


INFLUÊNCIA DA NUTRIÇÃO MINERAL NO CONTROLE DE DOENÇAS DO CAFEIEIRO

INFLUENCE OF MINERAL NUTRITION ON COFFEE DISEASE CONTROL

INFLUENCIA DE LA NUTRICIÓN MINERAL EN EL CONTROL DE ENFERMEDADES DEL CAFÉ

 <https://doi.org/10.56238/arev8n5-115>

Data de submissão: 24/04/2026

Data de publicação: 24/05/2026

Josiel Dutra Moura

Mestrando em Agronomia

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

E-mail: josieldutra@hotmail.com

Táisa de Fátima Rodrigues de Almeida

Doutoranda em Agronomia

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

E-mail: aalmeida049@gmail.com

Barbara de Oliveira Moura dos Santos

Mestranda em Ciências Florestais

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

E-mail: bsbiologa@gmail.com

Krisley Camila Morais Lopes

Mestranda em Agroecologia

Instituição: Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre

E-mail: morais.camila.lopes@gmail.com

Bruna Chaves Amaral

Mestre em Agroquímica

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

E-mail: eng.brunachaves@gmail.com

Maria Eduarda Marques da Conceição

Mestra em Agroquímica

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

E-mail: mariamarques.bio@gmail.com

Jéssica Tavares de Lima

Mestra em Educação em Ciências e Matemática

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

E-mail: jessica.tavareslima@gmail.com

Marcelo Antonio Tomaz

Doutor em Fitotecnia

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

E-mail: tomazamarcelo@yahoo.com.br

RESUMO

A cultura do cafeeiro (*Coffea spp.*) possui elevada importância econômica no Brasil, sendo caracterizada por complexas interações entre fatores fisiológicos, nutricionais e fitossanitários. Dentre suas particularidades, destaca-se a bienalidade produtiva, resultante da alternância na alocação de fotoassimilados entre crescimento vegetativo e reprodutivo, o que influencia diretamente a produtividade ao longo das safras. Além disso, o desempenho da cultura está fortemente condicionado às condições ambientais, especialmente disponibilidade hídrica, temperatura e manejo nutricional. No âmbito fitossanitário, doenças como a ferrugem alaranjada (*Hemileia vastatrix*), a cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) e a mancha de phoma (*Phoma tarda*) figuram entre os principais fatores limitantes da produção, podendo causar perdas significativas. A ocorrência e severidade dessas doenças estão diretamente relacionadas ao microclima da lavoura, à carga produtiva e ao estado nutricional das plantas, destacando-se o papel de nutrientes como nitrogênio, potássio e cálcio na resistência vegetal. O controle químico, baseado principalmente no uso de fungicidas dos grupos dos triazóis e das estrobilurinas, apresenta elevada eficiência, porém seu uso contínuo pode favorecer a seleção de patógenos resistentes. Dessa forma, o manejo integrado, envolvendo práticas nutricionais equilibradas, monitoramento ambiental e uso racional de defensivos, mostra-se essencial para garantir a sustentabilidade e a produtividade da cafeicultura.

Palavras chave: *Coffea spp.* Nutrição de Plantas. Fitossanidade. Manejo Integrado.

ABSTRACT

Coffee cultivation (*Coffea spp.*) is of high economic importance in Brazil, characterized by complex interactions between physiological, nutritional, and phytosanitary factors. Among its particularities, the biennial production cycle stands out, resulting from the alternation in the allocation of photoassimilates between vegetative and reproductive growth, which directly influences productivity throughout the harvests. Furthermore, crop performance is strongly conditioned by environmental conditions, especially water availability, temperature, and nutritional management. In terms of phytosanitary aspects, diseases such as orange rust (*Hemileia vastatrix*), cercospora leaf spot (*Cercospora coffeicola*), and phoma leaf spot (*Phoma tarda*) are among the main limiting factors for production, potentially causing significant losses. The occurrence and severity of these diseases are directly related to the microclimate of the crop, the yield load, and the nutritional status of the plants, highlighting the role of nutrients such as nitrogen, potassium, and calcium in plant resistance. Chemical control, mainly based on the use of fungicides from the triazole and strobilurin groups, is highly efficient; however, its continuous use can favor the selection of resistant pathogens. Therefore, integrated pest management, involving balanced nutritional practices, environmental monitoring, and the rational use of pesticides, is essential to guarantee the sustainability and productivity of coffee cultivation.

Keywords: *Coffea spp.* Plant Nutrition. Plant Health. Integrated Pest Management.

RESUMEN

El cultivo de café (*Coffea spp.*) es de gran importancia económica en Brasil, caracterizado por complejas interacciones entre factores fisiológicos, nutricionales y fitosanitarios. Entre sus particularidades, destaca el ciclo de producción bienal, resultante de la alternancia en la asignación

de fotoasimilados entre el crecimiento vegetativo y reproductivo, lo que influye directamente en la productividad a lo largo de las cosechas. Además, el desempeño del cultivo está fuertemente condicionado por las condiciones ambientales, especialmente la disponibilidad de agua, la temperatura y el manejo nutricional. En términos de aspectos fitosanitarios, enfermedades como la roya naranja (*Hemileia vastatrix*), la mancha foliar por cercospora (*Cercospora coffeicola*) y la mancha foliar por phoma (*Phoma tarda*) se encuentran entre los principales factores limitantes para la producción, pudiendo causar pérdidas significativas. La ocurrencia y severidad de estas enfermedades están directamente relacionadas con el microclima del cultivo, la carga de rendimiento y el estado nutricional de las plantas, destacando el papel de nutrientes como el nitrógeno, el potasio y el calcio en la resistencia de la planta. El control químico, basado principalmente en el uso de fungicidas de los grupos triazol y estrobilurina, es altamente eficiente; Sin embargo, su uso continuo puede favorecer la selección de patógenos resistentes. Por lo tanto, el manejo integrado de plagas, que incluye prácticas nutricionales equilibradas, monitoreo ambiental y el uso racional de plaguicidas, es esencial para garantizar la sostenibilidad y productividad del cultivo de café.

Palabras clave: *Coffea spp.* Nutrición Vegetal. Sanidad Vegetal. Manejo Integrado de Plagas.

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura apresenta elevada importância econômica e social no Brasil, destacando-se como uma das principais atividades do agronegócio. No entanto, a produtividade e a qualidade do café são frequentemente comprometidas pela ocorrência de doenças ao longo de todo o ciclo da cultura, desde a fase de viveiro até a produção em campo. Dentre as principais enfermidades que afetam o cafeeiro, destacam-se a ferrugem alaranjada (*Hemileia vastatrix*), a cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) e a mancha de phoma (*Phoma tarda*), responsáveis por prejuízos significativos na produção e elevação dos custos de manejo (POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010).

A ocorrência e a severidade dessas doenças são influenciadas por diversos fatores ambientais e de manejo, como o sistema de cultivo, o período de molhamento foliar, a intensidade luminosa, as condições edafoclimáticas e, especialmente, o estado nutricional das plantas (LIMA *et al.*, 2010; LORENZETTI *et al.*, 2015; SANTOS *et al.*, 2014). Nesse contexto, a interação entre esses fatores pode potencializar ou reduzir o progresso das doenças, sendo que práticas inadequadas de manejo, principalmente relacionadas à fertilidade do solo e à nutrição mineral, podem aumentar a suscetibilidade das plantas aos patógenos (POZZA; POZZA, 2012).

A nutrição mineral exerce papel fundamental nos mecanismos de defesa das plantas, influenciando tanto a resistência estrutural quanto a ativação de processos fisiológicos e bioquímicos envolvidos na resposta a patógenos. Nutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e boro (B) desempenham funções essenciais no crescimento e desenvolvimento vegetal, além de atuarem diretamente na resistência a doenças. Desequilíbrios nutricionais, como excesso de N ou deficiência de K e B, podem favorecer a infecção por patógenos ao alterar características estruturais e metabólicas das plantas (MARSCHNER, 2012). Além disso, a baixa disponibilidade de fósforo nos solos tropicais, devido à sua alta capacidade de adsorção, constitui um fator limitante à produtividade e ao desenvolvimento adequado do cafeeiro (Faquin, 2005; BRAGANÇA *et al.*, 2007).

Diante desse cenário, torna-se evidente a necessidade de compreender de forma mais aprofundada a relação entre nutrição mineral e a incidência de doenças no cafeeiro, considerando que o manejo nutricional adequado pode atuar como uma ferramenta complementar no controle fitossanitário. Essa abordagem apresenta grande relevância prática, uma vez que pode contribuir para a redução do uso de defensivos químicos, diminuição dos custos de produção e aumento da sustentabilidade dos sistemas cafeeiros.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar, com base na literatura científica, a influência da nutrição mineral na ocorrência e severidade das principais doenças do cafeeiro,

destacando o papel dos nutrientes no desenvolvimento das plantas e nos mecanismos de resistência a patógenos.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em uma revisão bibliográfica narrativa, com abordagem qualitativa, voltada à análise das interações entre aspectos fisiológicos, nutricionais e fitossanitários na cultura do cafeeiro (*Coffea spp.*).

A busca por informações foi realizada em bases de dados científicas reconhecidas, como Scopus, Web of Science, SciELO e Google Scholar, considerando publicações nacionais e internacionais. Foram incluídos artigos científicos, livros técnicos e documentos institucionais publicados preferencialmente entre os anos de 2000 e 2025, com ênfase em estudos recentes e de maior relevância científica.

Os descritores utilizados na busca incluíram termos em português e inglês, tais como: “cafeeiro”, “*Coffea spp.*”, “nutrição mineral”, “doenças do cafeeiro”, “ferrugem”, “cercosporiose”, “manejo integrado”, “plant nutrition” e “coffee diseases”, combinados por operadores booleanos (AND, OR).

Como critérios de inclusão, foram selecionados estudos que abordassem diretamente a fisiologia, nutrição e sanidade do cafeeiro, bem como suas interações com a produtividade. Foram excluídos trabalhos com baixa relevância temática, dados incompletos ou sem rigor científico comprovado.

A análise dos dados foi conduzida de forma descritiva e interpretativa, permitindo a síntese das principais informações e a construção de uma discussão integrada sobre os fatores que influenciam o desenvolvimento e a produtividade da cultura do cafeeiro.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO CAFÉ

O cafeeiro é uma planta perene, de hábito arbustivo, pertencente à família Rubiaceae e ao gênero *Coffea*, no qual são descritas aproximadamente 124 espécies, destacando-se *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner como as de maior importância econômica (DAVIS et al., 2011). Essas espécies apresentam diferenças quanto à base genética, exigências ambientais e características agrônômicas, o que influencia diretamente sua adaptação às condições de cultivo e o manejo adotado.

A cultura do café apresenta como característica marcante a bienalidade produtiva, definida pela alternância entre anos de alta e baixa produção (SILVA et al., 2010). Esse fenômeno está relacionado à dinâmica fisiológica da planta, especialmente à alocação de fotoassimilados. Em anos de elevada produção, há maior direcionamento de assimilados para os frutos, o que reduz as reservas da planta e compromete o crescimento vegetativo, principalmente dos ramos plagiotrópicos. Em contrapartida, nos anos de menor carga produtiva, ocorre maior investimento no crescimento vegetativo e na formação de gemas florais, restabelecendo o potencial produtivo (MENDONÇA et al., 2011; PEREIRA et al., 2011). Além disso, fatores como disponibilidade hídrica, nutrição mineral e manejo agrônômico influenciam diretamente a intensidade da bienalidade, sendo que o estresse hídrico pode reduzir a atividade fotossintética e comprometer tanto o crescimento quanto a produção (DAMATTA; RAMALHO, 2006).

A cafeicultura possui elevada relevância socioeconômica no Brasil, sendo responsável por significativa geração de emprego e renda ao longo de toda a cadeia produtiva. O país destaca-se como um dos maiores produtores e exportadores mundiais de café, exercendo forte influência na balança comercial (SOUZA et al., 2012).

No cenário nacional, *Coffea arabica* predomina, sendo cultivado principalmente em regiões de maior altitude e clima mais ameno, além de apresentar maior sensibilidade a estresses ambientais e maior expressão da bienalidade. Em 2025, a produção brasileira de café atingiu aproximadamente 56,5 milhões de sacas beneficiadas, representando incremento de 4,3% em relação à safra de 2024, resultado associado ao ciclo de bienalidade negativa. Para 2026, estima-se crescimento de 17,1%, com produção projetada de cerca de 66,2 milhões de sacas beneficiadas, impulsionada pela bienalidade positiva, expansão de áreas cultivadas, uso de tecnologias e condições climáticas favoráveis (CONAB, 2026).

Por outro lado, *Coffea canephora* (conilon) apresenta maior rusticidade, maior tolerância ao calor e ao déficit hídrico, além de sistema radicular mais eficiente, características que conferem maior estabilidade produtiva. A área destinada ao seu cultivo é de aproximadamente 415,2 mil hectares, dos quais 371,9 mil hectares estão em produção, com destaque para o estado do Espírito Santo, responsável por cerca de 286,7 mil hectares. Em 2025, a produção de conilon atingiu cerca de 28,8 milhões de sacas beneficiadas, representando incremento de 42,1% em relação à safra anterior. Para 2026, as projeções indicam manutenção do crescimento da produção nacional, acompanhando a tendência de recuperação do setor cafeeiro (CONAB, 2026).

Diante desse contexto, evidencia-se que o alcance de elevados níveis produtivos está diretamente relacionado ao manejo adequado da fertilidade do solo e da nutrição das plantas, bem

como ao controle eficiente de doenças. O equilíbrio nutricional, especialmente de nutrientes como nitrogênio, potássio, fósforo e boro, contribui para o fortalecimento estrutural e fisiológico das plantas, reduzindo sua suscetibilidade a patógenos (MARSCHNER, 2012; POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010). Além disso, práticas integradas de manejo, que associam adubação equilibrada e controle fitossanitário, são fundamentais para garantir a sustentabilidade da produção, minimizar perdas e aumentar a longevidade das lavouras cafeeiras (ZAMBOLIM, 2001).

3.2 PRINCIPAIS DOENÇAS DO CAFEEIRO

As doenças do cafeeiro representam um dos principais fatores limitantes da produtividade, sendo influenciadas por condições ambientais, genótipo e manejo da cultura. Entre as principais doenças destacam-se a ferrugem (*Hemileia vastatrix*), a cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) e a mancha de phoma (*Phoma tarda*) (ZAMBOLIM, 2016).

A ocorrência dessas doenças está fortemente associada a fatores como temperatura, umidade, densidade de plantio e estado nutricional da planta. Ambientes com alta umidade e temperaturas amenas favorecem doenças fúngicas, enquanto desequilíbrios nutricionais aumentam a suscetibilidade das plantas aos patógenos (POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010).

Além disso, sistemas de cultivo intensivo, com alta produtividade e adensamento, podem criar microclimas favoráveis ao desenvolvimento de doenças, exigindo maior rigor no manejo fitossanitário (PATRICIO; OLIVEIRA, 2013).

3.3 FERRUGEM ALARANJADA (*Hemileia Vastatrix*)

A ferrugem do cafeeiro, também conhecida como ferrugem alaranjada, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix*, é a principal doença da cultura no Brasil, sendo responsável por grandes danos econômicos aos cafeicultores das regiões produtoras. O primeiro relato da doença no mundo ocorreu em 1869, no Sri Lanka, feito por J.M. Berkeley (MCCOOK; VANDERMEEN, 2015). No Brasil, o primeiro registro foi no estado da Bahia, em 1970 (WELLMAN, 1970).

A sintomatologia da doença caracteriza-se inicialmente pelo surgimento de pontos circulares de coloração amarelo-alaranjada com esporulação. Essas manchas tornam-se mais visíveis quando a folha é observada contra a luz. O diagnóstico inicial pode ser difícil, pois os sintomas se assemelham a outras doenças e até mesmo a deficiências nutricionais. Com a evolução da doença, essas lesões aumentam rapidamente de tamanho, formando uma massa de aspecto pulverulento (uredósporos), que pode ser observada na face abaxial das folhas (POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010).

Em relação à dinâmica temporal, os primeiros sinais da doença, especialmente a esporulação, são visualizados entre os meses de dezembro e janeiro. Posteriormente, entre março e abril, ocorre aumento na taxa de progresso da doença. Já nos meses de junho e julho, observa-se maior intensidade da ferrugem nas lavouras (PINTO *et al.*, 2002).

Diversos fatores podem desencadear e favorecer a ocorrência da doença no campo, como carga pendente elevada, sombreamento, temperaturas entre 21 °C e 25 °C, desequilíbrio nutricional, déficit hídrico, alta umidade relativa, baixa luminosidade e períodos prolongados de molhamento foliar. Esses fatores, isolados ou combinados, contribuem significativamente para o desenvolvimento e progresso da doença (POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010; SILVA-ACUÑA; ZAMBOLIM; GONZALEZ MOLINA, 1993).

O desequilíbrio nutricional, por sua vez, está diretamente relacionado à alta carga pendente, uma vez que há maior dreno de nutrientes da planta para os frutos. Em lavouras com elevada carga produtiva e deficiência no fornecimento de nutrientes, ou mesmo desequilíbrio entre eles, ocorre aumento da suscetibilidade das plantas ao patógeno (POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010). As perdas causadas pela ferrugem podem chegar a até 50%, sendo a principal injúria a desfolha, que reduz drasticamente a área fotossintética da planta, podendo levar à morte de ramos plagiotrópicos e comprometer a produtividade das safras subsequentes (GREE, 1993; POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010).

No estudo realizado por CUSTÓDIO (2008), avaliando a incidência da ferrugem em função da adubação com cálcio (Ca) e potássio (K), observou-se menor progresso da doença em áreas que receberam doses de 2 t/ha de calcário. Além disso, doses entre 0 e 100 kg/ha de cloreto de potássio (KCl) apresentaram menores amplitudes de variação da doença, evidenciando a importância de uma nutrição equilibrada.

Por outro lado, estudos também investigaram a relação entre micronutrientes e a ferrugem do cafeeiro. CARVALHO *et al.* (1996) avaliaram os teores de boro (B) e concluíram não haver relação direta entre esse nutriente e a intensidade da doença. Entretanto, no trabalho conduzido por VASCO (2016), foi observada diferença significativa na interação entre os nutrientes B e K para as variáveis incidência e severidade da ferrugem. Nesse estudo, as menores incidência e severidade foram registradas nas maiores doses de boro, independentemente das doses de potássio.

3.4 CERCOSPORIOSE (*Cercospora coffeicola*)

A *Cercospora coffeicola*, também conhecida como mancha circular, mancha parda ou olho de pombo, é uma das doenças mais antigas da cafeicultura, ocorrendo tanto na América Central quanto

na América do Sul. No Brasil, seu primeiro registro ocorreu por volta de 1887, e atualmente a doença encontra-se disseminada em todas as regiões cafeeiras do país (CARVALHO; CHALFOUN, 2008).

Nos últimos anos, a importância dessa doença tem aumentado, principalmente em lavouras que utilizam tecnologias mais avançadas, como irrigação, e em áreas com elevada produtividade (PATRICIO; OLIVEIRA, 2013). Diversos fatores ambientais e de manejo favorecem sua ocorrência, entre eles: temperaturas baixas, alta umidade, ventos frios, excesso de insolação, nutrição deficiente ou desequilibrada, sistema radicular pouco desenvolvido e deficiência hídrica severa (OLIVEIRA; OLIVEIRA; MOURA, 2012).

Os sintomas da doença caracterizam-se pelo aparecimento de lesões circulares, de coloração pardo-clara a marrom-escura, com centro claro e bordas amareladas ou arroxeadas, conferindo o aspecto típico de “olho de pombo”. Com a evolução da doença, ocorre desfolha, seca de ramos e comprometimento da qualidade dos frutos (FERREIRA, 2022; ZAMBOLIM, 2001).

Lavouras com deficiência nutricional ou desequilíbrio, especialmente na relação entre nitrogênio (N) e potássio (K), ou ainda conduzidas em solos arenosos, apresentam maior incidência de cercosporiose (ZAMBOLIM *et al.*, 2005). De acordo com POZZA *et al.* (2000, 2001), o excesso de potássio pode favorecer a ocorrência da doença, possivelmente devido à redução na absorção de cálcio (Ca) e cobre (Cu) pela planta, nutrientes fundamentais para o sistema de defesa contra fitopatógenos.

Além disso, doenças favorecidas pela deficiência de nitrogênio estão relacionadas à redução da fotossíntese e ao comprometimento das barreiras estruturais da planta, o que facilita a entrada do patógeno (RUBER; THOMPSON, 2009). O nitrogênio está diretamente envolvido em diversos processos fisiológicos, incluindo crescimento e mecanismos de defesa, além de influenciar a quantidade de celulose nos tecidos vegetais. Dessa forma, sua deficiência pode aumentar significativamente a suscetibilidade das plantas à infecção (RUBER; THOMPSON, 2009).

3.5 MANCHA DE PHOMA (*Phoma tarda*)

A mancha de phoma, causada pelo fungo *Phoma tarda*, é considerada uma das doenças fúngicas mais importantes na cafeicultura. Ela está presente desde a fase de formação das mudas no viveiro até a fase produtiva da cultura (LIMA *et al.*, 2010). De acordo com DORNELAS (2017), a parte aérea do cafeeiro abriga diversas espécies do gênero *Phoma*, sendo que, no Brasil, o principal agente etiológico da doença é *Phoma tarda*.

A doença provoca diversos danos à planta, como desfolha, queda de botões florais em decorrência de necrose nos ramos ou rosetas, podendo ocasionar queda indireta das flores. Além

disso, causa mumificação e queda dos chumbinhos, podridão seca nas ponteiros e extremidades dos ramos. Esses danos podem resultar em perdas de até 43% na produtividade do cafeeiro (POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010).

A infecção no campo inicia-se geralmente pela parte apical da planta, atingindo o broto terminal e as folhas mais jovens, que ainda não possuem barreiras de resistência bem desenvolvidas. Os sintomas iniciais são frequentemente confundidos com deficiência ou toxidez de boro (B). A doença caracteriza-se pela formação de manchas circulares de coloração escura e tamanhos variados, podendo atingir até 2 cm de diâmetro. Quando as lesões atingem as bordas das folhas, ocorre encurvamento, podendo surgir rachaduras, o que também pode ser confundido com deficiência de boro. A infecção pode ainda atingir as rosetas florais, causando necrose indireta em flores e frutos (POZZA *et al.*, 2010; VALE; ZAMBOLIM, 2005).

As condições ambientais exercem forte influência na severidade da doença. Em regiões com temperaturas abaixo de 20 °C, umidade relativa inferior a 70% e presença de ventos fortes, os danos tendem a ser mais severos. Esse cenário é comum em áreas com altitudes superiores a 900 m. Mesmo na ausência de chuvas, a alta umidade relativa pode promover molhamento foliar por períodos de até 4 horas, favorecendo o aparecimento da doença (LIMA *et al.*, 2010; LORENZETTI *et al.*, 2015; SALGADO *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2014).

A penetração do fungo nos tecidos vegetais pode ser facilitada por danos mecânicos, como aqueles causados por picadas de insetos ou pelo atrito entre folhas provocado por ventos, especialmente em condições de baixa umidade do ar (inferior a 50%) (CARVALHO; CUNHA; SILVA, 2011). Além disso, temperaturas entre 15 °C e 20 °C aumentam significativamente o comprimento do tubo germinativo do fungo, favorecendo a infecção e o progresso da doença (LORENZETTI *et al.*, 2015).

A nutrição mineral também exerce influência importante na incidência da mancha de phoma. No estudo realizado por LIMA *et al.* (2010), observou-se aumento linear de 34,8% na intensidade da doença com doses crescentes de nitrogênio (N) em solução nutritiva. Por outro lado, o aumento das doses de potássio (K) resultou em redução quadrática da doença, com diminuição de 34,3% até a dose de 7 mmol L⁻¹.

Além disso, CATARINO *et al.* (2016), ao estudarem a influência das doses de cálcio (Ca) e potássio (K), observaram interação significativa entre esses nutrientes. Para a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI), os menores valores foram observados em doses de 2 mmol L⁻¹ de Ca e doses mais elevadas de K (6 e 7 mmol L⁻¹). Já para a área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS), as menores doses de Ca e K resultaram em menores severidades. Dessa forma,

a adequada disponibilidade de Ca e K em solução nutritiva contribui para a redução da incidência e severidade da mancha de phoma, sendo um importante componente no manejo da doença.

4 CONTROLE QUÍMICO

O controle da ferrugem alaranjada do cafeeiro, causada por *Hemileia vastatrix*, foi inicialmente baseado no uso de fungicidas cúpricos. A partir da década de 1960, a introdução de fungicidas sistêmicos representou um avanço significativo, devido à sua ação curativa sobre lesões recentes e à capacidade de inibir a esporulação (NUNES, 1986; BECKER-RATERINK *et al.*, 1991).

Dentre os fungicidas sistêmicos, destacam-se os triazóis, que apresentam elevada eficiência na redução do inóculo, efeito residual prolongado e maior intervalo entre aplicações, podendo ser utilizados via foliar ou radicular. Seu mecanismo de ação baseia-se na inibição da biossíntese de ergosterol, essencial à integridade da membrana celular dos fungos, o que confere ação preventiva e curativa. Em baixas concentrações, possuem efeito fungistático, enquanto em doses mais elevadas podem provocar alterações estruturais nas células fúngicas, comprometendo seu desenvolvimento (LOMBARDI, 2002; KATO, 1986).

As estrobilurinas, por sua vez, são fungicidas derivados de compostos naturais produzidos por fungos, atuando na inibição da respiração mitocondrial e bloqueio da produção de ATP. Apresentam ação predominantemente preventiva, com efeito anti-esporulante, proteção prolongada e mobilidade translaminar. São eficazes no controle da ferrugem e de outras doenças, como a mancha de phoma, causada por *Phoma tarda* (ANKE, 1995; GALLI, 1998).

No manejo da cultura, é comum a utilização de misturas entre triazóis e estrobilurinas (como ciproconazol + azoxistrobina), iniciando-se as aplicações no final de novembro, com intervalos de 60 a 90 dias. Essa estratégia aumenta a eficiência do controle e reduz o risco de seleção de populações resistentes, embora a elevada variabilidade de *H. vastatrix* represente um desafio constante (PATRICIO; OLIVEIRA, 2013).

A alternância entre fungicidas sistêmicos e cúpricos também é recomendada, contribuindo não apenas para o controle da ferrugem, mas também para o manejo de outras doenças, como a cercosporiose, causada por *Cercospora coffeicola*. Além disso, a eficiência do controle químico depende do momento de aplicação, das condições climáticas e da adequada absorção e translocação dos produtos, especialmente em aplicações via solo (MORAES, 1983; DEALL, 1990).

Mesmo com os avanços no uso de fungicidas sistêmicos, os fungicidas cúpricos permanecem importantes, tanto pelo seu efeito protetor quanto pelo fornecimento de cobre como nutriente essencial ao cafeeiro.

5 DISCUSSÃO

A cultura do cafeeiro apresenta características fisiológicas e produtivas fortemente influenciadas por fatores internos e ambientais, sendo a bienalidade um dos principais fenômenos que impactam a produtividade. Conforme descrito, essa alternância produtiva está diretamente relacionada à dinâmica de alocação de fotoassimilados, em que anos de alta carga produtiva levam à exaustão das reservas da planta, reduzindo o crescimento vegetativo subsequente. Esse comportamento é amplamente descrito na literatura, sendo considerado um mecanismo fisiológico típico de espécies perenes, especialmente em *Coffea arabica* (DAMATTA *et al.*, 2007). Segundo esses autores, a competição entre crescimento vegetativo e reprodutivo compromete a formação de novos ramos produtivos, influenciando diretamente a safra seguinte.

Além disso, a maior intensidade da bienalidade no cafeeiro arábica, em comparação ao conilon, pode ser atribuída à sua menor rusticidade e maior sensibilidade a variações ambientais, especialmente déficit hídrico e desequilíbrios nutricionais. Estudos indicam que *Coffea canephora* apresenta maior estabilidade produtiva devido ao seu sistema radicular mais eficiente e maior tolerância ao estresse térmico e hídrico (DAMATTA; RAMALHO, 2006), o que corrobora os dados apresentados sobre menor variação produtiva dessa espécie.

No contexto fitossanitário, a ferrugem alaranjada (*Hemileia vastatrix*) destaca-se como a principal doença da cultura, sendo altamente dependente de condições ambientais favoráveis, como temperatura entre 21 e 25°C e elevada umidade relativa. A literatura demonstra que a interação entre clima, nutrição e manejo da lavoura é determinante para o progresso da doença (ZAMBOLIM, 2016). A associação entre alta carga pendente e maior severidade da ferrugem, mencionada no texto, está relacionada ao desequilíbrio nutricional e à redução da capacidade de defesa da planta, especialmente pela menor disponibilidade de nutrientes essenciais como potássio e cálcio.

A desfolha causada pela ferrugem representa um dos principais fatores de redução da produtividade, pois compromete a área fotossintética e, conseqüentemente, a produção de fotoassimilados necessários ao enchimento dos frutos e à formação de novas gemas. Segundo ZAMBOLIM (2016), perdas superiores a 50% podem ocorrer em condições severas, reforçando a importância do manejo integrado da doença.

A cercosporiose (*Cercospora coffeicola*), por sua vez, apresenta forte relação com o estado nutricional da planta, especialmente com o equilíbrio entre nitrogênio e potássio. O excesso de potássio, conforme discutido, pode reduzir a absorção de cálcio e micronutrientes como cobre, comprometendo os mecanismos de defesa da planta. Essa interação nutricional é bem documentada

por MARSCHNER (2012), que destaca o papel dos nutrientes na resistência a doenças, especialmente na manutenção da integridade estrutural dos tecidos vegetais.

A mancha de phoma (*Phoma tarda*) também evidencia a importância do equilíbrio nutricional e das condições ambientais no desenvolvimento de doenças. A maior severidade em temperaturas mais baixas e alta umidade relativa demonstra a influência direta do clima na epidemiologia da doença. Além disso, a relação entre doses de nitrogênio e aumento da severidade, associada à redução com potássio, reforça o papel desses nutrientes na regulação do crescimento e na resistência a patógenos (MARSCHNER, 2012).

No que se refere ao controle químico, o uso de fungicidas sistêmicos, especialmente triazóis e estrobilurinas, representa uma estratégia eficiente no manejo das principais doenças do cafeeiro. Os triazóis atuam inibindo a biossíntese de ergosterol, essencial para a integridade da membrana celular dos fungos, enquanto as estrobilurinas interferem na respiração mitocondrial. Esses mecanismos são amplamente descritos na literatura e justificam a elevada eficiência desses produtos (FRAC, 2022; DEISING *et al.*, 2008). No entanto, o uso contínuo pode levar à seleção de populações resistentes, o que reforça a necessidade de rotação de ingredientes ativos e integração com outras práticas de manejo.

Dessa forma, os dados apresentados evidenciam que a produtividade e sanidade da cultura do café estão diretamente relacionadas à interação entre fisiologia da planta, nutrição mineral, condições ambientais e manejo fitossanitário. A adoção de práticas integradas, que considerem esses fatores de forma conjunta, é essencial para garantir a sustentabilidade e a eficiência produtiva da cafeicultura.

6 CONCLUSÃO

A cultura do cafeeiro apresenta elevada complexidade produtiva, sendo fortemente influenciada por fatores fisiológicos, nutricionais, ambientais e fitossanitários. A bienalidade produtiva, especialmente em *Coffea arabica*, evidencia a necessidade de manejo adequado para equilibrar o crescimento vegetativo e reprodutivo, evitando a exaustão das reservas da planta e garantindo estabilidade produtiva ao longo das safras.

As principais doenças, como a ferrugem alaranjada, a cercosporiose e a mancha de phoma, representam importantes limitações à produtividade, estando diretamente relacionadas às condições climáticas e ao estado nutricional das plantas. O desequilíbrio de nutrientes, especialmente entre nitrogênio, potássio e cálcio, pode aumentar significativamente a suscetibilidade do cafeeiro aos patógenos, reforçando a importância de um manejo nutricional equilibrado como estratégia preventiva.

O controle químico, por meio do uso de fungicidas como triazóis e estrobilurinas, mostra-se eficiente na redução da severidade das doenças, porém deve ser utilizado de forma criteriosa e integrada a outras práticas de manejo, a fim de evitar o desenvolvimento de resistência dos patógenos e garantir a sustentabilidade do sistema produtivo.

Dessa forma, conclui-se que o sucesso da cafeicultura depende da adoção de um manejo integrado, que considere simultaneamente os aspectos fisiológicos da planta, o equilíbrio nutricional, as condições ambientais e o controle fitossanitário, visando maximizar a produtividade e a longevidade das lavouras.

REFERÊNCIAS

- ANKE, T. The antifungal strobilurins and their possible ecological role. *Can. J. Bot.*, v.73, suppl., p.940-45, 1995.
- BECKER-RATER I. N. K. S.; MORAES, W. B. C.; QUIJANO-RICO, M. La roya del cafetoconocimiento y control. Deutsche: Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 1991. 281p
- BRAGANÇA, S. M. et al. Acúmulo de B, Cu, Fe, Mn e Zn pelo cafeeiro conilon. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 54, n. 314, p. 398-404, jul./ago. 2007.
- CARVALHO, J. G. et al. Sintomas de desordens nutricionais em cafeeiro. In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; BALIZA, D. P. (Ed.). *Semiologia do cafeeiro: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas*. Lavras: Editora da UFLA, 2010. p. 69-101.
- CARVALHO, V. L. de; CUNHA, R. L. da; SILVA, N. R. N. Mancha-de-Phoma do cafeeiro. Belo Horizonte: EPAMIG, 2011. 136 p
- CARVALHO, V. L. et al. Influencia da produção na incidência da ferrugem do cafeeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 31, n. 6, p. 401-405, jun. 1996
- CARVALHO, V.L.; CHALFOUN, S.M. Identificação das principais doenças do cafeeiro e uso correto de produtos fitossanitários. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 29, p. 51–62, 2008
- CATARINO, A. M. et al. Calcium and potassium contents in nutrient solution on Phoma leaf spot intensity in coffee seedlings. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 63, n. 4, p. 486-491, jul./ago. 2016.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. 1º Levantamento da Safra de Café 2026. Brasília: CONAB, 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-cafe/1o-levantamento-de-cafe-safra2026/boletim-de-safras-cafe-fevereiro-26.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2026.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de café: safra 2025 – 4º levantamento. Brasília: Conab, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-cafe/4o-levantamento-de-cafe-safra-2025/boletim-cafe-dezembro-2025>. Acesso em: 08 abr. 2026.
- CUSTÓDIO, A. A. P. Epidemiologia da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro irrigado sob pivô central. 2008. 71 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- DAMATTA, F. M. et al. Ecophysiology of coffee growth and production. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 2007.
- DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. D. C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 2006.

DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. D. C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 2006.

DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. M. Mineral nutrition and plant disease. Saint Paul: APS Press, 2007. 278 p.

DAVIS, A. P. et al. Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data: implications for the size, morphology, distribution and evolutionary. *Botanical Journal of the Linnean Society, London*, v. 167, p. 357-377, 2011.

DEALL, M.W. Studies on the control of coffee rust (*Hemileia vastatrix*) with Bayfidan GR in Zimbabwe. *Pflanzenschutz Nachrichten*, v.43, n.3, p.203-216, 1990.

DEISING, H. B. et al. The cell biology of plant infection by fungal pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 2008.

DORNELAS, G. A. Mancha de phoma do cafeeiro: relação com irrigação, fertilidade do solo e nutrição de plantas. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras 2017.

FAQUIN, V. Nutrição de plantas. Lavras: Editora da UFLA, 2005. 183 p.

FERREIRA, W.P.M. Boas práticas agrícolas aplicadas à lavoura cafeeira para o estado de Minas Gerais. Brasília, DF: Embrapa Café, 2022. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1148365>. Acesso em: 08 de abril de 2026.

FRAC. Fungicide Resistance Action Committee. Mode of action classification, 2022.

GALLI, M. A. Avaliação da eficiência do fungicida Amistar (azoxystrobin) no controle da mancha de cercospora (*Cercospora coffeicola*) do cafeeiro. In: Zeneca: desenvolvendo soluções de origem natural. São Paulo: Zeneca, 1998. 54p

KATO, T. Sterol biosynthesis in fungi, a target for broad spectrum fungicides. In: HAUG, G., HOFFMANN, H. Chemistry of plant protection: sterol biosynthesis inhibitors and antifeeding compounds. Springer-Verlag, 1986. p.1-24.

LIMA, L. M. de et al. Relationship between nitrogen / potassium with Phoma spot and nutrition of coffee seedlings cultivated in nutrient solution. *Tropical Plant Pathology, Lavras*, v. 35, n. 4, p. 223-228. 2010.

LOMBARDI, A. P. Z. Caracterização patogênica, morfológica, fisiológica, molecular e sensibilidade a fungicida de *Cercospora coffeicola*. 2002. 140 p. Dissertação Mestrado - Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2002

LORENZETTI, E. R. et al. Effect of temperature and leaf wetness on Phoma tarda leaf spot in coffee seedlings. *Coffee Science, Lavras*, v. 10, n. 1, p. 1-9. 2015.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. ed. London: Academic Press, 2012. 889 p.

MARSCHNER, P. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. 3. ed. Academic Press, 2012.

MCCOOK, S.; VANDERMEER, J. The big rust and the red queen: long-term perspectives on coffee rust research. *Phytopathology*, Estados Unidos, v. 105, n. 9, p. 1164-1173, Sept. 2015.

MENDONÇA, R. F. de; RODRIGUES, W.N.; MARTINS, L.D.; TOMAZ, M.A. Abordagem sobre a bienalidade de produção em plantas de café. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, n.13; 2011

MORAES, S.A. de. A ferrugem do cafeeiro: importância, condições predisponentes, evolução e situação no Brasil. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 50p.

NUNES, A.M.L. Tempo de absorção, efeito protetor, curativo e de translocação de fungicidas no controle da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk & Br). *Disertação de Mestrado*. Viçosa: UFV, 1986. 91p.

OLIVEIRA, I. P.; OLIVEIRA, L. C.; MOURA, C. S. F. T. Cultivo de café: pragas, doenças, correção do solo, adubação e consórcio. *Revista Faculdade Montes Belos*, v. 5, n. 4, 2012

PATRICIO, F. R. A., OLIVEIRA, E. G. Desafios do manejo no controle de doenças do café. *Visão agrícola*, n 12. 2013.

PERDIGÃO, P. C. N. et al. Efeitos de níveis de água e adubação potássica no desenvolvimento do cajueiro anão-precoce, BRS - 189. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v. 5, p. 90-94, 2010.

PEREIRA, S. P.; BARTHOLO, G. F.; BALIZA, D. P.; SOBREIRA, F. M.; GUIMARÃES, R. J. Crescimento, produtividade e bienalidade do cafeeiro em função do espaçamento de cultivo. *Pesquisa Agropecuária brasileira*, Brasília, v.46, n.2, p. 152-160, fev. 2011

PINTO, A. C. S. et al. Descrição da epidemia da ferrugem do cafeeiro com redes neuronais. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 27, n. 5, p. 517-524, set./out. 2002.

POZZA E. A.; POZZA, A. A. A. A nutrição mineral no manejo de doenças de plantas. In: GRUPO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM FITOPATOLOGIA (Ed.). *Nutrição no manejo de doenças de plantas*. Viçosa: GEAFIP, 2012. p. 177-212.

POZZA, A. A. A. et al. Intensidade da mancha de olho pardo em mudas de cafeeiro em função de doses de N e de K em solução nutritiva. *Summa Phytopathologica*, New York, v. 26, n. 1, p. 29-34, Jan. 2000.

POZZA, A.A.A.; CAIXETA, S.L.; ZAMBOLIM, L. Intensidade da mancha de olho pardo em mudas de cafeeiro em função de doses de N e K em solução nutritiva. *Summa Phytopathologica*, v.26, n.1, p.29-34 (2000).

POZZA, A.A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; CAIXETA, S.L.; CARDOSO, A.A.; ZAMBOLIM, L.; POZZA, E.A. Influência da nutrição mineral na intensidade da mancha-de-olho-pardo em mudas de cafeeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.36, n.1 (2001).

POZZA, E. A.; CARVALHO, V. L.; CHALFOUN, S. M. Sintomas de injúrias causadas por doenças em cafeeiro. In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; BALIZA, D. P. (Ed.). *Semiologia do cafeeiro: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas*. Lavras: Editora da UFLA, 2010. p. 69-101

RUBER, D.M. AND THOMPSON, I.A. Nitrogen and plant disease. In: DATNOFF, L.E.; ELMER, W.H.; HUBER, D.M. (Eds) *Mineral nutrition and plant disease*. APS Press: St Paul, Minnesota, pp.31-44 (2009).

SALGADO, M. et al. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha de Phoma do cafeeiro. *Tropical Plant Pathology*, Brasília, v. 34, n. 6, p. 422-427, nov./dez. 2009.

SANTOS, L. S. D. et al. Incidência da Mancha de phoma em cafeeiro irrigado por gotejamento, sob diferentes manejos de irrigação. *Coffee Science*, Lavras, v. 9, n. 1, p. 77-89, jan./mar. 2014.

SILVA, F. M. da; ALVES, M. de C.; SOUZA, J. C.; OLIVEIRA, M. S. de; Efeitos da colheita manual na bienalidade do cafeeiro em Ijaci, Minas Gerais. *Ciência Agrotec.*, Lavras, v.34, n.3, p. 625-632, maio/jun., 2010.

SILVA-ACUNÃ, R.; ZAMBOLIM, L.; GONZALEZ MOLINA, E. de C. Controle da ferrugem do cafeeiro com triadimenol via solo, na Venezuela. *Fitopatologia Brasileira*, v.18, n.1, p.70-75, mar. 1993.

SOUZA, V. C. O.; VIEIRA, T. G. C.; VOLPATO, M. M. L.; ALVES, H. M. R. Espacialização e dinâmica da cafeicultura mineira entre 1990 e 2008, utilizando técnicas de geoprocessamento. *Coffee Science*, Lavras, 7(2), 122-134, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L.; ZAMBOLIM, E. M. Doenças do cafeeiro (*Coffea arabica* e *C. canephora*). In: KIMATI, H. et al. (Ed.). *Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas: volume 2*. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 165-180

VASCO, G. B. Análise espaço temporal da ferrugem do cafeeiro e sua relação com o clima e a nutrição mineral com K e B. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

WELLMAN, F. L. The rust *Hemileia vastatrix* now firmly established on coffee in Brazil. *Plant Disease Reporter*, Washington, v. 54, n. 7, p. 539-541, Sept. 1970.

ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Tecnologias de produção de café com qualidade*. Viçosa: UFV, 2001.

ZAMBOLIM, L. *et al.* *Nutrição e doenças do cafeeiro*. UFV, 2005.

ZAMBOLIM, L. *Manejo integrado de doenças do cafeeiro*. UFV, 2016.