



FERNANDA KELLEN DE OLIVEIRA BATISTA

**FERTILIZANTE FOLIAR E INDUTOR DE RESISTÊNCIA NO MANEJO DA
CERCOSPORIOSE EM *Coffea arabica***

LAVRAS-MG

2020

FERNANDA KELLEN DE OLIVEIRA BATISTA

**FERTILIZANTE FOLIAR E INDUTOR DE RESISTÊNCIA NO MANEJO DA
CERCOSPORIOSE EM *Coffea arabica***

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como
parte das exigências do Curso de
Agronomia, para obtenção do título de
Bacharel.

Prof. Dr. Mário Lúcio Vilela de Resende

Orientador

LAVRAS-MG

2020

FERNANDA KELLEN DE OLIVEIRA BATISTA

**FERTILIZANTE FOLIAR E INDUTOR DE RESISTÊNCIA NO MANEJO DA
CERCOSPORIOSE EM *Coffea arabica***

**FOLIAR FERTILIZER AND RESISTANCE INDUCER IN THE MANAGEMENT OF
CERCOSPORIOSIS IN *Coffea arabica***

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 18/08/2020

Prof. Dr. Mário Lúcio Vilela de Rezende
Orientador

**LAVRAS-MG
2020**

*Aos meus pais Luís Roberto e Rosana,
Aos meus professores e colegas de toda minha vida escolar,
por todo apoio e dedicação à minha educação.*

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por todas as graças recebidas diariamente.

À EPAMIG, por toda a troca de experiências e aprendizados ao longo do tempo que integrei a equipe de pesquisa.

Ao Núcleo de Estudos em Cafeicultura – Necaf, por me ajudar a crescer tanto como profissional quanto como pessoa, e confiar no meu trabalho durante meus quatro anos como membro. Ao Professor Rubens, pessoa a quem tanto admiro pelos conhecimentos e sabedoria em lidar com o café e com as pessoas.

À Rafaela, Deila, Matheus, Ludmila, Tharyn, Fernanda, Ivan e toda equipe do laboratório de Fisiologia do Parasitismo, do Departamento de Fitopatologia da UFLA, pela boa convivência e todo o auxílio nas diversas etapas da experimentação, tornando possível a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, prof. Mário Lúcio, e minha coorientadora Bárbara pelo apoio, incentivo e suporte às pesquisas desenvolvidas. Também pela atenção e paciência em me orientar.

À Universidade Federal de Lavras, por ser minha segunda casa durante estes cinco anos de caminhada e por todas as oportunidades que ela me ofereceu para crescer acadêmica, profissional e pessoalmente.

AGRADEÇO!

RESUMO

O café é a segunda bebida mais consumida no mundo e o Brasil lidera a produção desta commodity. Entretanto, a cultura é acometida por doenças que causam grandes prejuízos à produção. É importante desenvolver alternativas sustentáveis e eficazes para o controle dessas doenças, a fim de garantir altas produtividades. O estudo, conduzido no Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras, teve como objetivo testar dois produtos foliares no manejo de *Cercospora coffeicola*. Os produtos testados foram o fertilizante foliar à base de ácido fosforoso + nitrogênio (81,9% H₃PO₃+ 10% N), com o nome comercial Systemic (Santa Clara Agrociência), na dose de 0,5 L/ha; e o ativador de plantas Acibenzolar S- metil, comercializado como Bion (Syngenta), na dose de 80g/ha. No experimento conduzido em casa de vegetação, mudas de Catuaí Vermelho IAC 144 tratadas com os produtos em estudo foram inoculadas com *C. coffeicola* e submetidas à avaliação de altura e severidade da doença. Nos ensaios *in vitro*, foi avaliado crescimento micelial de *C. coffeicola* bem como a produção de cercosporina em meio de cultura contendo os produtos testados. Observou-se que a aplicação do Bion em mudas de cafeeiro proporcionou 75% de controle da severidade da cercosporiose, enquanto o Systemic controlou 58% da doença. Nos ensaios *in vitro*, observou-se que o Bion diminuiu em 24% o índice de velocidade de crescimento micelial do fungo, enquanto o Systemic causou uma diminuição de 8% na velocidade de crescimento micelial. Ao avaliar a produção de cercosporina, observou-se que o Bion diminuiu a quantidade da toxina em 34%, enquanto o Systemic não demonstrou diferença significativa em relação à testemunha.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. Cercosporiose. Indução de Resistência. Cercosporina. Crescimento micelial.

ABSTRACT

Coffee is the second most consumed beverage in the world and Brazil leads the production of this commodity. However, the crop is affected by diseases that cause great damage to production. It is important to develop sustainable and effective alternatives for the control of these diseases, to guarantee high productivity. The study, conducted at the Department of Phytopathology at the Federal University of Lavras, aimed to test two leaf products in the management of *Cercospora coffeicola*. The tested products were a foliar fertilizer based on phosphorous acid nitrogen (81.9% H₃PO₃ + 10% N), with the trade name Systemic (Santa Clara Agrociência), at the concentration of 0.5 L / ha; and the plant activator Acibenzolar S-methyl, marketed as Bion (Syngenta), at the concentration of 80g / ha. In the experiment conducted in the greenhouse, seedlings of Catuaí Vermelho IAC 144 treated with the products under study were inoculated with *C. coffeicola* and submitted to height and severity assessment. Regarding the *in vitro* tests, mycelial growth of *C. coffeicola* was evaluated, as well as the production of cercosporin in a medium containing the tested products. It was observed that the application of Bion in coffee seedlings provided 75% control of the severity of the brown eye spot disease, while Systemic controlled 58% of the disease. In *in vitro* tests, it was observed that Bion decreased the mycelial growth rate of the fungus by 24%, while the Systemic caused an 8% decrease in the mycelial growth speed. When assessing the production of cercosporin, it was observed that Bion decreased the amount of toxin by 34%, while Systemic showed no significant difference concerning the control.

Keywords: *Coffea arabica*. Brown eye spot disease. Resistance induction. Cercosporin. Mycelial growth.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 A Cultura do Café: Aspectos Gerais.....	10
2.2 Cercosporiose do cafeeiro	11
2.3 Indução de Resistência	12
2.4 Fertilizantes foliares na indução de resistência	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Obtenção das mudas e aplicação dos tratamentos	14
3.2 Obtenção do inóculo e inoculação.....	15
3.3 Avaliações de altura e severidade da doença.....	15
3.4 Avaliação do crescimento micelial de <i>C. coffeicola</i>	16
3.5 Determinação da produção de cercosporina.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1 Altura de plantas e Severidade de doença	17
4.2 Crescimento micelial	19
4.3 Produção de cercosporina.....	21
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	22
6. CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS	24

1. INTRODUÇÃO

O café é a segunda commodity com maior valor de mercado no mundo, e o Brasil é o maior produtor. De acordo com dados da Associação Brasileira da Indústria do Café (ABIC) e do Ministério da Agricultura, 32% do café mundial é produzido no Brasil, e o consumo da bebida no país alcança uma média de 4,89kg de café torrado por habitante por ano. Além do grande consumo da bebida, a cafeicultura também expressa sua importância por meio da geração de renda. Os dados apontam que o produto movimentou US\$ 5,2 bilhões em exportações só em 2017, gerando renda para aproximadamente 300 mil produtores e milhões de famílias que ganham seus salários por meio do café em 1900 municípios do Brasil, distribuídos em uma área de 2 milhões de hectares (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2018).

Há uma diversidade de fatores que contribuem para a redução da produtividade das lavouras cafeeiras, entre eles a presença de alguns fungos como a *Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke, uma das principais doenças da cultura, que causa danos desde em mudas de viveiro, até em lavouras adultas (ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005). Conhecida como cercosporiose, a doença causada por esse fungo pode resultar em perdas de até 30% em produtividade e qualidade de bebida (CARVALHO; CHALFOUN, 2001; LIMA; POZZA; SANTOS, 2012).

Nas plantas em condições de viveiro, a doença causa intensa desfolha, podendo provocar consequentemente raquitismo e atraso no desenvolvimento das mudas, tornando-as inadequadas para o plantio (ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005). Desse modo, são grandes os prejuízos econômicos para viveiristas e produtores que adquirem mudas doentes, visto que os sintomas podem não ser facilmente visualizados nos estágios iniciais da infecção.

A legislação brasileira é uma das que mais se preocupam com as questões sociais e ambientais, para a produção sustentável de cafés. Por isso, tem aumentado o investimento em pesquisas que otimizem o uso de defensivos, possibilitando novas alternativas para o manejo de doenças e diminuindo o uso dos agroquímicos. Além do uso de cultivares que apresentem algum nível de resistência à *C. coffeicola*, a indução de resistência (IR) em plantas também representa uma estratégia de manejo. A IR consiste no estímulo dos mecanismos de defesa latentes da própria planta pela utilização de agentes externos, de natureza biótica ou abiótica, sem que ocorram alterações genéticas na mesma, dificultando o desenvolvimento do patógeno (PASCHOLATI; LEITE, 1995).

Desse modo, objetivou-se estudar os efeitos do fertilizante foliar Systemic™ e do ativador de plantas Bion™ no crescimento do fungo *C. coffeicola*, bem como no controle da cercosporiose em mudas de *C. arabica*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Cultura do Café: Aspectos Gerais

O Cafeeiro é uma planta eudicotiledônea, perene, pertencente à família Rubiaceae. Apresentando aproximadamente 500 gêneros e mais de 6000 espécies, duas delas se destacam com grande importância comercial: *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, sendo a primeira a de maior destaque no Brasil (CARVALHO; CARVALHO; et al., 2017).

O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo. Em 2019, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), foram colhidos no Brasil 42,3 milhões de sacas de 60 quilos do produto, sendo 32,05 milhões de sacas só de café arábica. Os outros 10,25 milhões de sacas, correspondentes a quase 25% da produção deste mesmo ano, foram de *C. canephora*, também chamado de robusta. O café robusta apresenta maior tolerância a adversidades e injúrias e maior produtividade, porém não atinge a alta qualidade de bebida do arábica. O café arábica, por sua vez, se destaca pela produção de bebidas de qualidade superior com sabor e aroma agradáveis e adocicados, o tornando superior ao robusta (ILLY; VIANI, 2005), entretanto apresenta maior suscetibilidade a doenças (CAFEICULTURA, 2008).

O cafeeiro produz seus frutos uma vez ao ano. É comum que as lavouras de café sejam acometidas por um fenômeno chamado bienalidade, por meio do qual elas apresentam alta produtividade em uma safra e produtividade reduzida na safra seguinte. Isso ocorre porque, no ano de alta safra (bienalidade positiva), o cafeeiro canaliza suas reservas para produção de frutos, em detrimento do crescimento vegetativo da planta. Então, no ano de bienalidade negativa, ocorre uma recomposição vegetal e consequente diminuição da produtividade (MENDONÇA et al., 2011; PEREIRA et al., 2011). Apesar da bienalidade poder variar de acordo com a região e o manejo de cada produtor, 2020 é um ano de bienalidade predominantemente positiva na produção de café do país. A estimativa de safra realizada pela CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) prevê uma produção entre 57,2 milhões e 62,02 milhões de sacas beneficiadas. A área de lavouras de café

em produção no país atualmente equivale 1,89 milhões de hectares, demonstra um crescimento de 4% e o volume a ser produzido entre 15,9% e 25,8% em relação à safra de 2019.

A área total de café cultivada no Brasil atualmente ultrapassa 2,15 milhões de hectares, considerando tanto lavouras em produção quanto em formação. A média de produtividade do café arábica para a safra de 2020 está entre 30 e 33 sacas de 60 kg por hectare, enquanto a produtividade do robusta está prevista para 40 sacas por hectare (CONAB, 2020).

Muitos são os fatores que podem influenciar na produtividade do café, tais como condições climáticas, densidade de plantio, solo, manejo nutricional das plantas, pragas, doenças, sombreamento da lavoura e bienalidade (MENDONÇA et al., 2011).

2.2 Cercosporiose do cafeeiro

A cercosporiose ou mancha-de-olho-pardo, como também é conhecida, é causada pelo fungo necrotrófico *Cercospora coffeicola*, descrito em 1881 por Berkeley & Cooke (COOKE, 1881). É a mais antiga e uma das principais doenças do cafeeiro, sendo sua ocorrência no Brasil datada de 1887 (GODOY; BERGAMIN FILHO; SALGADO, 1997).

Espécies do gênero *Cercospora*, quando expostas a alta luminosidade, produzem uma toxina chamada cercosporina, que ocasiona necrose das folhas e conseqüente desfolha (DAUB; HERRERO; CHUNG, 2005; ZAMBOLIM et al., 2005). Estudos relatam que ataques severos da doença podem causar até 30% de perdas na produção de café (CARVALHO; CHALFOUN, 2001). A doença infecta não somente as folhas, mas também os frutos do cafeeiro, podendo causar grandes prejuízos na qualidade sensorial, por facilitar processos de fermentação (MESQUITA et al., 2016), além de acelerar a maturação e favorecer a queda prematura e má formação dos grãos.

Algo que chama ainda mais atenção para a importância da doença é o fato dela incidir não apenas em plantas adultas, mas também sobre mudas em viveiros e lavouras em formação (CHALFOUN, 1997; ZAMBOLIM et al., 2001). Em viveiros, a doença causa queda das folhas, atrapalha o crescimento das mudas, tornando-as raquíticas e impróprias para o plantio. Desse modo, são grandes os prejuízos para os viveiristas e para os produtores que poderão adquirir mudas infectadas em estádios iniciais, cujos sintomas são de difícil identificação.

Os sintomas da doença nas folhas são necroses castanhas, circulares, com halo amarelado e centro branco acinzentado. Em estádios mais avançados, observa-se no centro pequenas pontuações escuras que constituem o corpo de frutificação do patógeno. Os frutos, quando

próximos da maturação, também podem ser infectados pelo fungo, e apresentam como principais sintomas lesões deprimidas, de coloração marrom ou arroxeadas. (MATIELLO et al., 2002; ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005). Condições de alta umidade e desequilíbrios nutricionais favorecem o desenvolvimento do patógeno. Observou-se que desbalanços na relação entre nitrogênio e potássio são os maiores facilitadores para a doença (FERNANDES et al., 1991).

O método mais utilizado para controle da doença é o químico, por meio de fungicidas protetores e sistêmicos (POZZA et al., 2004). Porém, o uso indiscriminado de defensivos químicos causa desequilíbrios ao meio ambiente (AMARAL et al., 2008). Além disso, o uso repetitivo de fungicidas pode selecionar populações resistentes do patógeno (SILVA et al., 2010), pois a pressão de seleção decorrente do uso de defensivos e do estreitamento da base genética das culturas, têm facilitado a seleção de patógenos mais virulentos, aumentando as perdas e os custos na produção. Neste cenário, o uso racional dos agroquímicos favoreceria a manutenção da sustentabilidade do sistema de produção de café no país, realizado de forma integrada com outras medidas de controle, como a indução de resistência (PASCHOLATI et al., 2015), tendo em vista que o uso de agroquímicos na cadeia produtiva do café é essencial para o alcance dos níveis de produtividade preconizados pelos órgãos de tecnologia e pesquisa (POLASTRO, 2005).

2.3 Indução de Resistência

Indução de resistência é caracterizada como o aumento da capacidade de defesa da planta contra fitopatógenos, sejam eles fungos, bactérias ou vírus (LOON, 1998). Quando um agente indutor de resistência externo, de natureza biótica (extratos vegetais, microrganismos) ou abiótica (substâncias químicas), aciona mecanismos de defesa que estavam latentes na planta, chama-se esse processo de resistência induzida (PASCHOLATI & LEITE, 1995; CAVALCANTI et al., 2005b).

Por meio da resistência induzida, são ativados mecanismos de defesa em forma de barreiras estruturais ou bioquímicas, aumentando a resistência da planta de forma geral (OLIVEIRA et al., 1997). A imunidade obtida contra o patógeno pode ser classificada como local ou sistêmica, a depender do intervalo de tempo existente entre a aplicação do tratamento e a inoculação do agente fitopatogênico (PASCHOLATI & LEITE, 1995). Estudos demonstraram que os fosfitos a base de potássio, cobre, manganês e o ASM, são capazes de ativar enzimas relacionadas à patogenicidade, demonstrando a ativação da Resistência Sistêmica Adquirida em plantas de soja

(BRUZAMARELLO et al., 2018). Outro estudo, realizado por Ribeiro Júnior (2008), mostrou que o efeito dos fosfitos no controle da cercosporiose e da ferrugem do cafeeiro é eficiente e se deve, provavelmente, de maneira direta devido à toxidez e indireta por meio de indução de resistência.

A IR pode ser empregada no manejo integrado de doenças e contribuir para que genótipos de alto valor agrônômico continuem ou passem a ser utilizados no campo (PASCHOLATI & CIA, 2009). Alternativas de controle vêm sendo estudadas, como a indução de resistência, que tem apresentado ótimos resultados no controle da doença (RIBEIRO JÚNIOR, 2008). Desse modo, os avanços nas pesquisas relacionadas à indução de resistência vêm possibilitando o surgimento de novos produtos comerciais, cada vez mais sustentáveis, estáveis e eficientes (RESENDE et al., 2006b).

2.4 Fertilizantes foliares na indução de resistência

A utilização de produtos à base de nutrientes, além de melhorar o estado nutricional das plantas, pode estimular seus mecanismos de defesa e aumentar sua resistência. Micronutrientes são cofatores de muitas enzimas participantes no metabolismo do cafeeiro, incluindo enzimas envolvidas em respostas de defesa (BARGUIL et al., 2005). Fertilizantes foliares também podem atuar em outras vias metabólicas da planta, como na síntese de clorofila, fotoassimilados, lignina e na ativação de mecanismos de defesa, tendo, deste modo, efeitos diretos e indiretos no manejo de doenças do cafeeiro (AMARAL et al., 2008; GODOY et al., 2008).

O acibenzolar-S-metil (ASM) é um análogo do ácido salicílico registrado como ativador de plantas, eficaz na indução de resistência contra patógenos (CAVALCANTI et al., 2006). Este produto age ativando os mecanismos de defesa das plantas, conferindo proteção sistêmica contra diferentes patógenos em diversas culturas (GUZZO et al., 2001; MARCHI; BORGES; RESENDE, 2002; PATRÍCIO et al., 2007). Conforme observado por Patrício et al. (2007), o tratamento prévio com o indutor ASM em plantas de cafeeiro suscetíveis à *C. coffeicola* ativou nelas a resistência sistêmica adquirida (SAR), diminuindo os sintomas da doença em 55%.

Outra classe de fertilizantes utilizados na indução de resistência de plantas são os fosfitos. Estes são compostos originados da neutralização do ácido fosforoso (H_3PO_3) por uma base (hidróxido de sódio, hidróxido de potássio ou hidróxido de amônio). Esses compostos não são prejudiciais às plantas, mas possuem efeitos diretos e indiretos contra fungos (COHEN; COFFEY, 1986). O tratamento com fosfitos induz a planta a apresentar resposta imediata ao ataque de

patógenos (GUEST; BOMPEIX, 1990). É conhecido o efeito de fosfitos nas plantas relacionados à indução de resistência e controle de doenças, no entanto, pouco se sabe a respeito dos efeitos do ácido fosforoso no metabolismo vegetal ou no controle de doenças fúngicas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Os ensaios relacionados ao efeito dos produtos testados em mudas de cafeeiro foram conduzidos em casa de vegetação. Os ensaios *in vitro*, relacionados ao efeito de toxidez direta dos produtos ao patógeno em estudo, foram realizados no Laboratório de Fisiologia do Parasitismo, com o intuito de identificar tratamentos com potencial utilização no manejo da cercosporiose.

3.1 Obtenção das mudas e aplicação dos tratamentos

Foram utilizadas mudas de café arábica da cultivar Catuaí Vermelho IAC 144, suscetíveis à cercosporiose, obtidas no setor de cafeicultura da UFLA. As mudas foram mantidas na casa de vegetação durante todo o período do experimento, sendo devidamente irrigadas e adubadas conforme as recomendações para a cultura.

Ao atingirem quatro pares de folhas, as mudas foram pulverizadas com os tratamentos, conforme especificado na Tabela 1. Em um dos tratamentos foi utilizado o Acibenzolar S- metil, de nome comercial Bion™ (Syngenta), classificado como ativador de plantas. No outro tratamento foi utilizado um fertilizante foliar a base de ácido fosforoso + nitrogênio (81,9% H₃PO₃+ 10% N), com nome comercial Systemic™ (Santa Clara). As doses respeitaram a dosagem comercial dos produtos para a cultura.

Tabela 1. Tratamentos testados para avaliar o efeito dos produtos foliares sobre o fungo *C. coffeicola*.

Especificação	Nome comercial	Dose
1- Testemunha	-	-
2- Fertilizante foliar a base de ácido fosforoso + nitrogênio (81,9% H ₃ PO ₃ + 10% N)	Systemic	0,5 L/ha
3- Acibenzolar S- metil	Bion WG	80 g/ha

3.2 Obtenção do inóculo e inoculação

Foram isolados conídios de *C. coffeicola* presentes em folhas de cafeeiros infectadas. Os isolados do fungo foram repicados e transferidos para meio de cultura V8 (100mL de V8®, 2g de CaCO₃, 17g de ágar e 1000mL de água destilada). A partir das culturas puras obtidas, foram retirados discos de micélio de 5mm de diâmetro, os quais foram transferidos para frascos contendo 40mL de meio V8 (100mL de V8®, 900mL de água destilada). Os mesmos foram incubados à temperatura de 25°C, fotoperíodo de 12h, sob agitação de 110 rpm durante 12 dias, para estimular a esporulação e obter-se a concentração de conídios necessária para o processo de inoculação.

A suspensão obtida foi vertida para placas de petri sobre ágar água 2%, mantidas abertas dentro da BOD por 7 dias, à temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12h, até a secagem completa. Depois de secas, adicionou-se 5mL de água e foi realizada a raspagem e filtração da suspensão (SOUZA et al., 2011). A concentração de conídios para as inoculações foi ajustada em câmara de contagem de Neubauer, para 4×10^4 conídios por mL. Sete dias após a pulverização dos tratamentos, foi realizada a inoculação das mudas por meio da pulverização da suspensão de conídios. As mudas recém inoculadas foram mantidas em câmara úmida por 72 horas e monitoradas diariamente para verificação dos sintomas e avaliação da doença.

3.3 Avaliações de altura e severidade da doença

As alturas das plantas foram mensuradas na primeira e na última avaliação de severidade, com o auxílio de uma régua, considerando-se a distância entre o colo da planta e a extremidade do broto terminal do ramo ortotrópico.

O início das avaliações de severidade da doença ocorreu após a verificação os primeiros sintomas típicos da doença nas mudas inoculadas. A partir de então a severidade da doença foi avaliada a cada 5 dias, com auxílio escala diagramática de Custódio et al. (2011), totalizando sete avaliações. Após a última avaliação, foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), como proposto por Shaner e Finney (1977).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 3 tratamentos e 8 repetições, sendo cada parcela experimental composta por uma planta. Os dados da AACPD foram comparados pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 2011). Como os dados de severidade não atenderam os pressupostos

de normalidade e homogeneidade (Shapiro-Wilk), os mesmos foram submetidos à transformação, pela função raiz quadrada de $y + 1$.

3.4 Avaliação do crescimento micelial de *C. coffeicola*

Para condução do experimento, utilizou-se o isolado de *C. coffeicola* CML 2986 proveniente do município de Lavras-MG, armazenado na coleção micológica de Lavras (CML).

Foram utilizadas placas de petri estéreis, de 9cm de diâmetro, contendo 20mL de meio V8 (100mL de suco de vegetais V8; 17g de ágar; 3,2g de CaCO₃ e 900mL de água destilada). Os produtos foram adicionados ao meio de cultura conforme as dosagens pré-estabelecidas para cada tratamento (Tabela 1). Em seguida, depositou-se no centro de cada placa um disco de 5 mm de diâmetro contendo micélio do isolado de *C. coffeicola* CML 2986. Então, as placas foram incubadas em BOD com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 24 horas.

A avaliação do crescimento micelial foi realizada por meio da mensuração do diâmetro das colônias fúngicas nos dois sentidos diametralmente opostos, utilizando-se paquímetro digital (WEITZ et al., 2001). Após a implantação do ensaio, as medições ocorreram a cada três dias. As avaliações foram encerradas quando uma das colônias atingiu o diâmetro máximo possível, cobrindo toda a área da placa utilizada.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com 3 tratamentos e 10 repetições, sendo cada placa de petri uma unidade experimental. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. A partir dos dados obtidos pelo teste de médias, foi calculado o Índice de Velocidade de Crescimento Micelial (IVCM) utilizando-se a fórmula de Maguire (1962), adaptada por Oliveira (1991):

$$IVCM = \sum (D - D_a) / N$$

Sendo:

D= diâmetro médio atual da colônia;

D_a= diâmetro médio da colônia na avaliação anterior;

N= número de dias após a inoculação.

3.5 Determinação da produção de cercosporina

Após a última avaliação de crescimento micelial, as colônias foram utilizadas para a determinação da produção de cercosporina *in vitro*. Foram retirados discos de micélio do meio de cultura de cada placa e transferidos para uma solução de KOH 5M, em beckers envoltos por papel alumínio, a fim de se evitar alterações decorrentes da incidência de luz solar. A solução foi agitada durante 4h a 110 rpm e submetida a quantificação do teor de cercosporina na absorvância de 480nm (A_{480}) em espectrofotômetro (Choquer et al. 2005). Os valores de absorvância obtidos nas leituras foram corrigidos utilizando-se a função proposta por Yamazaki & Ogawa (1972), como segue:

$$TC = (L / 23300) * 1000000$$

Sendo:

TC= teor de cercosporina (nmol/mL);

L= leitura do espectrofotômetro para cada parcela.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com 3 tratamentos e 10 repetições, sendo cada placa de petri uma unidade experimental. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Os dados obtidos foram transformados obtendo-se a raiz quadrada de x.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Altura de plantas e Severidade de doença

Os tratamentos estudados não induziram diferenças significativas na altura das plantas avaliadas entre si, nem em relação à testemunha (Tabela 2).

Muitos autores apresentam a hipótese de que as doses e número de aplicações do produto indutor de resistência interferem no desenvolvimento das culturas (GODARD et al., 1999; LOUWS et al., 2001; REDMAN et al., 2001). De acordo com o presente estudo, Iriti & Faoro (2003) observaram não haver diferenças significativas no desenvolvimento de plantas de feijão submetidas à aplicação ASM em dose única, em casa de vegetação. Entretanto, no experimento instalado em campo, houve diferença, principalmente relacionada ao número de vagens e peso de sementes.

Outro estudo, realizado por Ribeiro Júnior et al. (2008), demonstrou que os indutores de resistência aumentaram o enfolhamento, mas não causaram diferença significativa de crescimento em mudas de cafeeiro. O experimento de Carvalho et al. (2010) constatou não haver influência dos indutores de resistência testados (ASM, fosfito de cobre, fosfito de potássio e mananoligossacarídeo fosforilado derivado de levedura) no crescimento de plantas de soja.

Tabela 2: Média dos resultados das avaliações para altura de plantas.

Tratamentos	Incremento (cm)
1- Testemunha	1,89 a
2 - Systemic	1,84 a
3- Bion	1,62 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Em relação à severidade da cercosporiose nas plantas avaliadas, observou-se, a partir da análise de variância, que os dois tratamentos testados diferiram estatisticamente da testemunha, mas não apresentaram diferença estatística entre si (Figura 1). O tratamento com Acibenzolar S-metil (Bion) conferiu 75% de controle, enquanto que o tratamento com fertilizante foliar à base de ácido fosforoso + nitrogênio (Systemic) apresentou um controle de 58% da cercosporiose. Ambos os tratamentos apresentaram médias de AACPD inferiores à da testemunha, ou seja, as plantas submetidas a estes tratamentos apresentaram menor área foliar lesionada pela cercosporiose. Desse modo, os tratamentos conferiram um controle satisfatório da doença e pode ser uma potencial ferramenta no manejo da cercosporiose em mudas de cafeeiro.

Estudos realizados por Costa et al. (2014), comprovam que o uso do indutor ASM se mostra efetivo controle contra doenças como ferrugem e cercosporiose do cafeeiro, tanto em campo, quanto em casa de vegetação. Segundo Patrício et al. (2007), foi observada uma diminuição dos sintomas da cercosporiose em 55% com aplicação do ASM, na dose $0,025\text{g.L}^{-1}$, enquanto que, no trabalho de Guimarães et al. (2016), o mesmo produto proporcionou redução dos sintomas em torno de 36%, na dose de $0,05\text{ g/L}$.

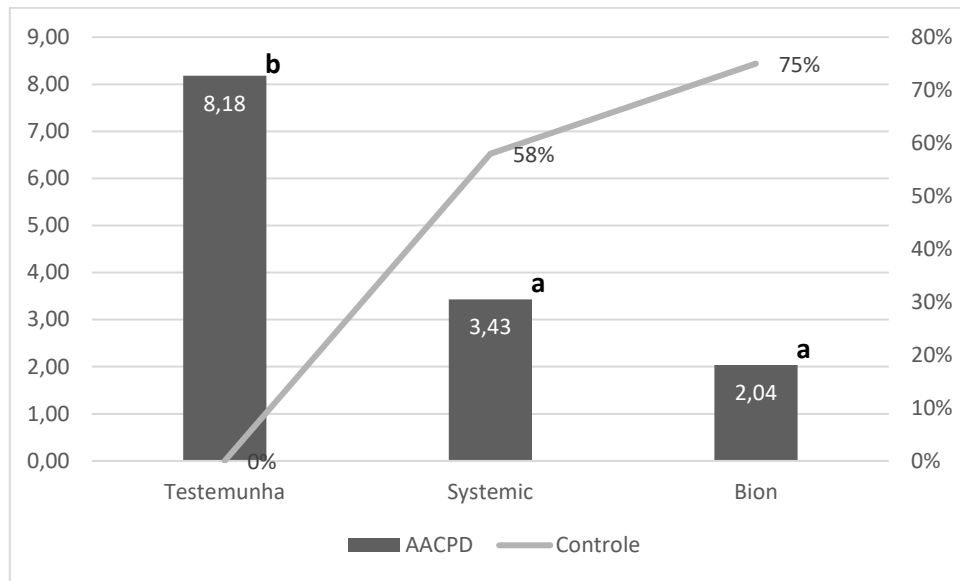


Figura 1: Efeito dos tratamentos sobre a cercosporiose do cafeeiro. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Controle da cercosporiose em % após os tratamentos com os produtos químicos. Colunas com mesma letra não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os fosfitos também são fertilizantes foliares que vêm mostrando resultados para o controle de doenças de plantas, inclusive, em cafeeiro. Há estudos que relatam doenças em plantas causadas por oomicetos, sendo controladas por fosfitos, seja pelo efeito tóxico nestes organismos ou pela ativação de respostas de defesa no hospedeiro (ESHKAGHI et al., 2011; JACKSON et al., 2000; MACHINANDIARENA et al., 2012; SILVA et al., 2011). Além disso, estes compostos também têm apresentado bons resultados no controle de doenças causadas por patógenos não pertencentes ao grupo dos oomicetos (MONTEIRO, 2014). O uso de fosfito de potássio em mudas de cafeeiro proporcionou redução da severidade da mancha-de-Phoma (NOJOSA et al., 2009), enquanto o fosfito de manganês reduziu a severidade da ferrugem e da cercosporiose em campo (COSTA et al., 2014).

4.2 Crescimento micelial

A análise de variância apontou diferença significativa entre os tratamentos e em relação à testemunha (Figura 2), ou seja, ambos os tratamentos em estudo exerceram efeito tóxico direto ao patógeno, resultando na inibição do crescimento micelial do fungo em relação à testemunha.

O tratamento com Acibenzolar S-metil (Bion), demonstrou maior efetividade na diminuição da velocidade de crescimento micelial do patógeno em relação ao outro tratamento e à

testemunha. O tratamento com fertilizante foliar à base de ácido fosforoso + nitrogênio (Systemic) teve efeito na diminuição da velocidade de crescimento micelial do patógeno quando comparado a testemunha, mas não na mesma proporção que o observado para o tratamento com ASM.

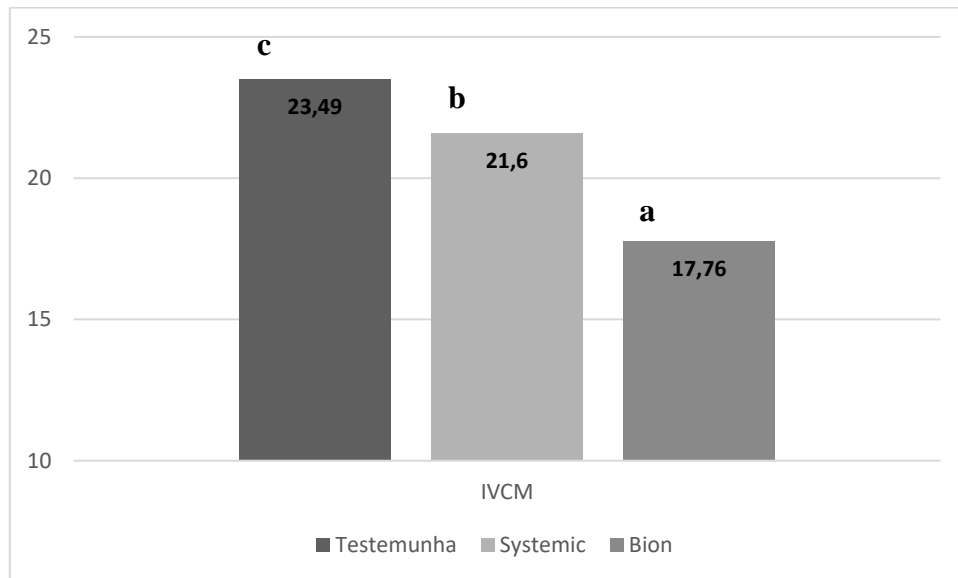


Figura 2: Efeito dos tratamentos sobre o crescimento micelial do fungo *C. coffeicola in vitro*. Índice de Velocidade de Crescimento Micelial (IVCM). Colunas com mesma letra não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

O crescimento do fungo foi diretamente afetado, caracterizando um efeito fungitóxico. Indutores de resistência, geralmente, não atuam sobre patógenos, contudo, há casos nos quais este tipo de produto pode induzir a resistência e ter efeito direto sobre o patógeno, a depender da dose utilizada (NOJOSA, 2003).

Outros estudos confirmam o efeito direto de indutores de resistência sobre patógenos. De acordo com Kataria et al. (1997), o indutor de resistência ASM (Acibenzolar S-metil) teve efeito direto na redução do crescimento micelial de *Rhizoctonia solani*, em diferentes doses.

Jackson et al. (2000), em seu trabalho, sugere que, genericamente, em baixas concentrações os fosfitos atuam principalmente na indução de resistência das plantas, enquanto que em altas concentrações atuam diretamente sobre o patógeno, inibindo seu crescimento. Sugere ainda que o modo de ação do fosfito (direto ou indireto) varia de acordo com: a) o intervalo de tempo entre a aplicação do fosfito e a inoculação; e b) a concentração de fosfito utilizada no tratamento.

4.3 Produção de cercosporina

Em relação a produção *in vitro* de cercosporina, os resultados obtidos apresentaram diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Figura 3). Em meio de cultura contendo o indutor de resistência padrão Acibenzolar S-metil (Bion) foram observados os menores teores de cercosporina. Diferentemente, na presença do fertilizante foliar à base de ácido fosforoso + nitrogênio (Systemic), os teores de cercosporina produzidos pelo fungo não diferiam estatisticamente da testemunha (solução de KOH 5M sem produtos adicionais). De acordo com os dados, o Bion contribuiu para a diminuição da produção de cercosporina do patógeno.

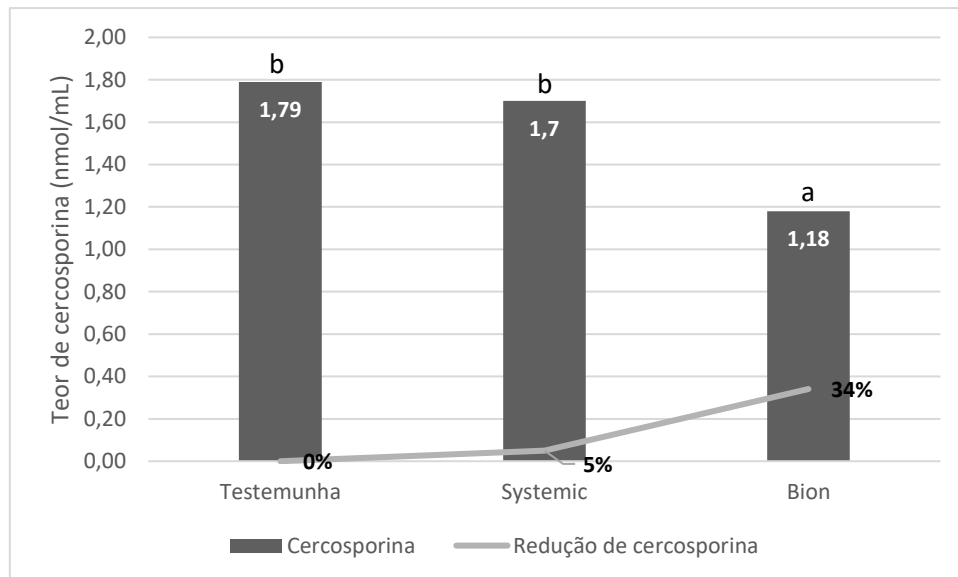


Figura 3: Efeito dos tratamentos sobre a produção de cercosporina do fungo *C. coffeicola in vitro*. Dados submetidos ao fator de correção. Porcentagem de redução na produção de cercosporina. Colunas com mesma letra não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Em muitos patógenos, a virulência tem relação direta com a habilidade de produzir toxinas (HORBACH et al. 2011). No presente estudo, os inóculos tratados com ASM (Bion) apresentaram menor produção de cercosporina, sugerindo que o indutor de resistência pode ser capaz de reduzir a virulência do fungo *in vivo*. Esta hipótese é ainda reforçada uma vez que diversos autores têm verificado alta correlação entre a produção de cercosporina e a virulência de solados *C. nicotianae* e *C. coffeicola* (ALMEIDA et al., 2005; CHOQUER et al., 2005; SOUZA et al., 2012).

Dessa forma, é provável que o nível de controle da cercosporiose observado nas mudas tratadas com produto a base de ácido fosforoso, se deva principalmente à sua toxidez direta ao

fungo *C. coffeicola*. Diferentemente, o controle da doença promovido pela aplicação de ASM pode se dever à combinação de toxidez direta e à inibição da produção de cercosporina, reduzindo a virulência do patógeno. Estudos complementares devem ser realizados a fim de verificar se o tratamento com ácido fosforoso + nitrogênio (Systemic) é capaz de aumentar a atividade de enzimas de defesa no cafeeiro e até mesmo em outras culturas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de não haver relatos acerca dos efeitos de produtos a base de ácido fosforoso, o tratamento testado no presente estudo apresentou grande potencial no manejo de *C. Coffeicola* em viveiros. Sendo assim, é fundamental que novos trabalhos sejam realizados a fim de explorar sua efetividade no controle de doenças e elucidar seu modo de ação, verificando se eles realmente atuam na indução de respostas de defesa no hospedeiro.

Ensaio de análise de atividade enzimática podem ser um bom complemento para este estudo, a fim de inferir a influência dos tratamentos na ativação de mecanismos de defesa da planta. Podem também ser testadas diferentes doses dos produtos para verificar sua influência no desenvolvimento das plantas, medindo-se variáveis como altura de plantas, número de ramos, número de nós, peso de matéria seca, entre outros.

Estudar os tratamentos em condições de campo também é de suma importância, a fim de verificar seus efeitos em lavouras já formadas e assim estabelecer um melhor posicionamento dos produtos.

6. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo *in vitro* demonstram que o tratamento de mudas de cafeeiro com fertilizante foliar à base de ácido fosforoso + nitrogênio promove significativo controle da severidade de cercosporiose, o que pode estar relacionando ao efeito tóxico direto que este produto induz no patógeno.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. M. R.; PIUGA, F. F.; MARIN, S. R. R.; BINNECK, E.; SARTORI, F.; COSTAMILAN, L. M.; TEIXEIRA, M. R. O.; LOPES, M. Pathogenicity, molecular characterization, and cercosporin content of Brazilian isolates of *Cercospora kikuchii*. **Fitopatol Bras** 30:594–602. 2005.
- AMARAL, D.R. **Indução de resistência em cafeeiro contra *Cercospora coffeicola* por eliciadores abióticos e extratos vegetais**. 96p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2005.
- AMARAL, D. R. et al. Silicato de potássio na proteção do cafeeiro contra *Cercospora coffeicola*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 33, n. 6, p. 425- 431, Nov. 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ (ABIC). Disponível em: <www.abic.com.br>. Acesso em 01 de Jul.2020.
- BARGUIL, B. M. et al. Effect of extracts citric biomass, rusted coffee leaves and coffee berry husks on *Phoma costarricensis* of coffee plants. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 5, p. 535-537, set./out. 2005.
- BRUZAMARELLO, J., FRANCESCHI, V. T., DALACOSTA, N. L., GONÇALVES, I., MAZARO, S. M., REIS, E. Potencial de fosfitos na indução da resistência em plantas de soja. **Cultura Agrônômica: Revista de Ciências Agrônômicas**, 27(3), 263-273. 2018.
- CAFEICULTURA. Classificação botânica do café. **Cafeicultura: a revista do agronegócio**. 2008. Disponível em: <www.revistacafeicultura.com.br>. Acesso em 28 de Jun2020.
- CAFEICULTURA. Origem do café. **Cafeicultura: a revista do agronegócio**. 2016. Disponível em: <www.revistacafeicultura.com.br>. Acesso em 28 de Jun2020.
- CARVALHO, A. C.; CARVALHO, D. F.; FILGUEIRAS, G. C.; ARAÚJO, A. C. S; CARVALHO, A. V. Panorama e importância econômica do café no mercado internacional de commodities agrícolas: uma análise espectral. Belém: **Agroecossistemas**, v. 9, n. 2, p. 223 – 249. 2017.
- CARVALHO, E. A. Indutores de resistência no manejo da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyshizi* Sydow & P. Sydow). **PhD Thesis**. Tese (doutorado)-Universidade Federal de Lavras. 2010. 65f. 2010.
- CARVALHO, V. L.; CHALFOUN, S. M. Cercospora: doença do cafeeiro também chamada de “olho pardo” ou “olho de pomba”. (**Informe Tecnológico**, 026). Lavras: UFLA, 2001.
- CAVALCANTI, F. R. et al. Acibenzolar-S-metil e Ecolife® na indução de respostas de defesa do tomateiro contra a mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 372-380, jul./ago. 2006.

CHALFOUN, S. M. **Doenças do cafeeiro**: importância, identificação e métodos de controle. Lavras: UFLA/FAEPE. p. 93, 1997.

CHOQUER, M., DEKKERS, K. L., CHEN, H., CAO L., UENG, P. P., DAUB, M. E., CHUNG, K. The CTB1 gene encoding a fungal polyketide synthase is required for cercosporin biosynthesis and fungal virulence of *Cercospora nicotianae*. **Molecular Plant Microbe Interactions** 18:468–476. 2005.

COHEN, M.D.; COFFEY, M.D. Systemic fungicides and the control of oomycetes. **Annual Review of Phytopathology**, v.24, p.311-338, 1986.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em 07 de Jul.2020.

COOKE, M. C. *Cercospora coffeicola*. **Grevillea**, v. 9, p. 99, 1881.

COSTA, B. H. G. et al. Suppression of rust and brown eye spot diseases on coffee by phosphites and Byproducts of coffee and citrus industries. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 162, n. 10, p. 635-642, Oct. 2014.

CUSTÓDIO, A. A. P.; POZZA, E. A.; GUIMARÃES, S. S. G.; KOSHIKUMO, É.S. M.; HOYOS, J. M. A.; SOUZA, P. E. Comparison and validation of diagrammatic scales for brown eye spots in coffee tree leaves. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1067-1076, nov./dez. 2011.

DAUB, M. E.; HERRERO, S.; CHUNG, K. R. Photoactivated perylenequinone toxins in fungal pathogenesis of plants. **FEMS Microbiology Letters**, Birmingham, v. 252, n. 2, p. 197-206, Nov. 2005.

ESHLAGHI, L. et al. Phosphite primed defence responses and enhanced expression of defence genes in *Arabidopsis thaliana* infected with *Phytophthora cinnamomi*. **Plant Pathology**, Bethesda, v. 60, n. 6, p. 1086-1095, Dec. 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

GODARD, J. F.; ZIADI, S.; MONOT, C.; CORRE, D. L.; SILUÉ, D. Benzothiadiazole (ASM) induces resistance in cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) to downy mildew of crucifers caused by *Peronospora parasitica*. **Crop Protection**, v.18, p.397-405, 1999.

GODOY, C. V.; BERGAMIN FILHO, A.; SALGADO, C. L. Doenças do cafeeiro. In: KIMATI, H. et al. (Ed.). **Manual de fitopatologia. vol. 2**: doenças das plantas cultivadas. 3. ed. Viçosa, MG: Agrônômica Ceres. v. 2, p. 184-200. 1997.

GODOY, L. J. G. et al. Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 217-226, jan./fev. 2008.

GUEST, D.I.; BOMPEIX, G. The complex action mode of action of phosphate. **Australasian Plant Pathology**, Orange, v.19, p.113-115, 1990.

GUIMARÃES, P. T. G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; VENEGA, V. H. A. (Ed.). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG. p. 289-302. 1999.

GUIMARÃES, S. G.; RESENDE, M. L. V.; SANTOS, D. M.; MONTEIRO, A. C. A.; VASCONCELOS, V. A. M.; SILVA JÚNIOR, M. B. Indutores de resistência no controle da cercosporiose do cafeeiro: análise de genes relacionados à defesa. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 308-317, jul./set. 2016.

GUZZO, S. D. et al. Ação protetora de acibenzolar-S-metil em plantas de cafeeiro contra ferrugem. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 68, n. 1, p. 89-94, 2001.

HORBACH, R.; NAVARRO-QUESADA, A. R.; KNOGGE, W.; DEISING, H. B. When and how to kill a plant cell: Infection strategies of plant pathogenic fungi. **Journal of Plant Physiology** 168:51-62. 2011.

ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso coffee: The science of quality**. Academic Press limited, London, Second edition. 398p. 2005.

IRITI, M.; FAORO, F. Does benzothiadiazole induced resistance increase fitness cost in bean? **Journal of Plant Pathology**, Bari, v. 85, n. 4, p. 265-270, Special. 2003.

JACKSON, T. J. et al. Action of the fungicide phosphite on *Eucalyptus marginata* inoculated with *Phytophthora cinnamomi*. **Plant Pathology**, Bethesda, v. 49, n. 1, p. 147-154, Feb. 2000.

LIMA, L. M.; POZZA, E. A.; SANTOS, F. S. Relationship between incidence of brown eye spot of coffee cherries and the chemical composition of coffee beans. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 160, n. 4, p. 209-211, Feb. 2012.

LOON, L. C. van; BARKER, P.; AH, M.; PIETERSE, C. M. J. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v.36, p. 453-483, 1998.

LOUWS, E. J.; WILSON, M.; CAMPBELL, H. L.; CUPPELS, D. A.; JONES, J. B.; SHOEMAKER, P. B.; SAHIN, F.; MILLER, S. A. Field control of bacterial spot and bacterial speck of tomato using a plant activator. **Plant Disease**, v.85, p.481-488, 2001.

MACHINANDIARENA, M. F. et al. Potassium phosphite primes defense responses in potato against *Phytophthora infestans*. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 169, n. 14, p. 1417-1424, 2012.

MAGUIRE, J. D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, 2:176-177; 1962.

MARCHI, C. E.; BORGES, M. F.; RESENDE, M. L. V. Proteção induzida por benzotiadiazole contra a ferrugem-alaranjada (*Hemileia vastatrix*) em cafeeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 1103-1106, set./out. 2002

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendação**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ. 387 p. 2002.

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.

MESQUITA, C. M. D., REZENDE, J. E., CARVALHO, J. S., FABRI JUNIOR, M. A., MORAES, N. C., DIAS, P. T., & ARAÚJO, W. G. **Manual do café: distúrbios fisiológicos, pragas e doenças do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Belo Horizonte: EMATER-MG. p.22-42. 2016

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Disponível em: <www.gov.br/agricultura/> Acesso em: 01 de Jul.2020.

NOJOSA, G.B.A. **Efeito de indutores na resistência de *Coffea arabica* L. a *Hemileia vastatrix* Berk & Br. e *Phoma costarricensis* Echandi**. 102p. Tese (Doutorado em Fitopatologia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2003.

NOJOSA, G. B. A. et al. Efeito de indutores de resistência em cafeeiro contra a mancha de Phoma. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 35, n. 1, p. 60-62, jan./fev. 2009.

OLIVEIRA, J. A. Efeito do tratamento fungicida em sementes e no controle de tratamento de plântulas de pepino (*Cucumis sativus* L.) e pimentão (*Capsicum annuum* L.). 111 f. **Dissertação** (Mestrado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras; 1991.

PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Hospedeiro: mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres. p. 443. 1995.

PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Indução de Resistência em plantas a patógenos e insetos. In: CAVALCANTI, L. S.; DI PERO, R. M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S. F.; RESENDE, M. L. V.; ROMEIRO, R. S. (ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres. p. 443. 1995.

PASCHOLATI, S. F.; MELO, T. A.; DALIO, R. J. D. Indução de Resistência contra patógenos: definição e perspectivas de uso. **Visão Agrícola**. n. 13, p. 110-112, jul/dez 2015.

PASCHOLATI, S. F. Resultados com resistência induzida no Brasil. In: SIMPÓSIO DE BIOLOGIA MOLECULAR DA RESISTÊNCIA DE PLANTAS A PATÓGENOS: aplicações no manejo integrado de fitodoenças, 1., 2002, Lavras. Resumos... Lavras: UFLA, p. 120. 2002.

PATRÍCIO, F. R. A. et al. Effectiveness of acibenzolar-S-methyl, fungicides and antibiotics for the control of brown eye spot, bacterial blight, brown leaf spot and coffee rust in coffee. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 152, n. 1, p. 29-39, 2007.

- PATRÍCIO, F. R. A.; BRAGHINI, M. T.; FAZUOLI, L. C. Resistência de plantas de *Coffea arabica*, *C. canephora* e híbridos interespecíficos à cercosporiose. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 883-890, Dec. 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.
- POLASTRO, D. Estudos dos casos de intoxicação ocasionados pelo uso de agrotóxicos no Estado do Paraná, durante o período de 1993 a 2000. Dissertação (Mestrado) 116p. – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005.
- POZZA, A. A. A. et al. Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 185- 188, mar. 2004.
- RESENDE, M. L. V. et al. Produtos comerciais à base de bioindutores de resistência em plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 14, p. 361-380, 2006b.
- RIBEIRO JÚNIOR, P. M. **Fosfitos na proteção e na indução de resistência do cafeeiro contra *Hemileia vastatrix* e *Cercospora coffeicola***. 2008. 107 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- SHANER, G.; FINNEY, R. F. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 67, n. 8, p. 1051-1056, Aug. 1977.
- SILVA, M. B. et al. **Extratos de plantas e seus derivados no controle de doenças e pragas** In: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J de.; PALLINI FILHO, A. (Coord.). Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica. Viçosa: EPAMIG. p. 33-54. 2010.
- SILVA, O. C. et al. Potassium phosphite for control of downy mildew of soybean. **Crop Protection**, Guildford, v. 30, n. 6, p. 598-604, 2011.
- SOUZA, A. G. C. et al. Infection process of *Cercospora coffeicola* on coffee leaf. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 159, n. 1, p. 6-11, Jan. 2011.
- SOUZA, A. G. C.; MAFFIA, L. A.; MIZUBUTI, E. S. G. Cultural and aggressiveness variability of *Cercospora coffeicola*. **Journal of Phytopathology** 160:540- 546. 2012.
- WEITZ, J. H., BALLARD, A. L., CAMPBELL, C. D., & KILLHAM, K. The effect of culture conditions on the mycelial growth and luminescence of naturally bioluminescent fungi. **FEMS Microbiology Letters**, 202(2), 165– 170. 2001.
- YAMAZAKI, S.; OGAWA, T. The chemistry and stereochemistry of cercosporin. **Agricultural and Biological Chemistry**, 36, 1707–1718. 1972.

ZAMBOLIM L.; VALE F.X.R.; ZAMBOLIM E.M. Doenças do cafeeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E. (Ed.). **Manual de Fitopatologia. vol. 2:** Doenças das plantas cultivadas. 4.ed. São Paulo: Ceres. p.165-180. 2005.