

Influência do parasitismo de *M. incognita* sobre os teores de antocianinas e flavonoide em folhas de *C. canephora*

Bianca Callegari Freitas, Thayssa Angeli Oliveira, Alejandro Pio de Souza, Camila marques Menegueli, Íris Petronília Dutra, Fábio Ramos Alves.

Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alto Universitário, S/N, Guararema, Alegre/ES, 29500-000.
 bianca.callegarifreitas@outlook.com, Thayssa.angeli2020@gmail.com, Alejandrops2002@gmail.com, camilamenegueli123@gmail.com, iriisdutra@gmail.com, fabio.alves@ufes.br.

Resumo

O gênero *Coffea* possui grande importância econômica, especialmente as espécies *C. arabica* e *C. canephora*. No Brasil, a produção de *C. canephora* tem crescido, com destaque para os estados do Espírito Santo e Rondônia como principais estados produtores. Apesar do potencial produtivo, a cultura enfrenta sérios problemas com fitonematoides do gênero *Meloidogyne*, que afetam o sistema radicular e causam prejuízos morfológicos e fisiológicos. As espécies *M. incognita* é particularmente danosa. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAEE - UFES), Alegre, ES, localizado nas coordenadas geográficas – 20°45'42" S, - 41°32'09" W. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4 x 2 (4 clones de *C. canephora*: 1 de conilon + 3 de robusta + o clone LB1 var. clonal Jequitibá, padrão de suscetibilidade a *Meloidogyne incognita*) x 2 níveis de inóculo de nematoide (0 e 5.000 indivíduos/planta), com 14 repetições. Cada planta foi cultivada em vaso de 12 L. Os clones testados foram: Mc7 (conilon), AS2, R8 e R22 (robusta), além do padrão suscetível LB1. A maioria dos clones inoculados com *M. incognita* teve os teores de antocianina e flavonoides reduzidos.

Palavras-chave: *Coffea arábica*; *Coffea canephora*; antocianinas; flavonoides; fenóis.

Área do Conhecimento:

Introdução

O gênero *Coffea* compreende diversas espécies de importância econômica, entre as quais se destacam *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* L. (Conilon ou robusta). No Brasil, a produção de *C. canephora* tem se expandido significativamente, com estimativa de crescimento de quase 28% em 2025 em comparação à safra anterior, ultrapassando 18 milhões de sacas. O Espírito Santo lidera como o maior estado produtor da espécie, com uma produção estimada de 13,1 milhões de sacas, sendo o cultivo presente em quase todos os municípios capixabas, com grande relevância socioeconômica, representando mais de 30% do PIB agrícola estadual. Rondônia também se destaca como o segundo maior produtor nacional, impulsionado por avanços em pesquisa e desenvolvimento de cultivares adaptadas (CONAB, 2025).

Apesar do alto potencial produtivo, o cafeeiro enfrenta limitações impostas por diversos fitopatógenos, sendo os fitonematoides do gênero *Meloidogyne*, conhecidos como nematoides de galhas, uma das principais ameaças à cultura. Espécies como *M. incognita* e *M. paranaensis* causam danos severos às raízes de *C. canephora*, resultando em sintomas como fendilhamento, escamações e necroses na região cortical, culminando em redução do sistema radicular e alterações fisiológicas visíveis, como o amarelecimento e a diminuição do porte das plantas (ZINGER et al., 2021; DOSSIN et al., 2025).

Além dos impactos morfofisiológicos, infecções por *Meloidogyne* spp. podem desencadear alterações bioquímicas e nutricionais na planta hospedeira (GOULART et al., 2019). Neste contexto, a avaliação dos teores de antocianinas, flavonoides e fenóis solúveis totais (FST) em folhas de *C. canephora* torna-se relevante.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Considerando a carência de estudos voltados à caracterização dessas respostas em clones comerciais cultivados nos principais polos produtores do Brasil, o presente trabalho busca contribuir para o avanço do conhecimento sobre alterações em componentes foliares de clones de *C. canephora* frente ao parasitismo por *M. incognita*

Metodologia

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAEE - UFES), Alegre, ES, localizado nas coordenadas geográficas – 20°45'42" S, - 41°32'09" W.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4 x 2 (4 clones de *C. canephora*: 1 de conilon + 3 de robusta + o clone LB1 var. clonal Jequitibá, padrão de suscetibilidade a *Meloidogyne incognita*) x 2 níveis de inóculo de nematoide (0 e 5.000 indivíduos/planta), com 14 repetições. Cada planta foi cultivada em vaso de 12 L. Os clones testados foram: MC7 (conilon), AS2, R8 e R22 (robusta), além do padrão suscetível LB1.

As mudas de *C. canephora* foram adquiridas em viveiros credenciados pelo MAPA. Foram transplantadas com 3 a 4 pares de folhas definitivas para vasos contendo substrato composto de solo e areia na proporção 1:1, previamente solarizado.

A inoculação foi realizada 30 dias após o transplante das mudas, com 0 ou 5.000 ovos + juvenis (J2) de *M. incognita* por planta, aplicados em 3 orifícios ao redor do colo da planta. O inóculo foi obtido a partir de populações puras mantidas em raízes de clone LB1. A extração foi feita empregando-se o método de Coolen & D'Herde (1972).

As análises dos teores de antocianina e flavonoides foram realizadas ao final do experimento com plantas inoculadas com *M. incognita*, utilizando o equipamento force A Dualex Scientific. Foram analisadas duas folhas por planta (a penúltima folha totalmente expandida de cada lado), no período da manhã (entre 09:00 e 10:00 h).

A comparação das médias dos teores antocianinas e flavonoides foi feita pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância. As análises foram realizadas no software R versão 4.5.1 (2025).

Resultados

De maneira geral as plantas inoculadas com 5.000 nematoides apresentaram redução dos níveis de antocianina e flavonoides. Apenas os clones AS2 e o R22 inoculados com *M. incognita* mantiveram os teores de antocianina inalterados. O LB1 foi o clone que teve seu nível de antocianina mais reduzido. (Figura 1).

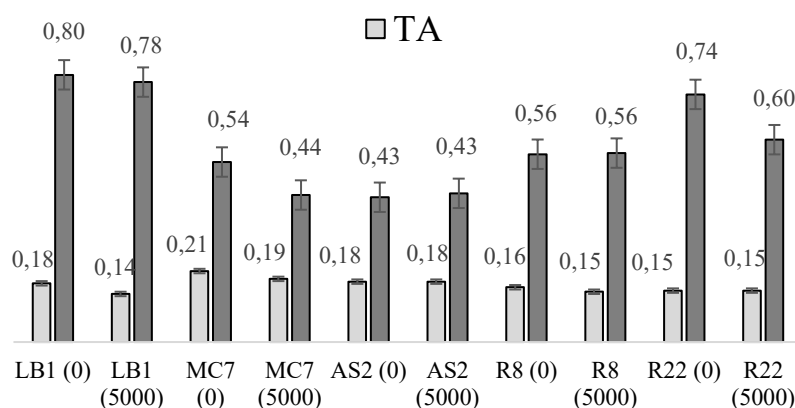


Figura 1 - Teores de antocianina (TA) e flavonoides (TF) em clones de *C. canephora* suscetíveis à *M. incognita* (MC7: conilon e AS2, R8 e R22: robusta + 1 clone LB1 var. clonal Jequitibá: padrão de suscetibilidade a *Meloidogyne* spp.) e inoculados com dois níveis do nematoide (0 ou 5.000 indivíduos/planta). As barras nas colunas representam o intervalo de confiança ao nível de 5% de probabilidade.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Em relação aos flavonoides, os nematoides acarretaram redução dessa variável nos clones LB1, MC7 e R22. Para os clones AS2 e R8 esses valores ficaram inalterados. O R22 apresentou maior redução nos níveis de flavonoides (figura 1).

Discussão

Para a maioria dos clones de *C. canephora*, as plantas inoculadas com *M. incognita* tiveram redução nos teores de antocianina e flavonoides nas folhas comparado às plantas não inoculadas.

As antocianinas são conhecidas por suas propriedades antioxidantes, atuando na proteção contra danos celulares e potenciais benefícios à saúde (MARÇO, 2008). Além disso, as antocianinas são responsáveis por uma ampla gama de cores e tonalidades nas plantas. Essas cores vibrantes, que vão do vermelho ao roxo profundo, desempenham um papel crucial na atração de polinizadores, como abelhas e borboletas, facilitando o processo de reprodução das plantas. Também contribuem para a proteção das plantas contra danos causados pela luz UV, atuando na neutralização de radicais livres gerados pela exposição ao sol e prevenindo danos às células vegetais (BUENO, 2024).

Embora não haja relatos do parasitismo de *Meloidogyne spp.* influenciando os teores de antocianina em folhas de *C. canephora*, Silva et al. (2020) observaram que, comparado ao cultivo convencional, o café orgânico apresentou teores significativamente maiores de fenólicos totais, flavonoides e antocianinas.

Segundo Domingues Jr. (2026), as antocianinas localizadas nas camadas superiores de folhas jovens de *C. arabica var. purpurascens* alteram a luz que chega ao mesófilo, afetando a quantidade de clorofilas nas camadas subjacentes, mas não interferem na fotossíntese nestas folhas.

Os flavonoides também foram reduzidos na maioria dos clones suscetíveis e parasitados por *M. incognita*. Esses são compostos naturais que pertencem à classe dos polifenóis e são encontrados em várias espécies botânicas, incluindo *Coffea spp.* (LOPES e MONACO, 1978) e possuem propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (ALMEIDA, 2017).

No caso do café, os flavonoides podem influenciar o sabor, aroma e cor, além de oferecer benefícios à saúde humana, como proteção contra danos oxidativos e doenças crônicas, sendo que em *C. canephora* há diferenças quanto aos tipos de flavonoides encontrados nas variedades conilon e robusta (LOPES e MONACO, 1978).

Almeida (2017) identificou 16 substâncias, entre elas os flavonoides, em folhas de *C. arabica* de várias regiões do Brasil e Costa Rica.

Os flavonoides rutina e quercetina-3-O-glucosídeo foram detectados nas folhas de *C. arabica* e *C. benghalensis* por Patay et al. (2016). Já os flavonoides rutina glucosídeo, quercetina-3-O-diglucosídeo, campferol-3-O-diglucosídeo ramnosídeo, quercetina-3-O ramnogalactosídeo e campferol-3-O-ramnoglucosídeo nunca foram relatados anteriormente em *Coffea* (ALMEIDA, 2017).

É importante destacar também que produtos naturais têm ganhado importância na busca por fitoterápicos com atividade inibitória da enzima conversora de angiotensina I (ECA), ou seja, com atividade anti-hipertensiva. Várias classes de compostos oriundos de plantas foram identificadas como possuindo atividade inibitória da ECA, inclusive os flavonoides (NYMAN et al., 1998). O chá verde, por exemplo, é relatado na literatura com alta atividade antioxidante devido ao seu conteúdo de flavonoides, majoritariamente as catequinas (MORAIS et al., 2009).

Diante do exposto aqui, fica claro que a redução dos teores de antocianina e flavonoides devido ao parasitismo de *M. incognita* traz prejuízos fisiológicos aos clones que foram alvo de nossa pesquisa.

Conclusão

A inoculação de *M. incognita* reduziu os teores de antocianina e flavonoides nos clones avaliados. Apenas AS2 e R22 mantiveram os níveis de antocianina, enquanto o LB1 apresentou a maior redução. Para flavonoides, a queda foi mais acentuada em R22, ao passo que AS2 e R8 permaneceram inalterados.

Referências

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

BUENO, D. **Agrotécnico, Manejo Agrícola**, Sumário Agrotécnico, 2024.

BUT & LAMB, C. J. **Oxygenase and the metabolism of plant products**. In: CONN, E.E., ed. The Biochemistry of plants: secondary products. New York, Academic Press, 7: 627- 665, 1980.

BUTT, V. S. **Direct oxidases and related enzymes**. In: DAVES, D. D., ed. The Biochemistry of plants: metabolism and respiration. New York, Academic Press, 2: 81-123, 1980.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café**, Brasília, DF, v.12, n. 2, segundo levantamento, maio 2025.

COOLEN, W. A. & D'HERDE, C.J. **A Method for the Quantitative Extraction of Nematodes from Plant Tissue**. Ghent, Bélgica. State Nematology and Entomology Research Station, 77p, 1972.

DOMINGUES JÚNIOR, A.P.; SHIMIZU, M.M.; MAZZAFERA, P. **Antocianinas de Coffea arabica var. purpurascens: identificação e estudos de atividade**. Instituto Biológico da Unicamp.

DOSSIN, M. F.; PORTELA, V. O.; SOBUCKI, L.; ANDRADE, N.; AMARO, P. M. **Meloidogyne javanica suppression by organic fertilizers in tomato plants**. Revista DELOS, 18: 67, p. 01-17, 2025.

GIEBEL, J. **Biochemical mechanisms of plant resistance to nematodes: A review**. Journal of Nematology, 6(4): 175-184, 1974.

GIEBEL, J. **Phenolic content in roots of some solanaceae and its influence on IAA-oxidase activity as an indicator of resistance to Heterodera rostochiensis**. Nematologica, 16: 22-32, 1970.

GOULART, R. dos R.; TERRA, W.; SALGADO, S.; ALVES, J. D.; CAMPOS, V.; FATOBENE, B. J. dos R.; MARCHIORI, P. E.; SOUZA, S. R. de; OLIVEIRA, R. D'A de L. **Meloidogyne paranaensis and M. exigua alter coffee physiology**. Nematology, 21: 5, p. 459-467, 2019.

LOPES, C.R.; MONACO, L.C. **Flavonoides em cultivares de Coffea canephora**. Bragantia, 37(5), 4p., 1978.

MARÇO, P.H.; POPPI, R.J.; SCARMINIO, I.S. **Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais**. Quim. Nova, Vol. 31, No. 5, 1218-1223, 2008.

MORAIS, S.M.; CAVALCANTI, E.S.B.; COSTA, S.M.O.; AGUIAR, L.A. **Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil**. Revista Brasileira de Farmacognosia, 19(1B): 315-320, 2009.

NYMAN, U.; JOSHI, P.; MADSEN, L.B.; PEDERSEN, T.B; PINSTRUP, M.; RAJASEKHARAN, S.; GEORGE, V.; PUSHPANGADANA, P. **Ethnomedical information and in vitro screening for angiotensin-converting enzyme inhibition of plants utilized as traditional medicines in Gujarat, Rajasthan and Kerala (India)**. Journal of Ethnopharmacology, 60(3): 247-263, 1998.

SILVA, D.T.S.; MOURA, A.J.B.; ARAÚJO, M.A.M.; ARAÚJO, R.S.R.M. **Teor de nutrientes e antioxidantes de café em pó, proveniente de dois sistemas de cultivo**. Revista Inova Ciência & Tecnologia, 6(2): 31-36, 2020.

VALETTE, C.; ANDARY, C.; GEIGER, J. P.; SARAH, J. L.; NICOLE, M. **Histochemical and cytochemical investigations of phenols in roots of banana infected by the burrowing nematode Radopholus similis**. Phytopathology, 88(11): 1141-1148, 1998.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

WATERHOUSE, A. L. **Polyphenolics: determination of total phenolics.** In: WROLSTAD, R. E. Currente protocols in food analytical chemistry. New York: J. Wiley, cap. 11.1, 2002.

ZINGER, F. D.; RABELLO, L.K.C.; MORAES, W.B.; CAMARA, G.R.; ALVES, F. R. **Quantification of damage and yield losses and management of root-knot nematode in conilon coffee.** Revista Caatinga, 34: 287-297, 2021.

Agradecimentos

Os articulistas deste estudo 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 iniciação científica, mestrado e doutorado.