



BRUNO HENRIQUE GARCIA COSTA

**MANEJO DA FERRUGEM E DA
CERCOSPORIOSE DO CAFEIEIRO COM
PRODUTOS ALTERNATIVOS, FUNGICIDA E
SUAS ASSOCIAÇÕES, EM CONDIÇÕES DE
CAMPO**

LAVRAS - MG

2012

BRUNO HENRIQUE GARCIA COSTA

**MANEJO DA FERRUGEM E DA CERCOSPORIOSE DO CAFEIEIRO
COM PRODUTOS ALTERNATIVOS, FUNGICIDA E SUAS
ASSOCIAÇÕES, EM CONDIÇÕES DE CAMPO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitopatologia, área da concentração em Fitopatologia, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

PhD. Mário Lúcio Vilela de Resende

LAVRAS - MG

2012

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Costa, Bruno Henrique Garcia.

Manejo da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro com produtos alternativos, fungicida e suas associações, em condições de campo / Bruno Henrique Garcia Costa. – Lavras : UFLA, 2012.

51 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: Mário Lúcio Vilela de Resende.

Bibliografia.

1. *Cercospora coffeicola*. 2. Indução de resistência. 3. Fosfitos.
4. *Hemileia vastatrix*. 5. Doenças fúngicas. 6. *Coffea arabica*. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.7394

BRUNO HENRIQUE GARCIA COSTA

**MANEJO DA FERRUGEM E DA CERCOSPORIOSE DO CAFEIEIRO
COM PRODUTOS ALTERNATIVOS, FUNGICIDA E SUAS
ASSOCIAÇÕES, EM CONDIÇÕES DE CAMPO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitopatologia, área da concentração em Fitopatologia, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 10 de setembro de 2012.

Dr. Rubens José Guimarães UFLA

Dr. Eduardo Alves UFLA

PhD. Mário Lúcio Vilela de Resende
Orientador

LAVRAS - MG

2012

Ao meu pai, José Tarcísio que, hoje, do céu, acompanha mais esta vitória, pelo amor, confiança, dedicação e pela grandiosa contribuição para que esta etapa fosse realizada.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde e paz em todos os momentos.

À Universidade Federal de Lavras, em especial aos funcionários, professores e estudantes.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro.

Aos funcionários, professores e estudantes do Departamento de Fitopatologia.

Aos amigos do Laboratório de Fisiologia do Parasitismo, Moisés, Marcelo, Dario, Manoel, Marcinho, Rodolfo, Ana Cristina, Deila, Vanessa, Camila, Camila Lage, Kátia, Eliane, Josi, Sandra, Joyce e, em especial, ao pós-doutorando Pedro, pela disposição para ensinar.

Ao professor e orientador Mário Lúcio, pelos ensinamentos, amizade e confiança.

Aos professores Dr. Eduardo Alves e Dr. Rubens José Guimarães, pela participação na banca de defesa.

À minha mãe, Ana Hercília; ao meu irmão, Cássio e aos demais familiares, pela confiança e dedicação.

A Etiény, pelo amor, companheirismo e carinho.

A todos que, de certa forma, contribuíram para que mais esta etapa fosse cumprida, obrigado!

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de formulações à base de subprodutos das indústrias de café e citros, formulações de fosfitos, e as associações destes e também com fungicida, no manejo da ferrugem e cercosporiose do cafeeiro, em condições de campo. O ensaio foi realizado em cafeeiro da cultivar Catuaí Vermelho IAC 99, com seis anos de idade. Foram utilizados os tratamentos Reforce Mn (fosfíto de manganês) 3,0 L ha⁻¹, Fortaleza (fosfíto de potássio + formulação à base de subproduto da indústria de citros) 3,0 L ha⁻¹, Fitoforce Full (formulação à base de subproduto da indústria de café a 1º Brix + nutrientes), fungicida (ciproconazol + azoxistrobina) 0,5 L ha⁻¹ e as associações Reforce Mn + ET 64 (formulação à base de subproduto da indústria de café a 1º Brix), Reforce Mn + fungicida, Fortaleza + ET 64, Fortaleza + fungicida, Reforce Mn + Fortaleza, Reforce Mn + Fortaleza + fungicida, ET 64 + fungicida e uma testemunha sem pulverização. Os tratamentos foram aplicados em quatro épocas (dezembro, janeiro, fevereiro e março) das safras 2010/2011 e 2011/2012 à exceção do fungicida, que foi pulverizado duas vezes, quando aplicado isoladamente (dezembro e fevereiro) e apenas no mês de fevereiro, quando em associação com as outras formulações. Avaliou-se o efeito destes na intensidade da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro, além da produtividade e do enfolhamento. As formulações à base de subprodutos das indústrias de café e citros e as formulações de fosfitos (Fortaleza, Reforce Mn e Fitoforce Full) promoveram redução na intensidade da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro, com conseqüente redução da desfolha e aumento da produtividade. Os tratamentos com Reforce Mn e Reforce Mn + Fortaleza proporcionaram aumentos na produtividade de 72% e 88%, respectivamente, no ano de alta produtividade, sendo este aumento semelhante ao proporcionado pelo tratamento com fungicida. A associação dos indutores de resistência ao fungicida permitiu a redução de 50% da aplicação deste, mantendo a eficiência no controle da ferrugem e da cercosporiose e os níveis de enfolhamento e produtividade dos cafeeiros.

Palavras-chave: Indução de resistência. Fosfitos. *Hemileia vastatrix*. *Cercospora coffeicola*. *Coffea arabica*.

ABSTRACT

The present work was carried out with the purpose of evaluating the effect of formulations of coffee and citrus industry byproducts, phosphite formulations and the associations of these ones and also with fungicide in the management of rust and coffee plant brown eye spot under field conditions. The trial was realized on coffee plant six years old of the Catuaí Vermelho IAC 99 cultivar. The following treatments were used: Reforce Mn (manganese phosphite) 3.0 L ha⁻¹, Fortaleza (potassium phosphite + formulation based upon citrus industry byproduct) 3.0 L ha⁻¹, Fitoforce Full (formulation based upon the coffee industry byproduct at 1° Brix + nutrients), fungicide (azoxystrobin + cyproconazole) 0,5 L ha⁻¹ and the associations Reforce Mn + ET 64 (coffee industry byproduct at 1° Brix), Reforce Mn + fungicide, Fortaleza + ET 64, Fortaleza + fungicide, Reforce Mn + Fortaleza, Reforce Mn + Fortaleza + fungicide, ET 64 + fungicide and a control with no spraying. The treatments were applied in four times (December, January, February and March) of the 2010/2011 and 2011/2012 crops, except for the fungicide, which was sprayed twice when applied singly (December and February) and only in the month of February when in combination with the other formulations. The effect of these upon the intensity of rust and coffee plant brown eye spot in addition to yield and leaf retention was evaluated. The formulations based on coffee and citrus industry byproducts and phosphite formulations (Fortaleza, Reforce Mn and Fitoforce Full) promoted the control of rust and coffee plant brown eye spot with a consequent reduction of defoliation and increase in yield. The treatments with both Reforce Mn and Reforce Mn + Fortaleza provided increases of yield of 72 and 88%, respectively, in the years which presented high yields, this increase being similar to the one provided by the treatment with fungicide. The association of the resistance inducers to the fungicide enabled the reduction of 50% of the application of this, keeping the efficiency in the control of both rust and brown eye spot and the levels of leaf retention and yield of the coffee plants.

Keywords: Induction of resistance. Phosphites. *Hemileia vastatrix*. *Cercospora coffeicola*. *Coffea arabica*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Ferrugem do cafeeiro	12
2.2	Cercosporiose do cafeeiro	13
2.3	Indução de resistência no manejo de doenças	15
2.4	Relação entre a nutrição mineral e doença	18
3	MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1	Área experimental	21
3.2	Delineamento experimental	21
3.3	Produtos utilizados	21
3.4	Avaliação da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro.	24
3.5	Avaliação do enfolhamento dos cafeeiros	24
3.6	Avaliação da produção dos cafeeiros	24
3.7	Nutrição do cafeeiro	25
3.8	Análise dos dados	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1	Intensidade da ferrugem do cafeeiro	26
4.2	Intensidade da cercosporiose do cafeeiro	32
4.3	Produção e enfolhamento dos cafeeiros	37
5	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS	42
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
	ANEXOS	50

1 INTRODUÇÃO

O cafeeiro (*Coffea* sp.) pertence à família Rubiaceae e é amplamente cultivado em países tropicais. Entre as espécies cultivadas, *Coffea arabica* e *Coffea canephora* são as mais importantes, economicamente.

O Brasil é o principal produtor e exportador mundial de café, estando prevista produção de 50,5 milhões de sacas de 60 kg do produto beneficiado para a safra 2012. O estado de Minas Gerais contribui com, aproximadamente, 52% da produção nacional, destacando-se como o maior produtor brasileiro (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2012).

A ferrugem alaranjada, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., foi constatada no Brasil em janeiro de 1970 e logo se disseminou por todo o país. Os danos causados pela doença são, principalmente, indiretos, pela indução de desfolha. A queda precoce das folhas resulta em menor vingamento da florada, dos chumbinhos e também seca dos ramos plagiotrópicos, comprometendo, em alguns casos, em até 50% a produção do cafeeiro (ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005). A severidade da ferrugem e os prejuízos ocasionados na produção, de modo geral, variam de região para região e de ano para ano, em decorrência da carga pendente dos cafeeiros e das condições climáticas prevalecentes (POZZA, 2004; ZAMBOLIM; VALE, 2003).

Outra doença de considerável importância na cafeicultura é a cercosporiose, ou mancha-de-olho-pardo, causada por *Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke. Trata-se de uma das doenças mais antigas do cafeeiro, tanto na América do Sul como América Central e encontra-se disseminada por todas as regiões produtoras. O que torna essa doença ainda mais importante é o fato de se constituir um problema desde as mudas no viveiro até os plantios no campo (CHALFOUN, 1997; ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005). A

cercosporiose tem como fatores de predisposição a insolação intensa e o desequilíbrio nutricional (POZZA et al., 2000). As plantas doentes apresentam desfolha, redução no desenvolvimento e raquitismo, levando a uma diminuição na produção do cafeeiro (CHALFOUN, 1997).

No campo, o principal método de controle dessas doenças é o químico. Porém, existem considerações sobre o uso de fungicidas na agricultura, como oneração do custo de produção, degradação dos recursos naturais, problemas de intoxicação de aplicadores de defensivos agrícolas, aumento dos riscos da presença de resíduos nos produtos colhidos, assim como o surgimento de raças resistentes dos fungos (ZAMBOLIM; VALE, 2003). Dessa forma, há a necessidade de intensificar a investigação e o desenvolvimento de alternativas efetivas e soluções sustentáveis no controle de fitopatógenos (DELIOPOULOS; KETTLEWELL; HARE, 2010).

Diante disso, a indução de resistência em plantas pode ser uma medida promissora de controle, envolvendo a ativação de mecanismos de defesa latentes existentes nas mesmas, representados por barreiras bioquímicas ou estruturais, que aumentam a resistência geral em resposta a tratamentos com agentes bióticos e abióticos (UKNES et al., 1996). A utilização de fertilizantes foliares, como os fosfitos, ganhou importância no controle de doenças de plantas nos últimos anos, uma vez que podem, além de atuar na nutrição, agir diretamente sobre o patógeno e também ativar a defesa natural das plantas (JACKSON et al., 2000; NOJOSA et al., 2009). Outra opção que pode ser utilizada no manejo de doenças de plantas, que vem despertando o interesse dos especialistas da área, é o uso de formulações à base de extratos vegetais possuidores de substâncias bioativas, capazes de atuar como indutores de resistência (TOYOTA, 2008).

Entretanto, a indução de resistência em cafeeiros é uma tecnologia pouco explorada, sendo necessários maiores estudos (COSTA; ZAMBOLIM; RODRIGUES, 2007). Dessa maneira, objetivou-se, com o presente trabalho,

avaliar o efeito de formulações à base de subprodutos das indústrias de café e citros, formulações de fosfitos, associados entre si e também com fungicida, no manejo da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro em condições de campo, buscando fornecer métodos alternativos de manejo dessas doenças.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Ferrugem do cafeeiro

O agente etiológico da ferrugem do cafeeiro é o fungo biotrófico *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., pertencente à família Pucciniacea, ordem Uredinales, classe Basidiomycetes. Apresenta ciclo de vida incompleto, pois, até o momento, as fases de pécnio e écio são desconhecidas (ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005).

O patógeno infecta a face inferior das folhas, onde aparecem pequenas manchas de coloração amarelo-pálida, de 1 a 3 mm de diâmetro, que evoluem, atingindo até 2 cm, apresentando aspecto pulverulento, com produção de urediniósporos de coloração amarelo-alaranjada. Na face superior das folhas, a doença causa manchas cloróticas amareladas, correspondendo aos limites da pústula na face inferior (COSTA; ZAMBOLIM; RODRIGUES, 2007). Uma única folha pode conter centenas de pústulas que podem coalescer, cobrindo completamente a folha. As lesões, com o progresso da doença, aumentam de tamanho, formando uma área necrótica central, com reduzida produção de esporos (ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005).

Por ser um fungo biotrófico e não sobreviver em restos de cultura ou como saprófita, *H. vastatrix* tem sua fonte de inóculo composta por folhas infectadas que, ao produzirem urediniósporos, cujo período de incubação pode chegar a três meses ou mais, tornam-se fonte de inóculo para a próxima estação. Sua disseminação ocorre mais eficientemente pela ação do vento, das gotas de chuva, do escorrimento da água pelas margens do limbo foliar para a superfície inferior e pela ação do homem, durante os tratos culturais (ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005).

Os principais prejuízos ocasionados pela ferrugem alaranjada consistem na redução da área foliar, devido à formação de lesões e queda precoce das folhas, causando a seca dos ramos plagiotrópicos e provocando, gradualmente, a deformação das plantas. A desfolha acarreta em redução do florescimento, da frutificação e perda de vigor das plantas, reduzindo, conseqüentemente, a produtividade e a qualidade dos frutos (MATIELLO et al., 2002).

Várias táticas de manejo da doença podem ser adotadas como controle químico, genético e cultural. Entretanto, em várias regiões do país, mesmo onde se adotam as práticas culturais adequadas, a ferrugem tem sido um problema, exigindo cada vez mais aplicações de fungicidas. O plantio de cultivares resistentes seria, então, a principal maneira de reduzir a quantidade de fungicidas aplicados no cafeeiro, não fosse o aparecimento de novas raças fisiológicas do fungo nessas cultivares, dificultando, assim, o manejo da doença por meios puramente genéticos (ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005).

2.2 Cercosporiose do cafeeiro

Conhecida também por mancha-de-olho-pardo ou olho-de-pomba, a cercosporiose é causada pelo fungo *Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke., pertencente à família Dematiaceae, ordem Moniliales, classe dos fungos mitospóricos (ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005).

Os sintomas nas folhas manifestam-se como manchas circulares, de coloração castanho-clara a escura, com centro branco-acinzentado, quase sempre envolvidas por halo amarelo, dando à lesão um aspecto de olho. No centro das lesões aparecem pequenas pontuações escuras que correspondem a estruturas reprodutivas do fungo. Nos frutos, as lesões surgem próximo à maturação, caracterizadas por pequenas manchas necróticas, deprimidas, de coloração marrom ou arroxeadas, desenvolvendo-se no sentido polar dos frutos. Tais lesões

tornam-se escuras e ressecam a polpa, dificultando o despolpamento. Além disso, a maturação do fruto é acelerada, aumentando o número de grãos chochos e sua queda prematura (ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005).

A doença, normalmente, causa intensa desfolha da planta e seca dos ramos. A desfolha é causada, principalmente, pela grande produção de etileno no processo de necrose, bastando uma lesão por folha para causar sua queda, podendo diminuir consideravelmente a sua produção. Os prejuízos com a cercosporiose ganharam maior importância econômica com a implantação de lavouras nos cerrados ou em regiões altas e com solos pouco férteis, pois existe grande relação entre o ataque do fungo e a nutrição mineral das plantas (POZZA et al., 2000).

Alta umidade relativa e temperaturas amenas são condições ideais para o desenvolvimento do fungo. Condições de alta luminosidade e alta carga pendente também contribuem para o progresso da doença. Quando a planta tem alta carga pendente, os frutos drenam grande parte dos nutrientes das folhas para completar seu desenvolvimento e, assim, a folha fica mais suscetível à doença (ZAMBOLIM; VALE, 2003). Nas mudas em viveiros, a incidência do fungo é favorecida por excesso de irrigação ou por deficiência hídrica, desequilíbrio nutricional e insolação. Por conseguinte, as plantas apresentam desfolha intensa, tornando-se raquíticas e impróprias para o plantio (FERNANDEZ-BORRERO; MESTRE; DUQUE, 1966).

Como medidas de manejo da cercosporiose, algumas práticas culturais podem ser adotadas, principalmente em condições de viveiro, como controle da irrigação e da luminosidade e utilização de substratos equilibrados e com boas propriedades físicas. No campo, o principal método de controle da doença é o químico. No entanto, uma prática alternativa é manejar a nutrição mineral para aumentar a tolerância à doença (MARSCHNER, 1995). A nutrição mineral

contribui de maneira significativa para reduzir a severidade da cercosporiose em cafeeiro (POZZA et al., 2000).

2.3 Indução de resistência no manejo de doenças

Para se defender contra o ataque de vírus, bactérias, fungos, nematoides e insetos, as plantas possuem barreiras químicas e mecânicas constitutivas pré-formadas, bem como um sistema de defesa induzível (MONTESANO; BRADER; PALVA, 2003). A indução de resistência é definida como o aumento da capacidade de defesa da planta contra um amplo espectro de organismos fitopatogênicos (LOON; BAKKER; PIETERSE, 1998). A resistência resultante é proporcionada por um agente indutor que ativa os mecanismos de defesa na planta, os quais se encontram na forma latente (HAMMERSCHMIDT; KUC, 1982). Essa ativação pode ser obtida pelo tratamento com agentes bióticos, ou seja, formas avirulentas de patógenos, raças incompatíveis, em determinadas circunstâncias, por formas virulentas de patógenos, extratos vegetais, extratos de fungos (STANGARLIN; PASCHOLATI, 1997) ou por ativadores abióticos, como o ácido aminobutírico, o ácido 2,6-dicloroisonicotínico e o acibenzolar-S-metil (COHEN, 1996).

A resistência induzida (RI) ativa mecanismos de defesa representados por barreiras bioquímicas e/ou estruturais, aumentando a resistência geral da planta (OLIVEIRA; PASCHOLATI; LEITE, 1997). A proteção obtida contra determinado patógeno pode ser local ou sistêmica, dependendo do intervalo de tempo entre o tratamento inicial (indutor) e a inoculação do patógeno (desafiador). Sua duração pode ser de poucos dias a algumas semanas ou, mesmo, durar todo o ciclo de vida da planta (PASCHOLATI; LEITE, 1995), passando, assim, a funcionar como um mecanismo de defesa constitutivo da mesma.

Alguns autores dividem a RI em duas categorias, a resistência sistêmica adquirida (RSA) (STICHER; MAUCH-MANI; METRAUX, 1997) e a resistência sistêmica induzida (RSI) (LOON; BAKKER; PIETERSE, 1998). Na primeira, a resistência se desenvolve sistemicamente ou localizadamente em resposta a um patógeno que causa uma reação de hipersensibilidade (HR) ou por aplicação exógena de ácido salicílico ou compostos sintéticos, como o estér S-metil do ácido benzo [1,2,3] tiadiazol-7-carbotioico (ASM) e o ácido 2,6-dicloroisonicotínico (INA). Nesta, a resistência expressa, geralmente, é efetiva contra um amplo espectro de patógenos e está associada com a produção de proteínas relacionadas à patogênese (PRPs). Muitas delas têm atividade antimicrobiana e são excelentes marcadores moleculares para a resposta de resistência (HAMMERSCHMIDT; SMITH-BECKER, 1999). Já na RSI, a molécula sinalizadora é mediada pelo ácido jasmônico e o etileno, sem envolver a expressão imediata de PR proteínas (LOON; BAKKER; PIETERSE, 1998).

Os indutores de resistência atuam como moléculas sinalizadoras de respostas de defesa. Ao serem reconhecidas pelas células vegetais, induzem a expressão de genes que codificam a síntese de compostos de resistência, impedindo ou dificultando o estabelecimento e/ou o desenvolvimento do patógeno (MÉTRAUX, 2001).

Uma forma de manejo de doenças do cafeeiro, que desperta o interesse dos especialistas, é baseada na utilização de produtos naturais, com extratos de plantas ou subprodutos da cadeia produtiva do café, como extratos de folhas ou de casca dos frutos de café (AMARAL, 2005; RESENDE et al., 2004). No campo, esses produtos podem ser utilizados no intuito de reduzir o impacto da aplicação de fungicidas convencionais, sendo compatíveis com as técnicas utilizadas na “agricultura orgânica”. Por se tratarem de tecnologias mais limpas, a partir de matéria-prima reciclável existe a possibilidade de substituir

paulatinamente a aplicação de fungicidas pelo uso dessas formulações, seja isoladamente ou combinadas/alternadas entre si (TOYOTA, 2008).

A utilização de extratos de casca e de folhas de café infectadas com *H. vastatrix* proporcionou a proteção de mudas de café contra o patógeno *Phoma costarricensis*. Foi observada redução na porcentagem da mancha-de-phoma, de 20% e 38%, para extrato de casca de café e extrato de folhas de café com ferrugem, respectivamente (BARGUIL et al., 2005; RESENDE et al., 2004). Santos et al. (2007) observaram, em testes de campo, que o tratamento com extrato de folhas de café reduziu a área abaixo da curva de progresso da mancha-de-phoma, comparada à testemunha pulverizada com água. Amaral (2005) observou diminuição na intensidade da cercosporiose em plantas tratadas com extrato de casca de café e com extrato de folhas de café com ferrugem. Além disso, esses indutores promoveram aumentos na atividade de peroxidases e no teor de lignina. Em tomateiro, extrato de folhas de café induziu a expressão de genes de defesa, além de proporcionar maior atividade das enzimas de defesa peroxidase, quitinase e β -1,3-glucanase (MEDEIROS et al., 2009).

Pesquisas realizadas com extratos à base de casca laranja, visando o controle de doenças de plantas por meio da indução de resistência, são bastante promissoras. Estas substâncias apresentam alta concentração de pectinas, as quais podem ser fragmentadas, mecânica (moagem), física (calor) e/ou enzimaticamente em oligogalacturonídeos (OGAs), potentes eliciadores de respostas de defesa em plantas (CÔTÉ; HAHN, 1994). A pulverização de extrato de casca de laranja, na concentração 50%, em mudas de cafeeiro inoculadas com *H. vastatrix* foi eficiente, proporcionando 82% de redução na intensidade da ferrugem (XAVIER, 2011).

2.4 Relação entre a nutrição mineral e doença

A nutrição mineral é um fator ambiental passível de ser manipulado pelo homem com relativa facilidade e utilizado como complemento ou método alternativo no controle de doenças (MARSCHNER, 1995). A nutrição mineral de uma planta determina, em grande escala, sua resistência ou suscetibilidade a doenças. Quando uma planta está enfraquecida por deficiência de algum nutriente, seu desenvolvimento torna-se comprometido, além de ela se tornar predisposta a infecções ocasionadas por patógenos (JARVIS, 1993).

Os nutrientes minerais estão envolvidos diretamente em todos os mecanismos de defesa da planta como componentes integrais das células, das membranas, das enzimas e dos transportadores de elétron ou como ativadores, inibidores e reguladores do metabolismo (HUBER, 1980). Muitos compostos produzidos por meio de rotas metabólicas secundárias são formados após a ocorrência da infecção, proporcionando maior resistência às doenças. Esses compostos são, geralmente, enquadrados como fitoalexinas, que se acumulam ao redor dos sítios de infecção, dependendo da disponibilidade dos vários nutrientes (GRAHAM; WEBB, 1991).

Em cafeeiros, o manejo nutricional é de fundamental importância, pois plantas com maior produção sofrem um desequilíbrio na nutrição, devido ao dreno de nutrientes das folhas para os frutos (GUIMARÃES et al., 2002). Desse modo, as deficiências e os desequilíbrios nutricionais provocam mudanças morfológicas e bioquímicas na planta, podendo tornar materiais genéticos mais suscetíveis à infecção por patógenos (SILVEIRA; HIGASHI, 2003).

Entre os produtos comercializados como fertilizantes foliares ricos em nutrientes, os fosfitos são frequentemente relatados na literatura inibindo o crescimento micelial e a esporulação do patógeno, além de agir como indutores de respostas de defesa em plantas (JACKSON et al., 2000; NOJOSA et al.,

2009; PANICKER; GANGADHARAN, 1999). Os fosfitos originaram-se do fungicida etil-fosfonato (fosetyl-Al), o qual, comprovadamente, induz a síntese de fitoalexinas em citrus (AFEK; STZEJNBERG, 1989). Ao reagir com uma base, o ácido fosforoso origina o fosfito. Na reação com hidróxido de potássio (KOH), por exemplo, tem-se a formação do sal fosfito de potássio. Mais recentemente, os fosfitos têm sido formulados como sais de manganês, cobre ou zinco e recomendados para o controle de oomicetos e de fungos causadores de podridões do colo, raiz, troncos e frutos (RESENDE et al., 2008). Esses produtos apresentam alta solubilidade e são rapidamente absorvidos pelas raízes e folhas (GUEST; GRANT, 1991; JACKSON et al., 2000).

A aplicação de fosfito em plantas sadias foi relacionada ao estímulo de mecanismos distintos de defesa, como, por exemplo, o aumento da transcrição de genes da via do ácido salicílico e do ácido jasmônico/etileno, a produção de proteínas de defesa, fitoalexinas e inibidores das hidrolases dos patógenos e, ainda, a fortificação de barreiras naturais dos tecidos por meio de aumento na produção de pectinas e lignina (ESHLAGHI et al., 2011; SALA et al., 2004).

De acordo com as informações de rótulo dos produtos comerciais, a aplicação de fosfito é sugerida para todo tipo de cultivo, incluindo cultura de grãos, olerícolas, ornamentais e fruteiras. Além de fornecer a prevenção e o controle de doenças causadas por fungos, associa-se o uso do fosfito à melhoria do estado nutricional das plantas, sobretudo nos estádios de aumento da atividade metabólica, quando a aplicação do produto representaria um fornecimento suplementar de nutrientes. Outros efeitos mencionados incluem equilíbrio nutricional das plantas, melhor amadurecimento e qualidade dos frutos, além da qualidade superior na pós-colheita (JUNQUEIRA et al., 2011; NOJOSA; RESENDE; RESENDE, 2005).

Alguns trabalhos têm apresentado resultados satisfatórios com a utilização de fosfitos como possíveis eliciadores de resistência contra doenças do

cafeeiro. Em mudas, fosfitos foram eficazes no controle de *Phoma costarricensis*, reduzindo a severidade da mancha-de-phoma, sem diferir em relação ao fungicida tebuconazole (NOJOSA et al., 2009). Ribeiro Júnior (2008) verificou que pulverizações de fosfitos de potássio, manganês e zinco em cafeeiros adultos, por dois anos consecutivos, proporcionaram reduções na severidade da ferrugem e da cercosporiose. Utilizando pulverizações com fosfito de cobre, Toyota (2008) observou, em ano de baixa produção, redução de 81% na severidade da ferrugem, semelhante ao controle obtido com pulverizações de epoxiconazole + piraclostrobin. Monteiro (2011) observou maior atividade de quitinase e de β -1,3-glucanase em folhas de cafeeiro, não inoculadas e tratadas com fosfito de manganês.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área experimental

O experimento foi conduzido em área experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em cafeeiro cultivar Catuaí Vermelho IAC 99, com seis anos de idade, suscetível à ferrugem e à cercosporiose, implantada no espaçamento de 3,5 m x 0,8 m. O experimento foi conduzido nas safras 2010/2011 e 2011/2012.

Durante o período de condução do experimento, a lavoura recebeu tratamentos culturais e adubação pertinentes ao sistema de manejo convencional. A quantidade de adubo aplicada foi recomendada com base na análise do solo após a colheita e em critérios de interpretação dos níveis de fertilidade propostos por Guimarães et al. (1999).

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi de blocos casualizados (DBC), com doze tratamentos e quatro repetições. Foram utilizadas dez plantas por parcela, das quais as seis centrais foram consideradas úteis para as avaliações.

3.3 Produtos utilizados

Os tratamentos utilizados foram formulações à base de subprodutos da indústria de café, de citros, o fosfito de manganês, o fosfito de potássio e um fungicida, isolados ou em associação. As composições dos produtos estão descritas na Tabela 1 e as doses e épocas de pulverização estão descritas na Tabela 2.

As pulverizações foram realizadas com a utilização de pulverizador costal motorizado, com volume de calda de 400 L ha⁻¹.

Tabela 1 Composição dos produtos utilizados no experimento de campo com cafeeiro cultivar Catuai Vermelho IAC 99

Produtos	Composição	Empresa
Reforce Mn	Fosfíto de manganês (P ₂ O ₅ e Mn)	Agrichem [®]
Fortaleza	Fosfíto de potássio (P ₂ O ₅ e K ₂ O) + Formulação à base de subproduto da indústria de citros	Agrichem [®]
ET 64 Produto experimental	Formulação à base de subproduto da indústria de café a 1° Brix	Agrofitness Tecnologia Agrícola Ltda.
Fitoforce Full Produto experimental	Formulação à base de subproduto da indústria de café a 1° Brix + nutrientes	Agrofitness Tecnologia Agrícola Ltda.*
PrioriXtra	(ciproconazol+azoxistrobina)	Syngenta [®]

*Empresa incubada na Universidade Federal de Lavras

Tabela 2 Tratamentos, épocas de pulverização e doses dos produtos que foram utilizados no experimento em cafeeiro cultivar Catuaí Vermelho IAC 99, em condições de campo

Tratamentos	Pulverizações	
	Épocas*	Dose
1. Reforce Mn	Dez., jan., fev., mar.	3,0 L.ha ⁻¹
2. Fortaleza	Dez., jan., fev., mar..	3,0 L.ha ⁻¹
3. Fitoforce Full	Dez., jan., fev., mar.	1° Brix
4. Fungicida**	Dez. ; Fev.	0,5 L.ha ⁻¹
5. Reforce Mn	Dez., jan., fev., mar.	3,0 L.ha ⁻¹
+ ET 64	Dez., jan., fev., mar.	1° Brix
6. Reforce Mn	Dez., jan., fev., mar.	3,0 L.ha ⁻¹
+Fungicida	Fev.	0,5 L.ha ⁻¹
7. Fortaleza	Dez., jan., fev., mar.	3,0 L.ha ⁻¹
+ ET 64	Dez., jan., fev., mar.	1° Brix
8. Fortaleza	Dez., jan., fev., mar.	3,0 L.ha ⁻¹
+ Fungicida	Fev.	0,5 L.ha ⁻¹
9. Reforce Mn	Dez., jan., fev., mar.	3,0 L.ha ⁻¹
+ Fortaleza	Dez., jan., fev., mar.	3,0 L.ha ⁻¹
10. Reforce Mn	Dez., jan., fev., mar.	3,0 L.ha ⁻¹
+Fortaleza	Dez., jan., fev., mar.	3,0 L.ha ⁻¹
+ Fungicida	Fev.	0,5 L.ha ⁻¹
11. ET 64 +	Dez., jan., fev., mar.	1° Brix
Fungicida	Fev.	0,5 L.ha ⁻¹
12. Testemunha	---	---

*Épocas de pulverização referentes às safras 2010/2011 e 2011/2012

**O tratamento fungicida foi pulverizado duas vezes, quando aplicado isoladamente (dezembro e fevereiro) e apenas no mês de fevereiro, quando em associação com as outras formulações

Fungicida: ciproconazol+azoxistrobina; Fortaleza: fosfito de potássio + formulação à base de subproduto da indústria de citros; Reforce Mn: fosfito de manganês; ET 64: formulação à base de subproduto da indústria de café a 1° Brix; Fitoforce Full: formulação à base de subproduto da indústria de café a 1° Brix + nutrientes

3.4 Avaliação da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro.

Foram avaliadas, mensalmente, a severidade e a incidência de ferrugem e de cercosporiose do cafeeiro. As avaliações foram realizadas em oito ramos plagiotrópicos por planta (quatro ramos de cada lado da linha de plantio, no terço médio das plantas). Em cada ramo foi avaliado o terceiro ou o quarto par de folhas, quantificando-se a severidade da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro de acordo com escalas diagramáticas propostas por Cunha et al. (2001) e Oliveira et al. (2001), respectivamente. A incidência da ferrugem e da cercosporiose foi determinada pela porcentagem do número de folhas com lesão em relação ao número de folhas avaliadas.

Os índices médios de incidência e severidade observados foram transformados em área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), determinada pela equação proposta por Shaner e Finney (1977).

3.5 Avaliação do enfolhamento dos cafeeiros

O acompanhamento do enfolhamento dos cafeeiros ocorreu em maio de 2011 e em junho de 2012, aproximadamente aos 30 dias antes da colheita, nos dois anos, de acordo com a escala diagramática preconizada por Boldini (2001), estabelecendo notas de 1 a 5, sendo 1 = 0% a 20% de enfolhamento; 2 = 21% a 40%; 3 = 41% a 60%; 4 = 61% a 80% e 5 = 81% a 100%.

3.6 Avaliação da produção dos cafeeiros

A colheita foi realizada por meio de derriçadora mecânica costal, nos meses de julho e junho, dos anos de 2011 e 2012, respectivamente. A produção foi determinada a partir da massa dos frutos colhidos nas plantas.

Posteriormente, procedeu-se à conversão para a produtividade (sacas de 60 kg de café beneficiado ha^{-1}), utilizando-se a seguinte fórmula: (Produtividade = $[(\text{kg/planta} \times 0,2) \times \text{número de plantas/ha}]/60 \text{ kg}$), em que se considera que 10 kg de café cereja equivalem a 2 kg de café beneficiado, ou seja, um rendimento em peso de 20% (CARVALHO et al., 2006).

3.7 Nutrição do cafeeiro

Avaliaram-se os teores nutricionais dos cafeeiros em fevereiro dos anos de 2011 e de 2012. A amostragem foi realizada no 3º ou no 4º par de folhas sem sintomas das doenças na altura média da copa, nos dois lados das plantas, constituindo uma amostra de 100 folhas por tratamento, coletadas nas quatro repetições.

As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Química da UFLA, para análises dos teores dos nutrientes.

3.8 Análise dos dados

A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa Sisvar versão 5.1 (FERREIRA, 2008). Quando significativas pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Intensidade da ferrugem do cafeeiro

No ano de 2011, todos os tratamentos testados foram eficientes no controle da ferrugem, quando comparados à testemunha, apresentando redução na área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) e da incidência (AACPI) da ferrugem. Os tratamentos com a aplicação do fungicida isoladamente ou associado a outro produto foram eficazes, com a porcentagem de controle variando de 72% a 84%, para AACPS e de 67% a 79%, para AACPI. A associação Reforce Mn + Fortaleza também promoveu controle da ferrugem, sendo significativamente semelhante aos tratamentos com aplicação do fungicida, tanto para a AACPS quanto para AACPI. Os demais tratamentos apresentaram controle intermediário da doença, diferindo significativamente da testemunha (Tabela 3).

Observou-se, no ano de 2012, que os tratamentos Fortaleza + fungicida, fungicida, Reforce Mn + Fortaleza + fungicida, Reforce Mn + fungicida, ET 64 + fungicida e Fortaleza apresentaram as menores AACPS. Os demais tratamentos proporcionaram reduções significativas da AACPS, em relação à testemunha. Para AACPI, os tratamentos fungicida, Fortaleza + fungicida, Reforce Mn + Fortaleza + fungicida e Reforce Mn + fungicida apresentaram as menores incidências, com porcentagem de controle variando de 69% a 71%, seguidos pelos tratamentos ET 64 + fungicida e Fortaleza, com 52% e 45% de controle, respectivamente. Os demais tratamentos proporcionaram AACPIs significativamente inferiores ao da testemunha (Tabela 3).

Tabela 3 Efeito dos tratamentos na área abaixo da curva do progresso da severidade (AACPS) e da incidência (AACPI) da ferrugem do cafeeiro cultivar Catuaí Vermelho IAC 99, em dois anos de avaliações, em condições de campo

Tratamentos	2011				2012			
	AACPS	Controle (%)	AACPI	Controle (%)	AACPS	Controle (%)	AACPI	Controle (%)
Fungicida	14 a	83	901 a	78	35 a	88	1814 a	71
Fortaleza + Fungicida	14 a	83	922 a	77	39 a	87	1980 a	69
Reforce Mn + Fortaleza + Fungicida	18 a	78	1156 a	72	40 a	87	1981 a	69
Reforce Mn + Fungicida	13 a	84	861 a	79	38 a	87	1981 a	69
ET 64 + Fungicida	23 a	72	1349 a	67	71 a	77	3023 b	52
Fortaleza	36 b	57	1911 b	53	106 a	65	3502 b	45
Reforce Mn	31 b	62	1802 b	56	126 b	58	4161 c	34
Fortaleza + ET 64	28 b	66	1505 b	63	137 b	55	4341 c	31
Reforce Mn + Fortaleza	24 a	70	1403 a	65	147 b	52	4677 c	26
Fitoforce Full	41 b	50	2016 b	50	171 b	44	5080 c	20
Reforce Mn + ET 64	34 b	58	1766 b	56	167 b	45	5222 c	17
Testemunha	82 c	---	4057 c	---	304 c	---	6324 d	---

Produtos: Fungicida: ciproconazol+azoxistrobina; Fortaleza: fosfito de potássio + formulação à base de subproduto da indústria de citros; Reforce Mn: fosfito de manganês; ET 64: formulação à base de subproduto da indústria de café a 1º Brix; Fitoforce Full: formulação à base de subproduto da indústria de café a 1º Brix + nutrientes
Médias com mesma letra na coluna não diferem, pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$)

A associação dos indutores de resistência ao fungicida permitiu a redução de uma aplicação deste, mantendo os níveis de controle que foram significativamente semelhantes ao proporcionado pelo tratamento com fungicida em aplicação isolada, com duas aplicações.

Misturas entre compostos com diferentes mecanismos de ação são utilizadas para ampliar o espectro de ação, aumentar a duração da atividade antifúngica ou explorar interações sinérgicas entre os compostos, potencializando suas atividades (GISI, 1996). Alguns trabalhos também demonstraram resultados satisfatórios em associações entre indutores de resistência e fungicida. A mistura entre mancozeb e fosfito de potássio proporcionou maior controle da requeima do tomateiro em relação ao uso isolado dos produtos, refletindo de forma positiva na produtividade (TÖFOLI; MELLO; DOMINGUES, 2012). Rebollar-Alviter et al. (2010) verificaram que fosfito de potássio em mistura com azoxistrobina proporcionou menor porcentagem de podridão do colo e mofo-cinzento em morangueiro, quando comparado com estes produtos, isoladamente. Cooke e Little (2002) indicam que um programa de pulverização, com fosfitos integrados com aplicações reduzidas de um fungicida sistêmico ou não sistêmico, pode ajudar a suprimir a infecção de requeima em folhas de batata e diminuir a sobrevivência de *P. infestans* em tubérculos.

Os fosfitos têm proporcionado resultados expressivos no controle de doenças de plantas (NOJOSA; RESENDE; RESENDE, 2005). No presente trabalho, Reforce Mn e Fortaleza reduziram a incidência e a severidade da ferrugem do cafeeiro, nos dois anos de avaliação. O controle proporcionado pelos fosfitos ocorreu, provavelmente, pela indução de resistência proporcionada por esses produtos e do efeito direto nos patógenos relatado na literatura (DALIO et al., 2012). Recentemente, Eshraghi et al. (2011) relataram que os fitormônios ácido salicílico e ácido jasmônico/etileno estão envolvidos nos

mecanismos de defesa induzidos por fosfito na ausência de um patógeno, sugerindo que este indutor permite o recrutamento de moléculas que participam de diferentes rotas de resposta de defesa. Segundo Daniel e Guest (2006), após o tratamento com fosfito, ocorre acúmulo de compostos fenólicos nas células, formação de agregados citoplasmáticos e de fenóis ao redor das células infectadas e rápido aumento na produção de espécies reativas de oxigênio, seguido por reações de hipersensibilidade. A reação de hipersensibilidade é um importante mecanismo de defesa contra a entrada de patógenos biotróficos, como *Hemileia vastatrix*, podendo ter contribuído para a redução da ferrugem no presente estudo. Em cafeeiros, também foi observado que os fosfitos ativaram proteínas relacionadas à patogênese (PRPs) e proporcionaram aumento nos teores de compostos fenólicos (RIBEIRO JÚNIOR, 2008; TOYOTA, 2008). As PRPs são proteínas de plantas que se acumulam rapidamente nos tecidos vegetais após o contato com patógenos ou em resposta ao tratamento com determinados compostos químicos ou a outros tipos de estresse (LOON; BAKKER; PIETERSE, 1998).

Ribeiro Júnior (2008) avaliou diferentes fosfitos no controle da ferrugem do cafeeiro em condições de campo, observando que o tratamento com fosfito de manganês proporcionou, em ano de alta produção, 25% de redução da severidade e, em ano de baixa produção, 54% de redução da severidade da doença. Já Monteiro (2011) observou que o tratamento com fosfito de manganês proporcionou 70% de controle da ferrugem em mudas de cafeeiro e também verificou que a associação dos indutores de resistência extrato de folha de cafeeiro, fosfito de cobre e fosfito de manganês foi eficiente no controle de *H. vastatrix*, reduzindo em 84% a severidade da ferrugem.

Cavalcanti et al. (2005) e Resende et al. (2004) relatam que a resistência induzida em plantas pode ocorrer por meio do tratamento com agentes bióticos (extratos vegetais, microrganismos ou parte desses) ou abióticos (substâncias

químicas). A eficiência de extratos vegetais no controle de doenças do cafeeiro foi relatada em outros trabalhos. Em experimento em casa de vegetação, Costa, Zambolim e Rodrigues (2007), utilizando extratos foliares aquosos de cafeeiro, observaram redução no número de pústulas e na área foliar com ferrugem em cafeeiro, porém, a redução foi inferior àquela proporcionada pelo tratamento com epoxiconazole + piraclostrobin. Santos et al. (2007) demonstraram, em experimentos de campo, o controle da ferrugem do cafeeiro quando as plantas foram pulverizadas com extrato de folhas de cafeeiro infectadas por *Hemileia vastatrix*, observando redução de 31% da área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS), quando comparada à testemunha pulverizada com água. Já o tratamento com extratos de casca de frutos de café, além da redução da incidência, diminuiu em 49% a área abaixo da curva de progresso da severidade da ferrugem. Barguil et al. (2005) observaram que a aplicação de Ecolife®, produto à base de polpa cítrica, foi eficaz na redução da severidade da mancha-de-phoma em cafeeiros.

A severidade e a incidência da ferrugem apresentaram comportamentos similares no ano de 2011, com intensidade máxima ocorrendo no mês de maio, decrescendo até o mês de agosto (Gráfico 1). Em 2012, observou-se um aumento progressivo da doença a partir do mês de março (Gráfico 1). Maiores severidade e incidência da doença neste ano foram, provavelmente, devido à maior produção verificada em 2012. Sabe-se que a alta produção promove um desequilíbrio nutricional, que torna os cafeeiros mais predispostos à ocorrência da ferrugem, tendo-se observado correlação entre a produção e a incidência da doença, que é sempre maior nos anos de alta produção (CARVALHO; CHALFOUN, 1998).

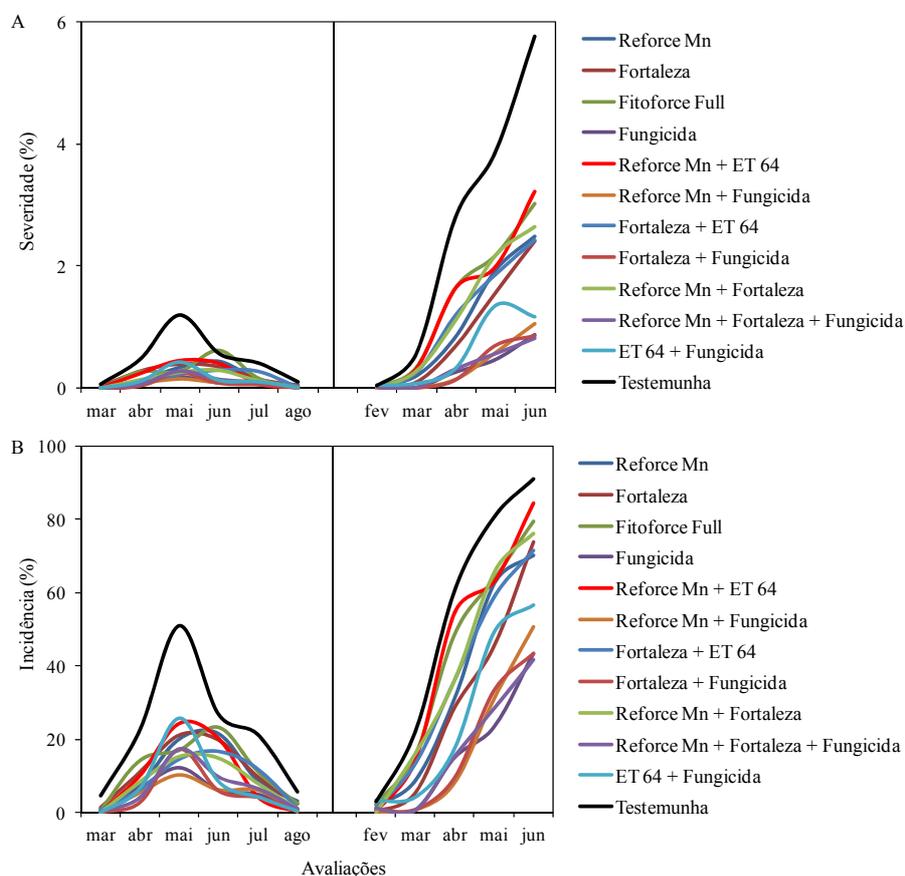


Gráfico 1 Efeito dos tratamentos na curva de progresso da severidade (A) e da incidência (B) da ferrugem, em dois anos de avaliações em cafeeiro cultivar Catuai Vermelho IAC 99, em condições de campo. Produtos: Fungicida: ciproconazol + azoxistrobina; Fortaleza: fosfito de potássio + formulação à base de subproduto da indústria de citros; Reforce Mn: fosfito de manganês; ET 64: formulação à base de subproduto da indústria de café a 1º Brix; Fitoforce Full: formulação à base de subproduto da indústria de café a 1º Brix + nutrientes

4.2 Intensidade da cercosporiose do cafeeiro

Para a área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) da cercosporiose, no ano de 2011, observou-se que os tratamentos Reforce Mn + fungicida, fungicida, Reforce Mn + Fortaleza, Fortaleza + fungicida, Fitoforce Full, ET 64 + fungicida, Fortaleza, Reforce Mn + Fortaleza + fungicida e Reforce Mn destacaram-se no controle da doença, proporcionando maior redução na AACPS (Tabela 4). Os tratamentos Reforce Mn + ET 64 e Fortaleza + ET 64 apresentaram controle intermediário da cercosporiose. Para a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) da cercosporiose, no ano de 2011, com exceção do tratamento Reforce Mn, os controles foram similares ao da AACPS.

Já no ano de 2012, exceto para o tratamento Reforce Mn + fungicida na AACPI, os demais tratamentos diferiram da testemunha, tanto para a incidência quanto para severidade da cercosporiose (Tabela 4).

Tabela 4 Efeito dos tratamentos na área abaixo da curva do progresso da severidade (AACPS) e da incidência (AACPI) da cercosporiose de cafeeiros cultivar Catuaí Vermelho IAC 99, em condições de campo, em dois anos de avaliações

Tratamentos	2011				2012			
	AACPS	Controle (%)	AACPI	Controle (%)	AACPS	Controle (%)	AACPI	Controle (%)
Fungicida	8 a	70	510 a	64	14 a	60	759 a	53
Fortaleza + ET 64	19 b	28	953 b	33	13 a	62	770 a	52
Fitoforce Full	11 a	58	719 a	49	13 a	62	811 a	49
Reforce Mn + ET 64	16 b	37	995 b	30	15 a	54	883 a	45
Reforce Mn	15 a	45	865 b	39	18 a	46	984 a	39
ET 64 + Fungicida	12 a	55	750 a	47	16 a	52	1003 a	37
Fortaleza	12 a	55	755 a	47	19 a	43	1045 a	35
Reforce Mn + Fortaleza	9 a	65	500 a	65	22 a	35	1090 a	32
Reforce Mn + Fortaleza + Fungicida	13 a	50	693 a	51	20 a	40	1111 a	31
Fortaleza + Fungicida	10 a	61	599 a	58	20 a	40	1130 a	30
Reforce Mn + Fungicida	5 a	79	365 a	74	22 a	33	1252 b	22
Testemunha	26 c	---	1422 c	---	33 b	---	1605 b	---

Produtos: Fungicida: ciproconazol + azoxistrobina; Fortaleza: fosfito de potássio + formulação à base de subproduto da indústria de citros; Reforce Mn: fosfito de manganês; ET 64: formulação à base de subproduto da indústria de café a 1º Brix; Fitoforce Full: formulação à base de subproduto da indústria de café a 1º Brix + nutrientes
Médias com mesma letra na coluna não diferem, pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$)

Segundo Lobato et al. (2011), a utilização dos fosfitos poderia ser considerada uma estratégia para ser incluída em um programa de manejo de doenças para reduzir a intensiva utilização de fungicidas. Novamente, observa-se que, nos tratamentos em que ocorreu a associação dos fosfitos e dos extratos vegetais com uma aplicação do fungicida, os níveis de controle foram mantidos, sendo semelhantes ao tratamento padrão do fungicida com duas aplicações. Os indutores de resistência, aplicados isoladamente ou associados entre si, também reduziram a severidade e a incidência da doença.

Costa, Zambolim e Rodrigues (2007) relatam que a pesquisa direcionada à proteção de plantas utilizando substâncias e organismos indutores de resistência é uma alternativa promissora. Com o uso de agentes bióticos inoculados nas plantas hospedeiras, esta técnica permite a proteção contra o ataque de patógenos, por meio da ativação de mecanismos de defesa. A utilização de formulações à base de casca e de folhas de café infectadas com *H. vastatrix* proporcionou a proteção de mudas de cafeeiro contra *C. coffeicola* (AMARAL, 2005; RESENDE et al., 2004). Amaral (2005) observou controle da cercosporiose de 40% e 37%, respectivamente, em plantas tratadas com formulações à base de extrato de casca de café e extrato de folhas de café com ferrugem. Em casa de vegetação, Pereira et al. (2008) observaram que o extrato de casca de café reduziu a área abaixo da curva de progresso do número de lesões da cercosporiose.

Cercospora coffeicola é um fungo produtor de uma toxina denominada cercosporina. Uma das razões para o sucesso deste patógeno é a produção dessa toxina, que atua absorvendo a energia luminosa e gerando espécies reativas de oxigênio que danificam as células hospedeiras (DUAB; HERRERO; CHUNG, 2005). O controle da cercosporiose proporcionado por Fitoforce Full e ET 64, além de uma possível indução de resistência, pode estar relacionado ao fato de esses produtos possuírem antioxidantes em suas composições, os quais

neutralizaram as espécies reativas de oxigênio, reduzindo o estresse oxidativo causado por estas, dificultando, conseqüentemente, a colonização pelo patógeno.

Em trabalhos recentes há relatos da eficiência de fosfitos no controle de patógenos do cafeeiro. Em experimento realizado com mudas de cafeeiro pulverizadas com fosfitos de potássio e de manganês, inoculadas com *C. coffeicola*, Ribeiro Júnior (2008) observou maiores atividades das enzimas de defesa peroxidase, quitinase e β -1,3-glucanase e aumento no teor de fenóis solúveis totais. Nojosa et al. (2009) observaram diminuição da severidade da mancha-de-phoma utilizando fosfito de potássio, não diferindo do fungicida tebuconazole.

No ano de 2011, observou-se, pela curva de progresso da doença, que ocorreram baixas severidade e incidência da cercosporiose, com a máxima intensidade ocorrendo no mês de junho (Gráfico 2). Já no ano de 2012, devido à maior carga pendente das plantas, observou-se que houve maior severidade e incidência, com máxima intensidade ocorrendo no mês de maio (Gráfico 2).

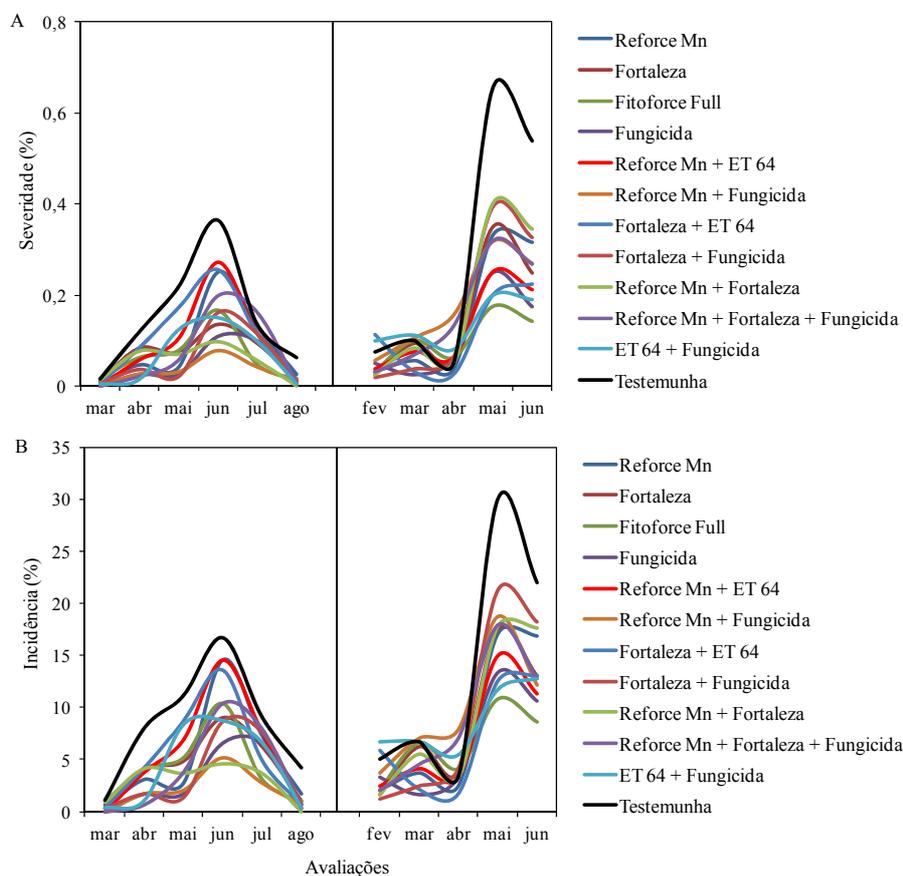


Gráfico 2 Efeito dos tratamentos na curva de progresso da severidade (A) e da incidência (B) da cercosporiose, em dois anos de avaliações, em cafeeiro cultivar Catuaí Vermelho IAC 99, em condições de campo. Produtos: Fungicida: ciproconazol + azoxistrobina; Fortaleza: fosfíto de potássio + formulação à base de subproduto da indústria de citros; Reforce Mn: fosfíto de manganês; ET 64: formulação à base de subproduto da indústria de café a 1º Brix; Fitoforce Full: formulação à base de subproduto da indústria de café a 1º Brix + nutrientes

4.3 Produção e enfolhamento dos cafeeiros

O tratamento Reforce Mn + Fortaleza + fungicida apresentou a produtividade de 15,9 sacas ha⁻¹ no ano de 2011, sendo superior à dos demais tratamentos. Os tratamentos ET 64 + fungicida, fungicida, Fortaleza + fungicida, Reforce Mn + fungicida e Reforce Mn + Fortaleza apresentaram produtividade intermediária, variando de 6,3 a 9,4 sacas ha⁻¹. Os demais tratamentos não diferiram significativamente da testemunha (Tabela 5).

No ano de 2012, a redução de uma aplicação do fungicida, quando este estava em associação com os indutores de resistência, não afetou a produtividade desses tratamentos, em relação à aplicação padrão do fungicida (duas aplicações), sendo significativamente iguais, proporcionando as maiores produtividades. O produto Reforce Mn e a associação entre Reforce Mn e Fortaleza apresentaram aumentos, em relação à testemunha, de 72% e 88%, respectivamente, não diferindo significativamente dos tratamentos com aplicação do fungicida. Os tratamentos Fortaleza, Fortaleza + ET 64, Reforce Mn + ET 64 e Fitoforce Full não diferiram significativamente da testemunha (Tabela 5).

Para o enfolhamento dos cafeeiros, no ano de 2011, os tratamentos Fortaleza + fungicida, fungicida, ET 64 + fungicida, Reforce Mn + Fortaleza + fungicida e Reforce Mn + fungicida reduziram a desfolha dos cafeeiros em relação aos demais tratamentos. Os tratamentos com os indutores de resistência aplicados de forma isolada ou associados entre si diferiram significativamente da testemunha (Tabela 5). Já no ano de 2012, todos os tratamentos testados foram semelhantes entre si, diferindo apenas da testemunha (Tabela 5).

Tabela 5 Efeito dos tratamentos na produtividade e no enfolhamento de cafeeiros cultivar Catuaí Vermelho IAC 99, em condições de campo, em dois anos de avaliações

Tratamentos	Sacas ha ⁻¹		Enfolhamento (%)	
	2011	2012	2011	2012
Fortaleza + Fungicida	8,1 b	45,3 a	73 a	70 a
Reforce Mn + Fungicida	6,5 b	44,6 a	70 a	70 a
Reforce Mn + Fortaleza	6,3 b	43,0 a	62 b	63 a
Reforce Mn + Fortaleza + Fungicida	15,9 a	41,2 a	71 a	72 a
Fungicida	9,4 b	40,0 a	72 a	75 a
Reforce Mn	2,1 c	39,3 a	60 b	69 a
ET 64 + Fungicida	8,4 b	35,5 a	71 a	75 a
Fortaleza	5,3 c	34,1 b	62 b	69 a
Fortaleza + ET 64	1,0 c	28,9 b	61 b	64 a
Reforce Mn + ET 64	1,1 c	28,6 b	61 b	67 a
Fitoforce Full	2,2 c	27,0 b	64 b	66 a
Testemunha	2,0 c	22,9 b	48 c	44 b

Produtos: Fungicida: ciproconazol + azoxistrobina; Fortaleza: fosfito de potássio + formulação à base de subproduto da indústria de citros; Reforce Mn: fosfito de manganês; ET 64: formulação à base de subproduto da indústria de café a 1º Brix; Fitoforce Full: formulação à base de subproduto da indústria de café a 1º Brix + nutrientes

Médias com mesma letra na coluna não diferem, pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$)

A diferença na produtividade entre as safras 2011 e 2012 pode ser explicada pela bienalidade positiva da cultura no ano 2012 e pelo fato de a safra 2011 ter sido prejudicada pelo veranico de aproximadamente trinta dias, ocorrido em todo o estado de Minas Gerais, durante os meses de janeiro e fevereiro (Gráfico 3), que afetou de forma diferenciada as lavouras, com maior impacto nas regiões Sul de Minas e Cerrado Mineiro, causando diminuição na produtividade inicialmente esperada, em razão da queda na renda do café, durante seu beneficiamento (CONAB, 2011).

O bom desempenho dos indutores de resistência na produtividade e no enfolhamento dos cafeeiros, quando aplicados de forma isolada, em associação

entre eles e também com o fungicida foi, provavelmente, devido ao controle da ferrugem e da cercosporiose. Com exceção do tratamento Reforce Mn + fungicida na AACPI da cercosporiose em 2012, todos os demais tratamentos reduziram a incidência e a severidade das doenças avaliadas, em relação à testemunha, nos dois anos de avaliação.

Em alguns trabalhos há relatos de aumentos na produção proporcionados por fosfitos, em diversas culturas. Ribeiro Júnior (2008) verificou que os tratamentos fosfito de zinco e fosfito de potássio proporcionaram aumentos de 49% e 44% na produção de cafeeiros, respectivamente, em relação à testemunha. Junqueira et al. (2011) observaram, em plantas de maracujazeiro tratadas com fosfito de potássio, aumento significativo na produtividade, na quantidade de frutos por planta e um incremento no teor de sólidos solúveis, além de o fosfito ser considerado um produto alternativo eficaz no controle de doenças do maracujazeiro. Em uma única aplicação foliar de fosfito, no pré-florescimento, em laranjeiras da cultivar valência, observou-se maior número de flores, rendimento de frutos e aumento de sólidos solúveis totais, em comparação com plantas não tratadas (ALBRIGO, 1999).

No presente trabalho, os indutores de resistência proporcionaram resultados satisfatórios para o enfolhamento dos cafeeiros, nos dois anos de avaliação. Resultados semelhantes foram verificados por Ribeiro Júnior (2008). Em ano de alta produtividade e de maior intensidade da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro, observou-se que aplicações com fosfito de potássio, de manganês e de zinco proporcionaram aumento médio no enfolhamento de 44%, em relação à testemunha. Já Monteiro (2011) observou que o extrato de folhas de café e o extrato de casca de fruto de café promoveram, em casa de vegetação, maior crescimento das mudas de cafeeiro, em relação à testemunha.

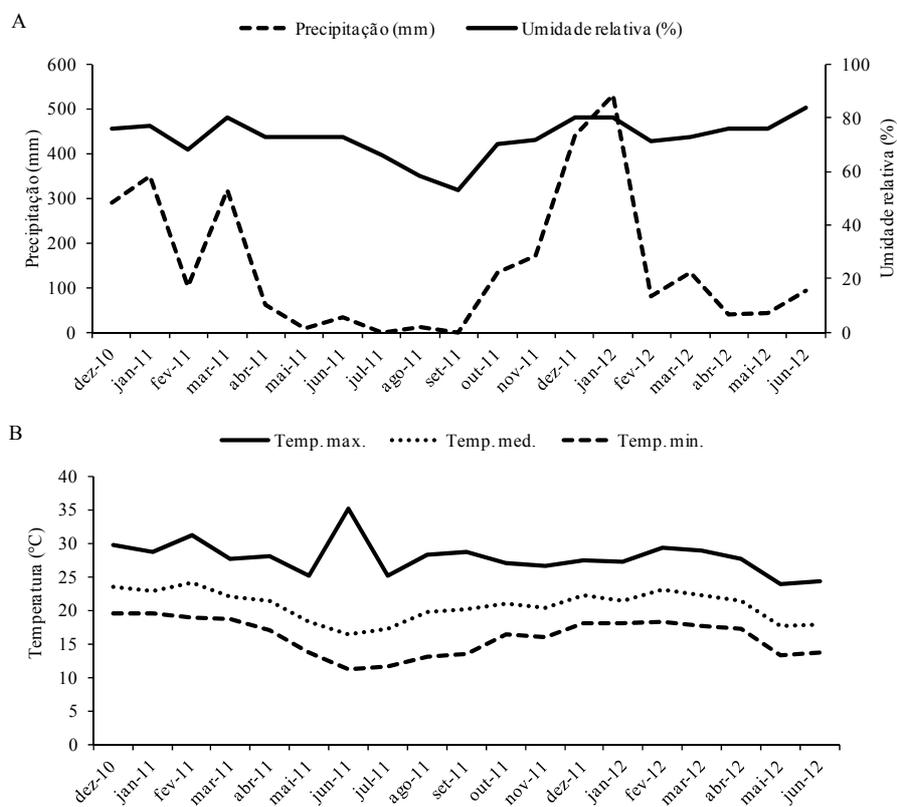


Gráfico 3 Precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar (A) e temperaturas máxima (Temp. Max.), média (Temp. med.) e mínima (Temp. min.) (B), do período de dezembro de 2010 a junho de 2012. Fonte: Estação Climatológica da UFLA

5 CONCLUSÃO

As formulações à base de subprodutos das indústrias de café e citros e formulações de fosfitos, Fortaleza, Reforce Mn e Fitoforce Full promovem o controle da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro, com consequente redução da desfolha e aumento da produtividade.

Os tratamentos com Reforce Mn e Reforce Mn + Fortaleza, apesar de não figurarem entre as melhores produtividades em ano de baixa produtividade, proporcionaram aumentos de 72% e 88%, respectivamente, em ano de alta produtividade, sendo semelhante aos tratamentos com fungicida.

A associação dos indutores de resistência ao fungicida permitiu a redução de 50% da aplicação deste, mantendo a eficiência no controle da ferrugem e da cercosporiose e os níveis de enfolhamento e de produtividade dos cafeeiros.

REFERÊNCIAS

- AFEK, U.; STZEJNBERG, A. Effects of fosetyl-Al and phosphorous acid on scoparone, a phytoalexin associated with resistance of citrus to *Phytophthora citrophthora*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 79, n. 7, p. 736-739, July 1989.
- ALBRIGO, L. G. Effects of foliar applications of urea or Nutriphite on flowering and yields of Valencia orange trees. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v. 112, n. 6, p. 1-4, Jan. 1999.
- AMARAL, D. R. **Indução de resistência em cafeeiro contra *Cercospora coffeicola* por eliciadores abióticos e extratos vegetais**. 2005. 96 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- BARGUIL, B. M. et al. Effect of extracts from 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.
- BOLDINI, J. M. **Epidemiologia da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro irrigado e fertirrigado**. 2001. 67 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- CARVALHO, G. R. et al. Avaliação e seleção de progênies resultantes do cruzamento de cultivares de café cataí com mundo novo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 838-843, set./out. 2006.
- CARVALHO, V. L.; CHALFOUN, S. M. Manejo integrado das principais doenças do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 193, p. 27-35, 1998.
- CAVALCANTI, L. S. et al. **Indução de resistência em plantas contra patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 263 p.
- CHALFOUN, S. M. **Doenças do cafeeiro: importância, identificação e métodos de controle**. Lavras: UFLA, 1997. 96 p.
- COHEN, Y. Induced resistance against fungal diseases by aminobutyric acids. In: LYR, H.; RUSSEL, P. E.; SISLER, H. D. (Ed.). **Modern fungicides and antifungal compounds**. Andover: Intercept, 1996. p. 461-466.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café safra 2011, quarta estimativa, setembro/2011.**

Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 5 out. 2011.

_____. **Acompanhamento da safra brasileira café safra 2012, segunda estimativa, janeiro/2012.** Brasília, 2012. Disponível em:

<<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 10 jul. 2012.

COOKE, L. R.; LITTLE, G. The effect of foliar application of phosphonate formulations on the susceptibility of potato tubers to late blight. **Pest Management Science**, Sussex, v. 58, n. 58, p. 17-25, Jan. 2002.

COSTA, M. J. N.; ZAMBOLIM, L.; RODRIGUES, F. A. Avaliação de produtos alternativos no controle da ferrugem do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 150-155, mar./abr. 2007.

CÔTÉ, F.; HAHN, M. G. Oligosaccharins: structure and signal transduction. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 12, n. 5, p. 1379-1411, Sept. 1994.

CUNHA, R. L. et al. Desenvolvimento e validação de uma escala diagramática para avaliar a severidade da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) do cafeeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos Expandidos...** Brasília: EMBRAPA Café, 2001. p. 1001-1008.

DALIO, R. J. D. et al. O triplo modo de ação dos fosfitos em plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 20, p. 206-243, 2012.

DANIEL, R.; GUEST, D. Defence responses induced by potassium phosphonate in *Phytophthora palmivora*-challenged *Arabidopsis thaliana*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Dordrecht, v. 67, n. 3/5, p. 194-201, Jan. 2006.

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

DELIOPOULOS, T.; KETTLEWELL, P. S.; HARE, M. C. Fungal disease suppression by inorganic salts: a review. **Crop Protection**, Newport, v. 29, n. 10, p. 1059-1075, May 2010.

ESHKAGHI, 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, May 2011.

FERNANDEZ-BORRERO, O.; MESTRE, A. M.; DUQUE, S. I. L. Efecto de la fertilización en la incidencia de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) en frutos de café. **Cenicafe**, Chinchina, v. 17, n. 1, p. 5-6, ene. 1966.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, jul./dez. 2008.

GISI, U. Synergistic interaction of fungicides in mixtures. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 86, n. 11, p. 1273-1279, Nov. 1996.

GRAHAM, R. D.; WEBB, M. J. Micronutrients and disease resistance and tolerance in plants. In: MORTVEDT, J. J. et al. (Ed.). **Micronutrients in agriculture**. Madison: Soil Science Society of America, 1991. p. 329-370.

GUEST, D.; GRANT, B. The complex action of phosphonates as antifungal agents. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, Amsterdam, v. 66, n. 2, p. 159-187, May 1991.

GUIMARÃES, P. T. G. et al. Sugestões de adubação para as diferentes culturas em Minas Gerais. 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, 1999. p. 289-302.

GUIMARÃES, T. G. C. et al. Adubação e nutrição do cafeeiro em sistema orgânico de produção. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214/215, p. 63-81, 2002.

HAMMERSCHMIDT, D.; KUC, J. Lignification as a mechanism for induced systemic resistance in cucumber. **Physiological Plant Pathology**, London, v. 20, n. 1, p. 61-71, Jan. 1982.

HAMMERSCHMIDT, R.; SMITH-BECKER, J. A. The role of salicylic acid in disease resistance. In: AGRAWAL, A. A.; TUZUN, S.; BENT, E. (Ed.). **Induced plant defenses against pathogens and herbivores: biochemistry, ecology and agriculture**. Saint Paul: APS, 1999. p. 37-53.

HUBER, D. M. The role of mineral nutrition in defense. In: HORSFALL, J. G.; COWLING, E. B. (Ed.). **Plant disease: an advanced treatise**. New York: Academic, 1980. p. 381-406.

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

JARVIS, W. R. **Managing diseases in greenhouse crops**. Saint Paul: APS, 1993. 288 p.

JUNQUEIRA, A. et al. Desempenho agronômico de maracujazeiros tratados com produtos alternativos e fertilizantes foliares. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 40-47, mar. 2011.

LOBATO, A. et al. Effect of foliar applications of phosphite on post-harvest potato tubers. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 130, n. 2, p. 155-163, Jan. 2011.

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

MALAVOLTA, E. et al. Seja doutor do seu cafezal. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 64, p. 1-12, dez. 1993.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. New York: Academic, 1995. 889 p.

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

MEDEIROS, F. C. L. et al. Defense gene expression induced by a coffee-leaf extract formulation in tomato. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 74, n. 2, p. 175-183, Apr. 2009.

MÉTRAUX, J. P. Systemic acquired resistance and salicylic acid: current state of knowledge. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 107, n. 1, p. 13-18, Nov. 2001.

MONTEIRO, A. C. A. **Associação de indutores de resistência para o manejo da ferrugem do cafeeiro e análise bioquímica da resposta de defesa induzida**. 2011. 84 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

MONTESANO, M.; BRADER, G.; PALVA, E. T. Pathogen derived elicitors: searching for receptors in plants. **Molecular Plant Pathology**, London, v. 4, n. 1, p. 73-79, Jan. 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.

NOJOSA, G. B. A.; RESENDE, M. L. V.; RESENDE, A. V. Uso de fosfitos e silicatos na indução de resistência. In: CAVALCANTI, L. S. et al. (Ed.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. v. 1, p. 139-153.

OLIVEIRA, C. A. et al. Escala diagramática para avaliação da severidade de cercosporiose em folhas de cafeeiro. In: SIMPÓSIO DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos...** Vitória: EMBRAPA Café, 2001. p. 80.

OLIVEIRA, R. F.; PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Papilla formation and peroxidase activity in *Mimosa scabrella* hypocotyls inoculated with the non-pathogen *Colletotrichum graminicola*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 195-197, jun. 1997.

PANICKER, S.; GANGADHARAN, K. Controlling downy mildew of maize caused by *Peronosclerospora sorghi* by foliar sprays of phosphonic acid compounds. **Crop Protection**, Guildford, v. 18, n. 2, p. 115-118, Mar. 1999.

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, 1995. v. 1, p. 417-454.

PEREIRA, A. et al. Extrato de casca de café, óleo essencial de tomilho e acibenzolar-S-metil no manejo da cercosporiose-do-cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1287-1296, out. 2008.

POZZA, A. A. A. et al. Intensidade da mancha de olho pardo em mudas de cafeeiro em função de doses de N e K em solução nutritiva. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 29-33, jan./mar. 2000.

POZZA, E. A. **Manejo integrado de doenças do cafeeiro**. Lavras: UFLA, 2004. 111 p. Apostila.

REBOLLAR-ALVITER, A. et al. A comparative evaluation of post-infection efficacy of mefenoxam and potassium phosphite with protectant efficacy of azoxystrobin and potassium phosphite for controlling leather rot of strawberry caused by *Phytophthora cactorum*. **Crop Protection**, Guildford, v. 29, n. 4, p. 349-353, Apr. 2010.

RESENDE, M. L. V. et al. Induction of resistance against *Phoma costarricensis* on coffee leaves by extracts from citrus pulp and coffee leaves and husks. In: THE INTERNATIONAL JOINT WORKSHOP ON PR-PROTEINS AND INDUCED RESISTANCE, 1., 2004, Helsingor. **Proceedings...** Helsingor: Danish, 2004. p. 79.

_____. **Manejo fitossanitário da cultura do cafeeiro**. Brasília: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2008. 35 p.

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.

SALA, F. C. et al. Phosphite effect on hot and sweet pepper reaction to *Phytophthora capsici*. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 5, p. 462-495, out. 2004.

SANTOS, F. S. et al. Efeito de extratos vegetais no progresso de doenças foliares do cafeeiro orgânico. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 59-63, jan./fev. 2007.

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.

SILVEIRA, R. L. V. A.; HIGASHI, E. N. **Aspectos nutricionais envolvidos na ocorrência de doenças com ênfase para eucalipto**. Piracicaba: IPEF, 2003. 13 p. (Circular Técnica, 200).

STANGARLIN, J. R.; PASCHOLATI, S. F. Proteção de plântulas de milho pipoca contra *Exserohilum turcicum* pelo uso de *Saccharomyces cerevisiae*. **Summa Phytopathologica**, Jaboticaba, v. 23, p. 346, 1997. Suplemento.

STICHER, L.; MAUCHI-MANI, B.; MÈTRAUX, J. P. Systemic acquired resistance. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 35, p. 235-270, Sept. 1997.

TÖFOLI, J. G.; MELLO, S. C.; DOMINGUES, R. J. Efeito do fosfito de potássio isolado e em mistura com fungicidas no controle da requeima do tomateiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, p. 201-208, abr./jun. 2012.

TOYOTA, M. **Extratos vegetais e produtos comerciais no manejo da ferrugem e nos mecanismos de defesa do cafeeiro à cercosporiose**. 2008. 66 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

UKNES, S. et al. Reduction of risk for growers: methods for the development of disease-resistant crops. **New Phytologist**, Cambridge, v. 133, n. 1, p. 3-10, May 1996.

XAVIER, K. V. **Extratos de cascas de maracujá e laranja na indução de resistência em cafeeiro contra a ferrugem e em tomateiro contra a mancha bacteriana**. 2011. 85 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. Estratégias múltiplas no manejo integrado de doenças do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 137-153, jan./fev. 2003.

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

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora os resultados proporcionados pelos fosfitos e pelos extratos vegetais sejam promissores, é necessária a realização de estudos para verificar novas estratégias para que os produtos testados possam ser incluídos em um programa de manejo de doenças do cafeeiro, estabelecendo, da melhor maneira, as épocas de aplicação, as doses e o controle de outros patógenos da cultura. Os fosfitos e os subprodutos da indústria de café e de citros são produtos menos agressivos ao homem e ao meio ambiente e podem ajudar a reduzir a intensiva utilização de fungicidas, contribuindo para a produção de alimentos de forma sustentável.

ANEXOS

Tabela 1 Efeito dos tratamentos nos teores de macro e micronutrientes de folhas de cafeeiro cultivar Catuaí Vermelho IAC 99, em fevereiro de 2011

Tratamentos	Macronutrientes						Micronutrientes				
	g/kg						mg/kg				
	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1.Reforce Mn	36,8	1,4	20,2	1,9	8,0	3,1	59,9	18,4	124,5	198,9	11,5
2.Fortaleza	36,6	1,5	20,0	1,8	8,9	3,2	66,1	19,0	219,0	210,1	13,3
3.Fitoforce Full	37,5	1,5	20,3	2,2	8,4	3,3	63,2	18,4	152,2	186,4	10,8
4.Fungicida	37,2	0,5	20,1	2,0	8,6	3,3	72,7	19,0	115,3	152,6	10,8
5.Reforce Mn+ET 64	36,0	1,4	20,2	1,9	8,6	3,4	65,1	18,5	132,9	181,5	11,1
6.Reforce Mn+Fungicida	36,8	1,4	19,9	2,0	9,8	3,5	52,8	18,3	151,6	176,4	11,7
7.Fortaleza+ET 64	35,9	1,4	19,4	2,2	8,8	3,2	63,9	19,4	208,2	216,6	12,5
8.Fortaleza+Fungicida	36,1	1,4	19,7	2,3	9,5	3,3	64,5	16,2	144,1	122,8	12,4
9.Reforce Mn+Fortaleza	33,3	1,3	19,1	1,8	7,7	3,2	62,9	18,5	128,4	178,1	10,8
10.Reforce Mn+Fortaleza+Fungicida	35,5	1,5	19,4	2,2	9,6	3,4	71,7	21,4	149,5	150,8	12,7
11.ET 64+Fungicida	34,7	1,5	20,1	2,2	8,4	3,3	68,6	17,3	176,8	146,5	11,5
12.Testemunha	37,5	1,3	20,0	2,0	8,9	3,5	67,1	17,5	152,5	198,0	12,7
Níveis ideais*	28-31	1,7-1,9	22-25	1,8-2,3	10-13	2,7-3,5	50-60	10-15	120-200	100-150	10-15

* Níveis ideais de nutrientes para o mês de fevereiro (MALAVOLTA et al., 1993)

Produtos: Fungicida: ciproconazol + azoxistrobina; Fortaleza: fosfito de potássio + formulação à base de subproduto da indústria de citros; Reforce Mn: fosfito de manganês; ET 64: formulação à base de subproduto da indústria de café a 1° Brix; Fitoforce Full: formulação à base de subproduto da indústria de café a 1° Brix + nutrientes

Tabela 2 Efeito dos tratamentos nos teores de macro e micronutrientes de folhas de cafeeiro cultivar Catuaí Vermelho IAC 99, em fevereiro de 2012

Tratamentos	Macronutrientes						Micronutrientes				
	g/kg						mg/kg				
	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1.Reforce Mn	31,4	1,5	8,3	1,7	12,3	3,3	25,77	19,92	232,64	127,75	10,76
2.Fortaleza	32,4	1,5	8,1	2,1	11,4	3,4	25,47	21,02	290,29	119,50	12,49
3.Fitoforce Full	30,2	1,7	7,2	2,0	11,1	3,4	24,85	18,09	205,13	121,19	11,06
4.Fungicida	29,3	1,2	8,5	1,5	10,6	3,1	23,48	24,15	321,70	132,58	10,91
5.Reforce Mn+ET 64	31,9	1,3	9,4	1,7	11,2	3,3	24,70	23,98	251,14	129,02	12,16
6.Reforce Mn+Fungicida	32,7	1,5	7,9	2,1	12,8	3,4	23,78	26,46	330,37	138,65	14,74
7.Fortaleza+ET 64	30,7	1,4	7,6	2,1	11,3	3,3	23,32	20,39	196,66	129,94	14,87
8.Fortaleza+Fungicida	29,2	1,4	7,2	2,0	12,2	3,4	22,87	23,18	269,19	127,25	15,83
9.Reforce Mn+Fortaleza	31,1	1,5	7,9	2,1	10,9	3,0	23,94	15,34	176,82	118,64	11,98
10.Reforce Mn+Fortaleza+Fungicida	31,3	1,6	10,0	2,4	13,6	3,7	23,17	20,91	306,21	148,64	16,29
11.ET 64+Fungicida	31,8	1,5	9,1	2,2	12,0	3,3	24,40	21,47	361,30	135,06	13,86
12.Testemunha	31,4	1,4	10,4	2,1	9,4	3,1	23,48	18,08	297,01	110,17	12,49
Níveis ideais*	28-31	1,7-1,9	22-25	1,8-2,3	10-13	2,7-3,5	50-60	10-15	120-200	100-150	10-15

* Níveis ideais de nutrientes para o mês de fevereiro (MALAVOLTA et al., 1993)

Produtos: Fungicida: ciproconazol + azoxistrobina; Fortaleza: fosfíto de potássio + formulação à base de subproduto da indústria de citros; Reforce Mn: fosfíto de manganês; ET 64: formulação à base de subproduto da indústria de café a 1º Brix; Fitoforce Full: formulação à base de subproduto da indústria de café a 1º Brix + nutrientes