



FABÍOLA CHAVES DE OLIVEIRA

**CORRELAÇÕES ENTRE O TEOR DE NUTRIENTES E A INCIDENCIA DE
CERCOSPORIOSE DO CAFEIRO (*Cercospora coffeicola*)**

**BAMBUÍ – MG
2021**

FABÍOLA CHAVES DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DE POSSÍVEIS RELAÇÕES ENTRE O TEOR NUTRICIONAL
E O ÍNDICE DE CERCOSPORIOSE DO CAFEEIRO (*Cercospora coffeicola*)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Federal de Minas
Gerais – *Campus Bambuí*, como requisito
parcial para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Loran de Oliveira Freitas

**BAMBUÍ – MG
2021**

O48c
2021

Oliveira, Fabíola Chaves.

Correlações entre o teor de nutrientes e a incidência de cercosporiose do cafeeiro (*Cercospora Coffeicola*). / Fabíola Chaves de Oliveira. – Bambuí, 2021.

30 f. : il.; color.

Orientador: Marcelo Loran de Oliveira Freitas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais. *Campus* Bambuí.

1. Análise foliar - Café. I. Freitas, Marcelo Loran de Oliveira (orientador). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* Bambuí. III. Título.

CDD: 633.7389



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Bambuí
Diretoria Geral
Departamento de Ciências Agrárias
Faz. Varginha - Rodovia Bambuí/Medeiros - Km 05 - Caixa Postal 05 - CEP 38900-000 - Bambuí - MG
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DE POSSÍVEIS CORRELAÇÕES ENTRE O TEOR NUTRICIONAL E O ÍNDICE DE CERCOSPORIOSE DO CAFEIEIRO (*Cercospora coffeicola*)

Fabiola Chaves de Oliveira

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* Bambuí para obtenção do grau de bacharel em Agronomia.

Aprovado em 04/05/2021 pela banca examinadora.

Dr. Marcelo Loran de Oliveira Freitas - IFMG Campus Bambuí - Membro da banca

Dr. Fábio Pereira Dias - IFMG Campus Bambuí - Membro da banca

Dra. Sheila Isabel do Carmo Pinto - IFMG Campus Bambuí - Membro da banca.

Bambuí, 04 de maio de 2021.



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Loran de Oliveira Freitas, Professor**, em 12/05/2021, às 10:54, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Sheila Isabel do Carmo Pinto, Professora**, em 12/05/2021, às 11:35, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Fabio Pereira Dias, Professor**, em 12/05/2021, às 12:40, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **0839336** e o código CRC **F3CC2F68**.

23209.000233/2021-12

0839336v1

DEDICO

Aos meus pais José Rodrigues e Maria Aparecida, e a minha irmã Patrícia ...

A minha madrinha Divina Claret, pelo apoio e amor ...

Ao meu orientador Marcelo Freitas, pela compreensão e pelos ensinamentos compartilhados.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela vida, por todo o cuidado que tem para comigo e por nunca ter deixado de me atender em momentos de aflição vividos ao longo do curso;

Aos meus pais e minha irmã, que foram incentivo em momentos difíceis e compreensão em momentos necessários;

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me levaram a obter um melhor desempenho em meu processo de formação profissional;

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo Loran de Oliveira Freitas pela orientação e apoio;

Ao meu cunhado Dalton Dias Fideles, pela colaboração e por ser exemplo;

A servidora Maisa Paula, pelo auxílio;

Ao meu namorado Gabriel Elias Menezes, pelo incentivo e motivação;

A minha amiga Francielly Caroline Chaves Ribeiro, pela ajuda ao longo deste trabalho;

A minha amiga Ana Carolina Lima, por todo apoio desde a fase inicial do curso;

O meu sincero agradecimento.

“From love that hurts, to love that heals.”

RESUMO

OLIVEIRA, Fabíola Chaves. **Avaliação de possíveis relações entre o teor nutricional e o índice de cercosporiose do cafeeiro (*Cercospora coffeicola*)**. Bambuí: IFMG Campus Bambuí, 2021, 31 p.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a correlação entre nutrição e incidência de cercosporiose do cafeeiro (*Cercospora coffeicola*), realizando análise foliar em amostras provenientes de diferentes lavouras em produção ou formação dos municípios de Camacho, Cristais, Campo Belo e Aguanil, na região Sul de Minas Gerais. O experimento foi conduzido nos laboratórios do IFMG Campus Bambuí, onde as amostras de folhas foram secas, moídas e encaminhadas para análise química. Em seguida, os resultados obtidos foram comparados a valores da literatura, analisados e discutidos. Foi concluído que de forma geral, o equilíbrio nutricional possui relação direta com a incidência da cercosporiose, o desequilíbrio nutricional foi o principal fator agravante da doença.

Palavras-chave: Análise foliar. Cercosporiose. Correlação. Nutrição.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Fabíola Chaves. **Evaluation of possible relationships between the nutritional content and the coffee cercosporiosis index (*Cercospora coffeicola*).** Bambuí: IFMG Campus Bambuí, 2018, 31 p.

The objective of this study was to evaluate the correlation between nutrition and the incidence of coffee cercosporiosis (*Cercospora coffeicola*), performing leaf analysis on samples from different crops in production or formation in the municipalities of Camacho, Cristais, Campo Belo and Aguanil, in the southern region of Minas Gerais. The experiment was conducted in the laboratories of the IFMG Campus Bambuí, where the leaf samples were dried, ground and sent for chemical analysis. Then, the results obtained were compared to values in the literature, analyzed and discussed. It was concluded that, in general, nutritional balance has a direct relationship with the incidence of cercosporiosis, nutritional imbalance was the main aggravating factor of the disease.

Keywords: Leaf analysis. Cercosporiosis. Correlation. Nutrition.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 A Cultura do Café	9
2.2 Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i> Berkeley & Cooke)	10
2.3 A cercosporiose do cafeeiro	11
3 OBJETIVOS	13
3.1 Objetivo geral	13
3.2 Objetivos específicos	13
4 MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1 Amostragem da cercosporiose e das folhas de café	14
4.2 Análise foliar	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
7 CONCLUSÃO	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1 INTRODUÇÃO

O café é uma planta de origem africana que se tornou ao longo do tempo um dos principais movimentadores da agricultura brasileira. Segundo a Embrapa, aproximadamente 36% da produção mundial de café é brasileira, contribuindo com cerca de 58,04 milhões de sacas por ano, o que posiciona o Brasil em primeiro lugar na produção e exportação de café, tendo o consumo interno diversos destinos. No âmbito social, o café é uma importante fonte de rendimento para diversos municípios, além de gerar mais de 8 milhões de empregos na agropecuária nacional. O expressivo consumo interno e externo do produto conferem estabilidade e sustentabilidade econômica ao produtor (MAPA, 2017). No que diz respeito às exportações, a cultura do café está entre os produtos que mais geram divisas para o país, dinamizando significativamente o mercado interno.

Devido a importância da cultura do café no Brasil, torna-se indispensável a realização de manejos culturais adequados, visando uma produção final de qualidade e quantidade satisfatórias. Para tanto, se faz necessário o conhecimento fisiológico da planta, possibilitando a compreensão de suas necessidades no decorrer de seu ciclo, além de sua vulnerabilidade a pragas e doenças que, se não combatidas devidamente, ocasionam grandes prejuízos e em muitos casos limitam a produção (SANTOS, 2006). Dentre as doenças mais limitantes que atingem o cafeeiro, está a mancha-de-olho-pardo (cercosporiose) causada pelo fungo *Cercospora coffeicola*.

Com a expansão da cultura cafeeira, a introdução de novas variedades e a diminuição do uso de fungicidas protetores em prol dos fungicidas sistêmicos de solo, a cercosporiose atingiu alta intensidade, podendo reduzir de 15% a 30% a produtividade no campo (POZZA et al., 2001).

O progresso dessa doença é favorecido por vários fatores relacionados ao patógeno, hospedeiro e ambiente, entre eles está o desequilíbrio nutricional (GARCIA et al. 2003). Embora já existam alguns trabalhos relacionando o estado nutricional e a suscetibilidade às doenças do cafeeiro (PEREZ et al., 2017; LIMA et al., 2010; POZZA, 1999), conhecer profundamente a relação dos nutrientes minerais sobre a suscetibilidade do cafeeiro à cercosporiose em campo pode auxiliar na elaboração de estratégias de manejo reduzindo assim as aplicações de defensivos agrícolas e o impacto ambiental (GARCIA et al., 2003).

Além dos nutrientes desempenharem funções específicas no organismo vegetal eles apresentam envolvimento secundário em termos das funções dos demais nutrientes no metabolismo da planta, podendo aumentar ou reduzir sua resistência a patógenos. Tal relação ocorre devido a defesa da planta contra patógenos e doenças estar relacionada às barreiras físicas e bioquímicas e ao equilíbrio nutricional, que influenciam na presença de cutícula e de membrana plasmática espessa e íntegra, ceras, tricomas, lignina e algumas outras substâncias (POZZA et al., 1997). A concentração de nutrientes pode ainda induzir o mecanismo de hipersensibilidade, que consiste em identificar o ponto de ataque ou invasão e estimula a morte das células nessa região (POZZA et al., 1997).

Para quantificação dos nutrientes nas plantas é utilizada análise foliar que consiste na coleta e preparo das amostras sendo posteriormente adicionadas em reagentes para então realizar as determinações analíticas e por fim encontrar a quantidade do nutriente presente por kg de matéria seca foliar (CARMO et al., 2000). A quantidade de cada nutriente presente na folha pode ser correlacionada com a incidência da cercosporiose nas plantas podendo assim conhecer possíveis correlações positivas ou negativas que podem auxiliar no manejo da doença.

Alguns trabalhos têm demonstrado a grande importância do equilíbrio nutricional sobre a disponibilidade dos nutrientes para as plantas (MORAIS et al., 1971), muito embora estes estudos ainda sejam raros sabe-se que a nutrição possui estreita relação com a manutenção da planta como um todo e sua proteção contra fitopatógenos e doenças que comprometem seu desenvolvimento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Cultura do Café

O cultivo do café teve origem na Etiópia que fica localizado no nordeste do continente africano. Ao observar que após suas cabras ingerirem frutos e folhas de um “arbusto” apresentavam-se mais dispostas, um pastor decidiu experimentar tal fruto e ao notar efeito positivo passou a consumir o café e difundir o hábito na região. A partir daí o consumo da infusão de café passou pela África, oriente médio e chegou ao Brasil no ano de 1727, por intermédio do sargento-mor do Exército Português, Francisco de Melo Palheta, após uma missão oficial (FERRÃO, 2004).

Além de desempenhar forte importância no desenvolvimento histórico do país o cultivo do café possui um papel social de grande importância, pois é gerador de empregos diretos no setor rural e indiretos no setor urbano nas etapas de beneficiamento e comercialização (MELLO, 2001). Pode-se estimar que são gerados no mínimo 30 milhões de empregos por ano no mundo, dos quais 7 milhões no Brasil (SIQUEIRA, 2005).

Nas últimas décadas a produção cafeeira passou por aperfeiçoamentos como aumento na produtividade, consumo e comércio exterior sendo que a área cultivada se manteve praticamente a mesma. Para tanto, os produtores implantaram programas e práticas para obter ganhos na competitividade que vem aumentando cada vez mais (SIQUEIRA, 2005).

Devido aos altos custos envolvidos na produção cafeeira, a forte demanda por produto de qualidade e sua grande contribuição com o desenvolvimento de modo geral do país, se faz necessário a eliminação de fontes causadoras de perdas nas lavouras (MATIELLO et al., 1997). Pragas e doenças são alguns exemplos de agentes que ocasionam a diminuição na qualidade e produtividade do cafeeiro. Para evitar a incidência destes e garantir o sucesso na cafeicultura é extremamente importante um manejo adequado envolvendo boas práticas agrícolas, especialmente uma boa nutrição, visto que a cultura apresenta grande exigência nutricional não apenas para a produção mas para a manutenção da planta e sua proteção.

2.2 Cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berkeley & Cooke)

A é um fungo mitospórico, o qual pertence à “classeforma” Hyphomycetes, “ordem forma” Moniliales e “família forma” Dematiaceae. O fungo forma estruturas denominadas esporodóquios, que apresentam agregações de conidióforos mais curtos produzidos numa superfície estomática, com formação de conídios nas extremidades. Essas estruturas se formam ao centro das lesões e possuem a coloração escura. Os conidiosporos longos, septados, de coloração hialina e escura, obclavados ou cilíndricos, retos ou curvos, deixam cicatrizes nos conidiosporos quando são destacados. O fungo produz conídios hialinos, multiseptados, afinando-se para a extremidade distal (AGRIOS et al., 1998).

O fungo transmissor da cercospora, penetra nas folhas pelos estômatos sendo o tecido inter e intracelular colonizado pelas hifas. Os conídios deste fungo são formados em grande parte à noite, em dias frios e nublados, sendo disseminados pelo vento e pela água. Se no ambiente houver umidade suficiente, os conídios germinam e emitem um tubo germinativo que penetra através das aberturas naturais nas faces inferior e superior das folhas. As células ao redor do local onde houve a penetração do patógeno sofrem inicialmente uma retração no seu volume, que as tornam translúcidas e delimitadas apenas pelas paredes celulares, motivo pelo qual aparece descorado o tecido central da lesão. A alta umidade associada a condições de temperatura mais baixa após a inoculação, assumem importância relevante no desenvolvimento da cercosporiose.

O efeito da luz sobre o desenvolvimento da doença, especialmente em condições naturais, é menos efetivo que o da temperatura e umidade, embora se saiba que a intensidade e/ou duração da luminosidade pode aumentar a suscetibilidade das plantas à infecção e a severidade da doença (AGRIOS, 1998). Este aumento se dá devido a ação de uma toxina produzida pelo fungo denominada cercosporina, que por sua vez possui em sua estrutura o composto fotossensibilizante hipericina.

A cercosporina se mostra tóxica a planta apenas quando incidida pela luz, pois desse modo ela é convertida à sua forma energeticamente ativa, podendo reagir com o oxigênio molecular e produzir espécies reativas de oxigênio, as quais destroem as membranas celulares do hospedeiro (FILIPINI, 2011).

Dois componentes chamados Dabco e bixina retardam a senescência das células pela cercosporina, ao passo que suprimem o oxigênio singlete, ou seja, o oxigênio que se encontra em um estado que causa a oxidação. Porém ao entrar em contato com a luz a bixina é degradada, e então a cercosporina pode agir na planta como agente fotossensibilizador (DALB et al., 1982), conseguindo assim concluir sua absorção e infectar a planta.

2.3 A cercosporiose do cafeeiro

A importância da cercosporiose tem aumentado ao longo dos últimos anos, visto que tem afetado de forma prejudicial a cultura do café que por sua vez movimentou de forma significativa a economia. Para se ter ideia da severidade da doença apenas uma lesão presente em uma folha, principalmente estando próxima as nervuras pode causar abscisão foliar, ou seja, desfolha (GODOY et al., 1997) devido a produção de etileno. Esta desfolha pode gerar problemas a cultura desde os viveiros até a redução na produção final (GODOY et al., 1997).

A cercosporiose do cafeeiro provoca grandes perdas econômicas. O ataque ocorre de maneira mais severa em partes da planta que estão expostas a insolação pela ação da cercosporina, em forma de manchas castanhas, deprimidas, que se alongam no sentido das extremidades. Quando as manchas envelhecem, assumem um aspecto ressecado e escuro, promovendo a aderência do pergaminho à polpa.

No caso da infecção dos frutos do café pela cercosporiose seu processo de maturação torna-se precoce em razão da produção de etileno ocasionada pelo fungo, fazendo com que estes frutos caiam antes do momento da colheita, além de causar o aumento na quantidade de grãos chochos resultando assim em perdas qualitativas e, também quantitativas (ZAMBOLIN et al., 1997).

No intuito de reduzir os inúmeros problemas ocasionados pela Cercosporiose no cafeeiro é de suma importância reduzir a incidência da doença na cultura. Os métodos utilizados para a proteção de plantas podem ser classificados como métodos genéticos, físicos, químicos, culturais e biológicos (GHINI, 2000). Um aspecto muito importante é o equilíbrio nutricional das plantas devendo ser considerados os macro e micronutrientes. Vários estudos têm mostrado os efeitos nutricionais sobre doenças e a redução da

necessidade de controle com uma equilibrada nutrição de plantas (RIDGMAN, 1990). Assim tem se tornado evidente que as propriedades físicas e químicas do solo afetam diretamente a proteção de plantas. Determinadas doenças de plantas podem ser controladas com o manejo adequado do solo (GHINI, 2000).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Verificar a existência de possíveis relações entre o teor nutricional e a incidência de cercosporiose no cafeeiro.

3.2 Objetivos específicos

- Análise foliar para obtenção dos teores nutricionais;
- Estimar índice de cercosporiose realizando amostragem;
- Correlacionar o teor de cada nutriente com a incidência de cercosporiose na cultura do café.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi dividido em três etapas: amostragem (folha e doença), análise foliar e análise de correlação utilizando *software*. A primeira etapa foi realizada em campo, onde foram selecionadas 12 lavouras comerciais (em produção ou em formação) localizadas nos municípios de Cristais, Camacho, Aguanil e Campo Belo, nas quais foram realizadas avaliação da cercosporiose e coleta das folhas para análise, no dia 08 de novembro de 2019.

4.1 Amostragem da cercosporiose e das folhas de café

A avaliação da cercosporiose foi feita nas mesmas plantas das quais se realizou a coleta para análise foliar. Foram amostradas 8 plantas por lavoura e a avaliação consistiu em observar o número de lesões presentes em folhas do 1º, 2º, 3º e 4º pares de um ramo aleatório a altura do olho de ambos os lados das plantas, totalizando 128 folhas analisadas por lavoura. Para chegar ao número total de lesões por lavoura, foi anotado o número de lesões por folha e em seguida foram somadas todas as lesões encontradas nas folhas amostradas na lavoura e por fim foi calculado a porcentagem de folhas doentes por talhão dividindo o número de folhas doentes pelo número total de folhas avaliadas.

Para análise química foliar foram coletadas folhas das mesmas 8 plantas onde foi avaliada a cercosporiose, sendo provenientes do terceiro e quarto par, em ramos localizados no terço médio das plantas. De cada planta foram coletadas aproximadamente 8 folhas sadias (Figura 1).

Figura 1: Coleta de folhas do cafeeiro no município de Camacho-MG.



Fonte: Próprio autor (2019)

4.2 Análise foliar

O material coletado para análise foi armazenado em sacos de papel e identificado. Em seguida foi acondicionado em geladeira onde permaneceu por 2 dias. Após esse período foi encaminhado para o Laboratório de Bromatologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus Bambuí* onde foi armazenado em estufa a 62°C por 36 horas para secagem até atingirem peso constante. (Figura 2).

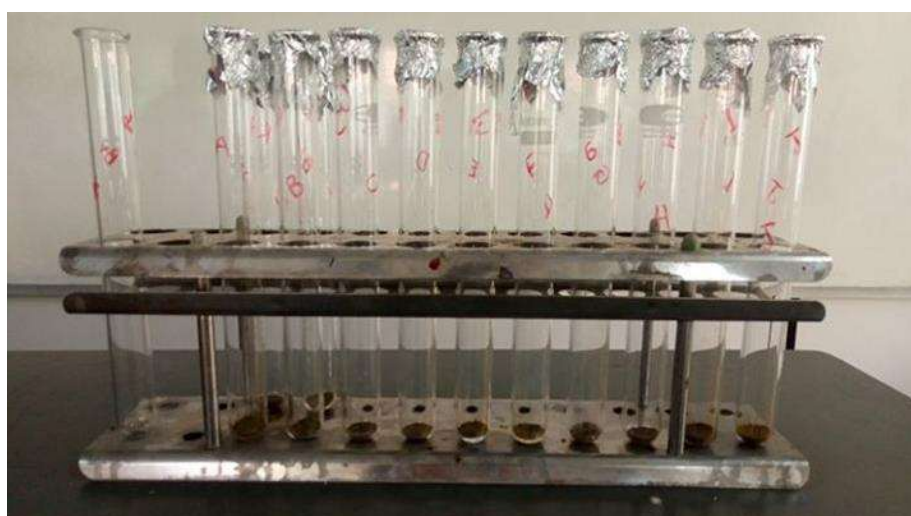
Figura 2: Amostras de folhas de café dispostas em estufa para secagem, Bambuí-MG, 2019.



Fonte: Próprio autor (2019)

Após a secagem foi realizada a trituração das folhas no triturador elétrico. Em seguida foi feita a digestão Nítrico-perclórica das amostras. A digestão Nítrico-perclórica foi realizada pesando e adicionando 0,4167 g em tubos de ensaio (Figura 3). Em cada tubo foram adicionados 5 mL de uma solução de ácido nítrico (HNO_3) e ácido perclórico (HClO_4) na proporção de 2:1 respectivamente. Foi preparado um “Branco”, sem amostra, contendo apenas a solução nítrico-perclórica, que se trata de uma solução padrão que elimina interferências nas demais leituras.

Figura 3: Amostras preparadas para leitura, Bambuí-MG, 2019.



Fonte: Próprio autor (2019)

As amostras e o branco, foram levadas para o bloco digestor onde tiveram a temperatura elevada gradativamente até o volume ser reduzido pela metade e o extrato apresentar-se incolor, o que levou cerca de 2 horas e 45 minutos. Após o resfriamento dos tubos, os mesmos foram lavados com 40 ml de água destilada e tiveram o conteúdo transferido para copos plásticos, que por sua vez foram agitados horizontalmente por 5 minutos até que o extrato estivesse homogeneizado.

A leitura foi realizada no Laboratório de Solos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* Bambuí, conforme recomendado para determinação de cada nutriente no Boletim de Análises Químicas de Solo, Tecido Vegetal e Água, da EPAMIG.

4.3 Análise dos dados

Para analisar a correlação entre a incidência de cercosporiose e o desequilíbrio nutricional na planta, primeiramente foi calculada a porcentagem dos nutrientes que estavam em excesso somados ao que estavam em deficiência em relação ao número total de nutrientes considerando os valores de referência para café (Malavolta, 1980). Posteriormente foi feita a correlação da incidência de cercosporiose com a porcentagem de nutrientes em desequilíbrio na planta.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porcentagem de folhas com lesão de cercosporiose variou de 0% a 48% entre as lavouras com uma média geral de 16% (Tabela 1).

Tabela 1. Número de folhas e porcentagem de folhas com cercosporiose em lavouras de café.

Lavoura	Município	Cultivar	Número de lesões por lavoura	Incidência de cercosporiose
A	Campo Belo-MG	Mundo Novo	5	4%
B	Cristais-MG	Catucaí	45	35%
C	Cristais-MG	Mundo Novo	62	48%
D	Camacho-MG	Acaiá	1	1%
E	Camacho-MG	Acaiá	8	6%
F	Camacho-MG	Acaiá	13	10%
G	Camacho-MG	Catucaí	6	5%
H	Camacho-MG	Acaiá	10	8%
I	Camacho-MG	Catucaí	0	0%
J	Camacho-MG	Acaiá	40	31%
K	Aguanil-MG	Catucaí	20	16%
L	Aguanil-MG	Catucaí	34	26%

Na tabela 2 são representados os teores de nutrientes encontrados a partir das leituras realizadas nas amostras disponíveis.

Tabela 2. Teores de macro e micronutrientes em cada amostra de folhas de café obtidas nas lavouras avaliadas.

Lavouras	P ¹	K ¹	Ca ¹	Mg ¹	Cu ²	Mn ²	Fe ²	Zn ²
V. Ref. ³	1,7 - 1,9	22 – 25	10 - 13	2,7 - 3,5	10 - 15	100 - 150	120 – 200	10 – 20
A	1,8	20,0**	10,5	2,2**	16,3*	31,8**	72,5**	37,2*
B	1,7	17,5**	10,3	2,5**	9,0**	70,4**	71,7**	92,2*
C	1,9*	25,0	11,7	3,7*	39,0*	93,7**	121,5	18,8
D	2,1*	22,5	17,8*	7,2*	45,8*	54,5**	104,9**	55,8
E	2,0*	29,0*	8,4**	2,7	8,5**	29,4**	104,2**	25,3*
F	2,2*	23,0	12,6*	4,6*	32,8*	873,1*	74,7**	43,2*
G	2,5*	30,0*	17,8*	5,7*	32,1*	59,6**	126,8	18,0
H	1,9*	28,0*	9,6**	3,3	29,0*	17,9**	83,0**	67,9*
I	2,2*	29,0*	10,4	3,9*	79,1*	43,3**	87,6**	27,8*
J	2,3*	28,0*	11,7	3,2	132,1*	30,8**	117,8**	37,2*
K	1,7**	25,5*	9,0**	3,6*	12,5	49,1**	64,9**	55,3*
L	2,3*	30,0*	11,0	3,6*	26,5*	123,5	74,7**	53,5*

¹ Unidade expressa em g/kg de matéria seca de folha. ² Unidade expressa em mg/kg de matéria seca de folha. ³ Valores referência de Malavolta (1980). * Nutriente em excesso na planta. ** Nutriente em deficiência na planta.

A correlação foi analisada através da fórmula de correlação do software excel. O que foi significativo foi o equilíbrio entre todos os nutrientes, porém, de forma geral, a deficiência de macronutrientes proporcionou maiores incidências de cercosporiose (Tabela 3).

Tabela 3. Correlação entre os nutrientes e a porcentagem de folhas com lesões de cercosporiose.

Correlação	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Fe	Zn
% de folhas com lesões	-19%	-17%	-21%	-35%	12%	-5%	15%	15%

Números negativos indicam relação inversamente proporcional, isto é, quanto maior o teor do nutriente, menor será o índice da cercosporiose. Números positivos indicam uma relação diretamente proporcional, ou seja, quanto maior o teor do nutriente, maior será a incidência de cercosporiose. Não houve correlação significativa a 5%.

Houve correlação inversa entre a porcentagem de folhas com lesões de cercosporiose e a porcentagem de nutrientes em desequilíbrio na planta (Tabela 4).

Tabela 4. Correlação entre a porcentagem de folhas com lesões de cercosporiose e a porcentagem de nutrientes em equilíbrio na planta.

Correlação	% de nutrientes em equilíbrio na planta
% de folhas com lesões	- 73%*

*Números negativos indicam relação inversamente proporcional significativa a 10%. Houve correlação significativa a 5%.

A porcentagem de folhas com lesão de cercosporiose variou de 0% a 48% entre as lavouras com uma média geral de 16%. Em um experimento realizado por Alves e Mendes (2010) em cultivares de *Coffea arabica*, para avaliar a incidência de cercosporiose no ano agrícola 2009/2010, foram realizadas avaliações mensais através de amostragem foliar, tendo sido constatado que no mês de novembro a porcentagem média de cercosporiose foi de 21,06%, estando dentro da média encontrada no presente trabalho.

É importante salientar que a disparidade entre os níveis nutricionais encontrados em cada lavoura se dá devido a fatores diversos, como: Cultivar, manejo, localização, tipo de solo, clima, carga pendente, visto que entre as amostras coletadas há variações destas características.

Variações climáticas podem ocorrer devido a localização, topografia, época do ano, entre outros fatores são bastante limitantes quanto ao aproveitamento nutricional e desenvolvimento vegetativo. A umidade relativa alta, temperatura amena, excesso de

insolação e déficit hídrico são alterações climáticas que favorecem essa doença. O déficit hídrico, por exemplo, pode impactar as relações hídricas nas plantas, alterando seu metabolismo de forma que a solubilidade e absorção de diversos nutrientes seja dificultada (BAUER et al., 2008).

Quanto ao manejo, este também se mostra como influenciador no aproveitamento nutricional. Sabe-se que os espaçamentos adensados têm proporcionado redução na erosão, aumentos nos conteúdos de matéria orgânica e de nutrientes no solo, a longo prazo (PAVAN et al., 1997). Segundo Rabelo (2018), a direção de plantio do cafeeiro, expondo sua face à radiação solar, também pode alterar a intensidade de doenças de parte aérea por modificar o período de molhamento e de sombreamento das folhas.

Já no caso da variedade de cultivares, há diferenças entre as exigências nutricionais, tais como idade e hábitos. Segundo Corrêa et al. (1986), os cafês Mundo Novo e Catuaí são exemplos de cultivares nos quais a demanda nutricional é crescente a partir dos primeiros 6 meses até 78 meses de idade, e independente da carga apresentam comportamento semelhante ao acúmulo de matéria seca.

A eficiência dos fertilizantes também pode ser afetada pelos diferentes tipos de solo. A disponibilidade dos nutrientes, assim como a capacidade de suprimento deste nutriente pelo solo, depende da presença de minerais primários e secundários, da aplicação de fertilizantes e da CTC do solo, além da ciclagem do nutriente pelas plantas (WERLE et al., 2008). No caso de solos mais intemperizados, os nutrientes podem ser lixiviados, o que inibe sua disponibilidade para a planta.

A correlação entre cultivar e cercosporiose bem como localidade e cercosporiose não foi significativa. Isso porque essa correlação não poderia fornecer um resultado absolutamente confiável devido ao fato de que não foram obtidos números amostrais equilibrados, já que foram amostradas lavouras de diferentes cultivares em quantidades não padronizadas para cada cultivar e de diferentes localidades.

A aquisição de novos padrões relacionados à produtividade, qualidade de bebida, rusticidade e resistência a patógenos têm intensificado o aumento de doenças como a cercosporiose. Segundo um estudo realizado por Rabelo (2018), cultivares como Mundo Novo e Catucaí apresentam suscetibilidade a cercosporiose, o que pode ser justificado devido a característica de alta produtividade das cultivares. A doença ocorre em plantas com alta produção, pois nesta circunstância ocorre maior consumo de carboidrato para a granação, tornando a planta de café debilitada e suscetível a infecção de cercosporiose (FERNANDEZ BORRERO et al., 1966).

Os macronutrientes analisados apresentaram correlação negativa com a incidência da doença mostrando quanto menor o teor de cada um deles na planta maior é a incidência da doença.

O Mg, por exemplo, segundo Dechen (2007), atua como carreador de ativadores de enzimas responsáveis por metabolizar substâncias importantes para todo o organismo vegetal, como a desidrogenase, por exemplo. Ainda em dizeres de Dechen, o Mg é componente da clorofila, se faz necessário na manutenção dos ribossomos e contribui para a estabilidade das membranas, o que confere resistência a penetração dos patógenos.

Assim como os demais nutrientes, o P oferece benefícios ao cafeeiro no que diz respeito à manutenção da sanidade da planta. Embora a disponibilidade deste nutriente seja reduzida devido a sua fixação ao ferro, alumínio e cálcio o que o torna insolúvel dificultando sua chegada até as raízes (POZZA et al., 2002), a grande resposta das plantas ao P pode se justificar por ser um componente de proteínas que participam da divisão celular. Além disso, o fósforo auxilia na absorção iônica e desenvolvimento radicular (MALAVOLTA, 1980).

Como observado, o equilíbrio nutricional influencia fortemente na sanidade da planta, um fator que pode justificar isso seria as interações entre eles. Por exemplo, quando há grande desenvolvimento da planta, mas o potássio se mantém, os níveis de Ca e Mg são reduzidos, pois é gerada uma competição nos sítios de absorção ocasionando suscetibilidade a doenças como a cercosporiose. Outro exemplo seria a sinergia entre os teores de fósforo e potássio com o nitrogênio, neste caso ocorre redução na severidade da cercosporiose diminuindo a desfolha quando as doses destes nutrientes são iguais (FERNANDES, 1988).

Alguns trabalhos têm demonstrado a grande importância das relações $(Ca+Mg)/K$, Ca/K e Ca/Mg sobre a disponibilidade de nutrientes para as plantas (MORAIS et al., 1971), contudo estes estudos ainda são raros, como já foi salientado no início do presente trabalho, mas sabe-se que empregar insumos sem obedecer a melhor relação entre os nutrientes que os compõem pode além de acarretar uma produção insatisfatória gerar maiores problemas com os índices elevados de doenças como a cercosporiose, conforme é possível notar nas correlações encontradas em análise no presente trabalho.

Pensando na combinação de doses de Ca e Mg, quanto mais se aproxima da relação ideal que é de 3 a 5:1 (ALVAREZ V. et al., 1999), mais a ocorrência da cercosporiose diminui. Isso pode ser explicado devido a sinergia destes nutrientes, que na

proporção correta torna a epiderme mais resistente e espessa, ocorrendo o depósito de lignina e tornando-a mais rígida, o que impede a penetração de fungos.

Embora cada nutriente tenha funções específicas, considerando todos eles, o equilíbrio é sempre necessário, tanto a deficiência quanto o excesso serão prejudiciais.

7 CONCLUSÃO

O desequilíbrio no teor de nutrientes possui relação positiva com a incidência da cercosporiose.

O desequilíbrio nutricional proporciona maior incidência de cercosporiose.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G.M. **Plant pathology**. 3. ed. London: Academic, 1998. 803 p.
- ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. F. Interpretação dos resultados das análises dos solos. In: RIBEIRO, A. C., GUIMARÃES, P. T. G., ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. cap. 5, p. 25-32
- ALVES, T. P. R.; MENDES, A. N. G. Incidência de cercosporiose no ano agrícola 2009/2010, em cafeeiros *Coffea arabica* enxertados em Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*). 2010.
- BAUER, F. C.; VARGAS Jr.'F. M. de, **Produção e gestão agroindustrial**. Campo Grande, MS: UNIDERP. 2008.
- CARMO et al. Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos. **Embrapa Solos-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2000.
- CORRÊA, J. B.; GARCIA, A. W. R.; COSTA, P. C. Extração de nutrientes pelos cafeeiros Mundo Novo e Catuaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 13., 1986, São Lourenço. **Anais...** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, p 35-41. 1986.
- DALB, et al. Cercosporin, uma toxina fotossensibilizante da espécie *Cercospora*. **Fitopatologia**, v. 72, n. 4, pág. 370-374, 1982.
- DECHEN, Antônio Roque; NACHTIGALL, Gilmar Ribeiro. **Elementos requeridos à nutrição de plantas**. Embrapa Uva e Vinho-Capítulo em livro científico (ALICE), 2007.
- FERNANDEZ-BORRERO, O., MESTRE, A.M. & DUQUE, S.L. **Efecto de la fertilizacion en la incidencia de la mancha de hierro (*Mycosphaera coffeicola*) en frutos de café**. *Cenicafé* 47:5-16. 1966.
- FERNANDES, C.D. **Efeito de fatores do ambiente e da concentração de inóculo sobre a cercosporiose do cafeeiro** (Dissertação de Mestrado). Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. 1988.
- FERRÃO, A. M. A. **Arquitetura do café**. Campinas: Ed. Unicamp, 2004. 296 p.

FILIPINI, R.B. **Avaliação de indutores de resistência para o controle da sarna da macieira (*Venturia inaequalis* Cke.) e da cercosporiose da beterraba (*Cercospora beticola* Sacc.)**. 2011. 110f. Dissertação (Mestrado em Ciências - Programa de Pósgraduação em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

GARCIA JÚNIOR, D., POZZA, E.A., POZZA, A.A.A, SOUZA, P.E., CARVALHO, J.G. & BALIEIRO, A.C. **Incidência e severidade da cercosporiose do cafeeiro em função do suprimento de potássio e cálcio em solução nutritiva**. *Fitopatologia Brasileira* 28:286-291. 2003.

GHINI, Raquel; BETTIOL, Wagner. Proteção de plantas na agricultura sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 17, n. 1, p. 61-70, 2000.

LIMA, et al. Relação nitrogênio/potássio com mancha de Phoma e nutrição de mudas de cafeeiro em solução nutritiva. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, n. 4, p. 223-228, 2010.

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral de plantas. Piracicaba: Pioneira, 1980. 251 p.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. Controle associado de doenças do cafeeiro. *Correio Agrícola*, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 25-27, 1997.

MELLO, E.V. Cafeicultura no Brasil. In: ZAMBOLIM, L. **Tecnologias de produção de café com qualidade**. Viçosa: p.565-646. 2001.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (31 de janeiro de 2017). Disponível em: <<http://antigo.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe>>

PAVAN, M.A.; CHAVES, J.C.D.; SIQUEIRA, R. & ANDROCIOLI FILHO, A. O **sistema de plantio adensado e a melhoria da fertilidade do solo**. Piracicaba, Potafós, p.1-7. 1997.

PÉREZ, et al. Nitrogênio e potássio na intensidade da mancha aureolada do cafeeiro em solução nutritiva. **Coffee Science**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 60 - 68. 2017.

POZZA, A.A.A.; ZAMBOLIM, L.; POZZA, E.A. Controle químico da mancha-de-olho-pardo (*Cercospora coffeicola*) do cafeeiro em condições de viveiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 543-545, 1997.

POZZA, A. Influência da nutrição nitrogenada e potássica na intensidade da mancha de olho pardo (*Mycosphaera coffeicola*) em mudas de cafeeiro. **Dissertação de mestrado**. UFV. 70 p. 1999.

POZZA, A. et al. **Influência da nutrição mineral na intensidade da mancha-de-olho-pardo em mudas de cafeeiro**. Pesq. agropec. bras. vol.36 no.1 Brasília Jan. 2001.

POZZA, et al. Suprimento de fósforo na produção e intensidade da cercosporiose de mudas de cafeeiro em tubetes. **Ci. Agrotec**, v. 26, n. 5, p. 970-976, 2002.

RIDGMAN, W. J. Soilborne Plant Pathogens: Management of Diseases with Macro-and Microelements, **The Journal of Agricultural Science**, v. 114, n. 3, p. 354-354, 1990

SANTOS, F. Epidemiologia e manejo de doenças do cafeeiro (*Coffea arabica L.*) sob cultivo orgânico. 2006. 146 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SIQUEIRA, T. A cultura do café: 1961-2005. 2005.

WERLE, et al. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 6, p. 2297-2305, 2008.