura e da área fotossinteticamente ativa (JANGIR et al., 2021).

Girma et al. (2001), que caracterizou diferentes níveis de doença da murcha do café (CWD) no campo, observando-se diferença significativa na morte de cafeeiros com base no material genético estudado. Pieters e Van der Graaff (1980), e Girma et al., (2009) reafirmaram a natureza da resistência a CWD causada por *F. xylarioides* em *C. arabica*. Diferentes hospedeiros do gênero *Coffea* comumente apresentam variação nos níveis de resistência a doenças vasculares causadas por *Fusarium* spp. (DIENER; AUSUBEL, 2005).

A resistência parcial ou quantitativa é eficaz contra todas as raças do patógeno em um certo nível, devido à sua natureza poligênica, é menos provável que seja substituída (ANDERSEN et al., 2018). Muitas alterações genéticas na população do patógeno são necessárias para adquirir a capacidade de suplantar a resistência parcial completamente, consequentemente, evidências de que patógenos a consigam são escassas. Esse fato, suporta a hipótese de que tende a ser mais durável, ou seja, permanece efetiva por um prolongado período de tempo de uso contra doenças. (VAN Der PLANK, 1982; BOYD, 2005). O que se faz útil no controle de *Fusarium* em *Coffea*, pois essa utilização de genótipos parcialmente resistentes reduz a ocorrência da doença sendo mais durável a campo.

Em Uganda, são selecionadas e cultivadas linhagens clonais de *C. canephora* em um padrão de linhas. As linhagens apresentam diferentes níveis de resistência a doenças, o que reduz a disseminação de *Fusarium* spp. Esse efeito está principalmente relacionado aos clones que possuem maior capacidade de restringir a velocidade de colonização pelo patógeno da murcha, resultando em um aumento da produtividade das plantações (RUTHERFORD, 2006). Para MFCC, a perspectiva geral para a gestão da doença se assemelha a descrita anteriormente para o CWD (Wassie, 2019).

No âmbito do manejo integrado, a resistência genética é um componente essencial devido à sua natureza de baixo custo e facilidade de adoção pelos agricultores e tem bons resultados se implementada em conjunto com outras metodologias de manejo (YAN, 2021). Phiri e Baker (2009) a partir dos resultados dos ensaios e investigações conduzidas para a CWD, fizeram recomendações

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

ênfatizando uma abordagem de gestão integrada associada a resistência genética, englobando o monitoramento regular para detectar infecções precocemente. As recomendações incluíam limpeza regular de ferramentas após o uso em árvores com sintomas de CWD, minimizar ferimentos inadvertidos feitos durante o controle de ervas daninhas, arrancamento e queima de árvores infectadas no local e replantio com material de café mais resistente caso disponível. O que corrobora que essas recomendações também são de grande valia se adotadas para controle de MFCC.

Conclusão

Para o controle da MFCC no Brasil, é imprescindível desenvolver estratégias de manejo eficazes, semelhantes à abordagem de resistência genética adotada para a CWD na África. A implantação de lavouras com adoção de variedades resistentes ao patógeno, combinada com a aplicação de práticas de manejo cultural adequadas, surge como uma opção altamente promissora para mitigar os efeitos das doenças causadas por *Fusarium* spp. no cafeeiro.

Referências

- ALMEIDA, A. R.; GONÇALVES, F. P.; PFENNING, L. H. Espécies de *Fusarium* associadas a plantas de café (*Coffea arabica* L.) com sintomas de murcha no Sul de Minas Gerais. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 3., 2003, Porto Seguro. **Resumos Embrapa Café**, 2003.
- ANDERSEN, E. J., ALI, S., BYAMUKAMA, E., YEN, Y., & NEPAL, M. P. Disease resistance mechanisms in plants. **Genes**, v. 9, n. 7, p. 339, 2018.
- BELAN, L. L.; BERNABÉ, J. C. P.; SARTORIO, W. G.; BELAN, L. L.; XAVIER, A. S.; MORAES, W. B. Análise espaço-temporal da murcha de *Fusarium* em plantas de cafeeiro conilon clone cv-02 da variedade vitória - incaper 8142. **X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2019.
- BELAN, L. L.; BELAN, L. L.; RAFAEL, A. M.; LORENZONI, R. M.; SOUZA, F. B. S.; SOARES, T. C. B.; OLIVEIRA, F. L.; Moraes, W. B. First Report of *Fusarium* Species Associated with *Fusarium* Wilt in *Coffea canephora* Plants in Brazil. **Plant disease**, v. 102, n. 9, 2018.
- BOURIQUET RIOS, J. A.; ALMEIDA, L. C.; SOUZA, E. B. (Eds.). Resistência de plantas a patógenos [livro eletrônico]. Recife, PE: **Universidade Federal Rural de Pernambuco**. Departamento de Agronomia. Ed1. 2021.
- BOYD, L. A. Can robigus defeat an old enemy? Yellow rust in wheat. **Journal of Agricultural Science**, v.143, p. 233–243, 2005.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café**, Brasília, DF, v. 10, n. 1, jan. 2023.
- DAVIS, A. P.; TOSH, J.; RUCH, N.; FAY, M. S. Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data; implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 167, n. 4, p. 357-377, 2011.
- DIENER, A. C.; AUSUBEL, F. M. RESISTANCE TO *Fusarium* OXYSPORUM 1, a dominant Arabidopsis disease-resistance gene, is not race specific. **Genetics**, v. 171, n. 1, p. 305-321, 2005.
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; FONSECA, A. F. A.; SENRA, J. F. B.; MENDONÇA, R. F.; COMÉRIO, M.; FERRÃO, L. M. V.; TRAGINO, P. H.; TÓFFANO, J. L.; KAULZ, M. 'CONQUISTA ES8152': cultivar melhorada de café conilon propagada por sementes para o Espírito Santo. Ed. Incaper, n. 263. 2020.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

FERRÃO, R. G.; MUNER, L. H.; Fonseca, A. F. A.; Ferrão, M. A. G. Café Conilon. Ed. **Incapar**, v. 2 2016.

FLOOD, J. Coffee wilt disease. **Published by Burleigh Dodds Science Publishing Limited**, 2021.

FRASELLE, J. Preliminary observations on a tracheomycosis of *Coffea robusta*. **Bulletin agricole du Congo belge**, v. 41, n. 2, 1950.

GEISER, D. M., AOKI, T., BACON, C. W., BAKER, S. E., BHATTACHARYYA, M. K., BRANDT, M. E., ZHANG, N. Defining the genus *Fusarium* in a scientifically robust way that best preserves longstanding use. In: **Meeting Abstract**. 2013.

GIRMA, A.; BIEYSSE, Daniel; MUSOLI, P. Host-pathogen interactions in *Coffea-Gibberella xylarioides* pathosystem. In: **Coffee wilt disease**. Wallingford UK: CABI, p. 120-136. 2010.

GIRMA, A.; HULLUKA, MENGISTU; HINDORF, H. Incidence of tracheomycosis, *Gibberella xylarioides* (*Fusarium xylarioides*), on Arabica coffee in Ethiopia/Befall von Arabica Kaffee durch die Tracheomykose, *Gibberella xylarioides* (*Fusarium xylarioides*), in Äthiopien. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz/Journal of Plant Diseases and Protection**, p. 136-142, 2001.

JANGIR, P.; MEHRA, N.; SHARMA, K.; SINGH, N.; RANI, M.; KAPOOR, R. Secretado em genes do xilema: Drivers de adaptação do hospedeiro em *Fusarium oxysporum*. **Frontiers in Plant Science**. 2021.

MORAES W. B.; XAVIER A. S.; ALVES F. R.; BELAN L. L.; BELAN L. L.; ROCHA M. R.; FERREIRA M. S. M. Murcha de *Fusarium* em Cafeeiro Conilon: entender para manejar. In: PARTELLI, F. L.; ESPINDULA, M. C. Café conilon: conhecimento para superar desafios. Alegre, ES: **CAUFES**, p. 31 - 60. 2019.

MUSOLI, P. C.; GIRMA, A.; HAKIZA, G. J.; KANGIRE, A.; PINARD, F.; AGWNADA, C.; BIEYSSE, D. Breeding for resistance against coffee wilt disease. In: **Coffee wilt disease**. Wallingford UK: CABI, 2010.

PETEK, Marcos Rafael et al. Seleção de progênies de *Coffea arabica* com resistência simultânea à mancha aureolada e à ferrugem alaranjada. **Bragantia**, v. 65, p. 65-73, 2006.

PHIRI, N.; KIMANI, M.; NEGUSSIE, E.; SIMONS, S.; ODUOR, G. Management of coffee wilt disease. In: **Coffee wilt disease**. Wallingford UK: CABI. p. 137-154. 2010.

PIETERS, R., VAN DER GRAAF, N. A. Resistance to *Gibberella xylarioides* in *Coffea arabica*: evaluation of screening methods and evidence for the horizontal nature of the resistance. **Netherlands Journal of Plant Pathology**, v. 86, n. 1, p. 37-43, 1980.

RABECHAUULT, H. Sur quelques facteurs de résistance du caféiera la Trachéomycose. **Bull. Sci. Minist. Colon. Sect. Agron. Trop**, v. 5, p. 292-295, 1954.

RUTHERFORD, M. A. Current knowledge of coffee wilt disease, a major constraint to coffee production in Africa. **Phytopathology**, v. 96, n. 6, p. 663-666, 2006.

SHARMA, L.; MARQUES, G. *Fusarium*, an entomopathogen - A myth or reality. **Pathogens**, v. 7, n. 4, p. 93, 2018.

STEYAERT, R. L. Contribution à l'étude des parasites des végétaux du Congo belge. **Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique/Bulletin van de Koninklijke Belgische Botanische Vereniging**, v. 80, n. Fasc. 1/2, p. 11-58, 1948.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

VAN DER GRAAFF, N. A.; PIETERS, R. Resistance levels in *Coffea arabica* to *Gibberella xylarioides* and distribution pattern of the disease. **Netherlands Journal of Plant Pathology**, v. 84, p. 117-120, 1978.

VAN DER PLANK, J. E. Host–Pathogen Interaction in Plant Disease. **Academic Press**, New York/London, p. 207, 1982.

WASSIE, A. K. Manejo Integrado de Doenças na Murcha do Café Causada por *Fusarium Xylarioides* e sua Revisão de Opções de Manejo. **Agri Res& Tech: Open Access J.** 2019.

YAN, H., LI, G., SHI, J., TIAN, S., ZHANG, X., CHENG, R., MA, Z. Genetic control of Fusarium head blight resistance in two Yangmai 158-derived recombinant inbred line populations. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 134, n. 9, p. 3037-3049, 2021.

ZADOKS, J. C.; VAN LEUR, J. A. G. Durable resistance and host-pathogen-environment interaction. In: **Durable resistance in crops**. Boston, MA: Springer New York, p. 125-140. 1983.