



ALEXANDRE RIBEIRO MAIA DE RESENDE

**FERTILIZANTES FOLIARES E REGULADOR DE
CRESCIMENTO NO MANEJO DA MANCHA AUREOLADA
DO CAFEIEIRO**

LAVRAS – MG

2017

ALEXANDRE RIBEIRO MAIA DE RESENDE

**FERTILIZANTES FOLIARES E REGULADOR DE CRESCIMENTO NO MANEJO
DA MANCHA AUREOLADA DOCAFEIEIRO**

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

Prof. PhD. Mário Lúcio Vilela de Resende
Orientador
Edson Ampélio Pozza
Coorientador

LAVRAS-MG

2017

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Resende, Alexandre Ribeiro Maia de.

Fertilizantes foliares e regulador de crescimento no manejo da mancha aureolada do cafeeiro / Alexandre Ribeiro Maia de Resende. - 2017.

44 p. : il.

Orientador: Mário Lúcio Vilela de Resende.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. Fosfitos. 2. Café – *Pseudomonas syringae* pv. *garcae* . 3. Controle alternativo I. Mário Lúcio Vilela de Resende. II. Título.

ALEXANDRE RIBEIRO MAIA DE RESENDE

**FERTILIZANTES FOLIARES E REGULADOR DE CRESCIMENTO DA MANCHA
AUREOLADA DO CAFEIRO**

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

APROVADA em 30 de agosto de 2017.

Dr. Mário Lúcio Vilela de ResendeUFLA

Dr.Edson Ampélio Pozza

UFLA

Dra.Leonor Castro Esteves Guerra Guimarães

Centro de Investigação das Ferrugens

do Cafeeiro-CIFC /Instituto Superior D Agronomia -Universidade de Lisboa

Prof. PhD. Mário Lúcio Vilela de Resende
Orientador

LAVRAS-MG

2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me guiar e não permitir fraquejar durante essa caminhada.

À Universidade Federal de Lavras, em especial aos professores e funcionários do Departamento de Fitopatologia.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador prof. Dr. Mário Lúcio Vilela de Resende, pela orientação, amizade e confiança.

Ao meu coorientador, prof. Dr. Edson Ampélio Pozza, pela confiança e ensinamentos passados.

Aos meus pais e irmãos, pelo apoio, carinho e incentivo.

Aos membros da banca, que se dispuseram a participar.

À Stoller do Brasil, pelo apoio na condução deste trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Fisiologia do Parasitismo: Ana Cristina, Deila, Sandra Mathioni, Carol, Moisés, Dario, Bruno, Manoel, Joyce, Ariana, Tharyn, José Diogo, Stéfanny, Victor, Camila, Lucas e João Paulo, pela contribuição nos experimentos.

Enfim, agradeço a todos que participaram dessa etapa da minha vida, aos quais eu dedico essa conquista. Obrigado!

RESUMO

O cultivo de café é uma importante atividade agrícola do Brasil. Porém, vários fatores podem causar perdas na produtividade desta cultura, dentre os quais se destacam as doenças. A crescente demanda por alternativas no manejo de doenças de plantas visa reduzir o uso de fungicidas com o emprego de fertilizantes foliares, por exemplo. Assim, este estudo objetiva avaliar o efeito de fertilizantes foliares no manejo da mancha de aureolada do cafeeiro. Foram avaliados: uma formulação de fosfito de manganês (FMn; Phytogard Mn[®]; 30% P₂O₅ e 9% Mn; 3,5 mL.L⁻¹) associado a um fertilizante foliar à base de macro e micronutrientes (Fmm; Dacafé Cerrado[®]; 10% N, 4% S, B, 5% Fe e 5% Zn; 7,5 mL.L⁻¹); FMn + Fmm + regulador de crescimento (Sm; Stimulate[®]; 0,009% Citocinina; 0,005% Giberelina; 0,005% ácido indolbutírico); FMn + Fmm + Sm + fertilizante foliar à base de cobalto e molibdênio (Fcm; Hold[®]; 2% Co e 3% Mo; 2,5 mL.L⁻¹) e um tratamento controle sem aplicação. Foram avaliados a severidade e a incidência da mancha de aureolada, o teor de macro e de micronutrientes, a taxa fotossintética líquida (TFL), a atividade da enzima fenilalanina amônia-liase (PAL), o teor de lignina e a síntese de etileno. Todos os tratamentos reduziram significativamente a área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) da mancha aureolada e promoveram controle de 63 a 71%. Não houve diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha para a área da curva de progresso da incidência (AACPI). Todos os tratamentos promoveram incrementos significativos nos teores de fósforo (P) e o enxofre (S). Em relação aos micronutrientes, observou-se diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha para os nutrientes boro (B), manganês (Mn) e zinco (Zn). Todos os tratamentos proporcionaram aumento significativo na taxa fotossintética líquida em relação à testemunha. Todos os tratamentos inibiram significativamente a síntese de etileno nas mudas quando comparados à testemunha. Houve inibição de 54 a 76% na síntese deste hormônio. Não houve diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha para a atividade da PAL e o teor de lignina solúvel. Os fertilizantes foliares testados apresentam potencial para o manejo da mancha aureolada do cafeeiro.

Palavra-chave: *Pseudomonas syringae* pv. *garcae*. Controle alternativo. Nutrientes.

ABSTRACT

Coffee cultivation is an important agricultural activity in Brazil. However, several factors can cause losses in the productivity of this crop, among which the diseases stand out. The growing demand for alternatives in the management of plant diseases aims to reduce the use of fungicides with the use of foliar fertilizers, for example. Thus, this study aims to evaluate the effect of foliar fertilizers on the management of coffee bacterial blight spot. A formulation of manganese phosphite (FMn; Phytogard Mn[®], 30% P₂O₅ and 9% Mn; 3.5 mL.L⁻¹) associated with a macro-micronutrient leaf fertilizer (Fmm; Dacafé Cerrado[®]; 10% N, 4% S, B, 5% Fe and 5% Zn; 7.5 mL.L⁻¹); FMn + Fmm + growth regulator (Sm; Stimulate[®]; 0.009% Cytokinin; 0.005% Gibberellin; 0.005% indolebutyric acid); Fm + Fmm + cobalt and molybdenum leaf fertilizer (Fcm; Hold[®], 2% Co and 3% Mo, 2.5 mL.L⁻¹) and a control treatment without application. The severity and incidence of coffee bacterial blight spot, macro and micronutrient content, liquid photosynthetic rate (TFL), phenylalanine ammonia-lyase (PAL) enzyme activity, lignin content and ethylene synthesis were evaluated. All treatments significantly reduced the area under severity disease progress curve (AUSDPC) of the coffee bacterial blight spot and promoted control from 63 to 71%. There was no significant difference between the treatments and the control for the area under incidence disease progress curve (AUIDPC). All treatments promoted significant increases in the levels of phosphorus (P) and sulfur (S). Regarding the micronutrients, a significant difference was observed between the treatments and the control for nutrients boron (B), manganese (Mn) and zinc (Zn). All treatments provided a significant increase in the net photosynthetic rate in relation to the control. All treatments significantly inhibited the ethylene synthesis in the seedlings when compared to the control. There was inhibition of 54 to 76% in the synthesis of this hormone. There was no significant difference between the treatments and the control for the PAL activity and the soluble lignin content. The foliar fertilizers tested have potential for the management of the coffee bacterial blight spot.

Key words: *Pseudomonas syringae* pv. *garcae* Alternative control. Nutrients.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1 A cultura do cafeeiro	11
2.3 Nutrição mineral do cafeeiro	13
2.4 Indução de resistência.....	14
2.5 Fotossíntese e a nutrição.....	16
2.6 Hormônio vegetal: etileno	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Obtenção do inóculo de <i>P.syringae pv. garcae</i> e material vegetal utilizado.....	18
3.2 Fertilizantes foliares e regulador de crescimento na proteção de mudas de cafeeiro contra a mancha aureolada	18
3.3. Fertilizantes foliares e regulador de crescimento na proteção de mudas contra a mancha aureolada do cafeeiro	19
3.4. Fertilizantes foliares e regulador de crescimento na taxa fotossintética líquida e nos teores de macro e micronutrientes em mudas de cafeeiro	19
3.5. Fertilizantes foliares e regulador de crescimento na atividade da fenilalanina amônia-liase e nos teores de lignina em mudas de cafeeiro	20
3.6 Fertilizantes foliares e regulador de crescimento na síntese de etileno em mudas de cafeeiro	22
3.7 Análise estatística	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 Fertilizantes foliares e regulador de crescimento contra a mancha aureolada em mudas de cafeeiro	22
4.2 Teores de macro e micronutrientes em mudas de cafeeiro.....	26
4.3 Fertilizantes foliares e regulador de crescimento na taxa fotossintética líquida	28
4.4 Atividade da PAL e teor de lignina em mudas de cafeeiro	30
4.5 Síntese de etileno em mudas de cafeeiro	31
5. CONCLUSÕES.....	33
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1. INTRODUÇÃO

A cultura do cafeeiro destaca-se como importante atividade no desenvolvimento sócioeconômico do Brasil. No âmbito social, por ser uma atividade com grande capacidade geradora de emprego e renda. Além disso, a cafeicultura tem grande importância econômica para o Brasil e, principalmente, para o estado de Minas gerais, que responde por mais de 50% da produção nacional (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTACIMENTO – CONAB, 2017).

No entanto, essa produção pode ser reduzida, em decorrência das condições climáticas adversas, deficiências nutricionais, pragas e doenças, causando perdas significativas (OESTREICH-JANZEN, 2010). Entre esses fatores as doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematóides têm sido limitantes à produção. Com relação às doenças de etiologia bacteriana, cinco espécies foram relatadas no Brasil : *Pseudomonas syringae* pv. *garcae* (AMARAL et al., 1956), agente etiológico da mancha aureolada; o crestamento bacteriano, causado por *Pseudomonas cichorii* (ROBBS et al., 1974), a mancha escura bacteriana, causada por *Burkholderia andropogonis* (RODRIGUES NETO et al., 1981), a atrofia dos ramos do cafeeiro, causada por *Xylella fastidiosa* (PARADELA FILHO et al., 1995) e a mancha foliar bacteriana, causada por *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* (RODRIGUES NETO et al., 2006; DESTÉFANO et al., 2010).

A mancha aureolada do cafeeiro, causada por *Pseudomonas syringae* pv. *garcae*, tem sido observada sob condições de temperaturas amenas, alta pluviosidade, altitudes elevadas, lavouras em formação ou recém-podadas expostas a ventos frios e em viveiros (GODOY et al., 1997; ZAMBOLIM et al., 1997; JANSEN, 2005). Os sintomas desta doença consistem de manchas necróticas nas folhas contendo ou não halo amarelo ao redor, morte de ramos ortotrópicos e plagiotrópicos e podridão das gemas florais com a consequente redução da produção da planta e produtividade da lavoura (POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010; RODRIGUES et al., 2017; ZOCCOLI; TAKATSU; UESUGI, 2011).

Devido ao fato de o parque cafeeiro, em sua maioria, serem de cultivares suscetíveis à mancha aureolada (CARVALHO et al., 2011; SERA, 2001), o principal método de controle é o químico, por meio da pulverização com antibióticos (Kasugamicina) e bacteriostáticos (fungicidas cúpricos) (BELAN; POZZA; SOUZA, 2014). Diante disso, os fungicidas cúpricos são os mais utilizados. Por atuarem como

protetores, estes fungicidas são aplicados de forma preventiva antes do estabelecimento da doença na planta. Porém, devido ao fato de não serem sistêmico necessitam estar bem distribuído tanto na superfície adaxial quanto abaxial, para ter contato com o patógeno (GISIAND; SIEROTZKI, 2008). Este conjunto de fatos provoca a necessidade iminente de melhorar e otimizar o uso dos recursos disponíveis para cultura. Dentro desse enfoque, torna-se necessário a busca por soluções alternativas efetivas e sustentáveis no controle de fitopatógenos (DELIOPOULOS; ETTLEWELL; HARE, 2010).

Neste contexto, a utilização de fosfitos pode ser considerada como uma estratégia a ser incluída em programas de manejo de doenças para reduzir o intensivo uso de fungicidas (LOBATO et al., 2008). A utilização de fertilizantes foliares, como os fosfitos, em diferentes culturas, tem ganho importância nos últimos anos, devido à eficiência verificada no controle de patógenos (COSTA et al., 2014; DALIO et al., 2012; PEREIRA et al., 2010), evidenciada por dois modos de ação: a toxidez direta contra patógenos, inibindo o crescimento micelial e levando à ruptura das hifas, e ações indiretas, que incluem seus efeitos na atividade dos mecanismos envolvidos nas repostas de defesa das plantas (DALIO et al., 2012; ESHRAGHI et al., 2011; LIM et al., 2013).

Alguns estudos relatam o emprego dos fosfitos no manejo de doenças contra vários fitopatógenos. De acordo com DIANESE (2008), aplicações foliares de fosfito de potássio, cálcio, magnésio e cobre reduziram a severidade da varíola do mamoeiro (*Asperisporium caricae*). Fosetyl-Al, fungicida análogo ao fosfito, foi eficiente no controle da necrose apical da mangueira causada por *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (CAZORLA et al., 2006). Os fosfitos têm apresentado efeito na redução da intensidade de doenças do cafeeiro (DALIO et al., 2012). Em mudas de cafeeiro, produtos contendo fosfitos foram eficazes no controle de *Phoma spp*, reduzindo a severidade da mancha de Phoma, sem diferir em relação aos fungicidas tebuconazole e fosetyl-Al (NOJOSA, 2003; NOJOSA et al., 2009). Segundo RIBEIRO JÚNIOR (2008), pulverizações de fosfitos de potássio, manganês e zinco em cafeeiros adultos por dois anos consecutivos proporcionaram em ano de alta e baixa produção, reduções de 30 e 25% e de 53% e 32% na severidade da ferrugem e da cercosporiose, respectivamente. Como consequência, aumentos de 26% e 44% no enfolhamento das plantas foram detectados, nos anos de alta e baixa produtividade, respectivamente. Utilizando-se pulverizações com fosfito de cobre, TOYOTA (2008) observou em ano de

baixa produção, redução de 81% na severidade da ferrugem, semelhante ao controle obtido por epoxiconazole + piraclostrobina. Além de doenças fúngicas, os fosfitos também podem atuar no controle de doenças bacterianas. Em tomateiro industrial, o uso de algumas formulações de fosfitos reduziram significativamente a incidência e a severidade de mancha bacteriana e do talo oco (NASCIMENTO et al., 2008). Além disso, o efeito de fertilizantes foliares, pode atuar em inúmeras variáveis da planta, como na fotossíntese e no teor de macro e micronutrientes, na camada de cera, na síntese de etileno e na atividade dos mecanismos de defesa, possibilitando, portanto, analisar seus efeitos no manejo de doenças do cafeeiro (AMARAL et al., 2008; GODOY et al., 2008; GONG et al., 2011; LICHSTON; GODOY; 2006.; REIS et al., 2006).

Dessa forma, objetivou-se, no presente trabalho, avaliar o efeito de formulações de fertilizantes foliares e um regulador de crescimento no controle da mancha aureolada e em características nutricionais, bioquímicas, fisiológicas e anatômicas em mudas de cafeeiro.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do cafeeiro

O cafeeiro (*Coffea* spp.) pertence à família *Rubiacea* e é uma cultura amplamente cultivada no Brasil, com grande importância social e econômica. 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, sendo esta cultura uma importante fonte de divisas e empregos para o país. Minas Gerais se destaca como o maior produtor, respondendo por aproximadamente 52% da produção nacional (CONAB, 2017). Segundo estimativas da CONAB (2017), a área total cultivada no país foi de 2,22 milhões de hectares e a produção nacional de café beneficiado é de 45,56 milhões de sacas de 60 quilos, na safra 2017. Este resultado representa uma redução de 11,3% em relação à produção obtida na safra anterior. Tal redução se deve a bienalidade em algumas regiões produtoras.

No entanto, embora o cafeeiro tenha grande potencial produtivo, diversos fatores podem afetar a produtividade desta cultura causando perdas significativas, como condições climáticas adversas, deficiências nutricionais, pragas e doenças

(OESTREICH-JANZEN, 2010). Entre as doenças do cafeeiro, destacam-se a ferrugem alaranjada, causada por *H. vastatrix* Berk. & Br; cercosporiose, causada por *Cercospora coffeicola* BERK & COOKE, antracnose dos frutos e ramos; *Meloidogyne spp.*; mancha de Phoma, causada por *Phoma tarda* (STEWART) BOEREMA & BOLLEN, a mancha aureolada, causada por *Pseudomonas syringae* pv. *Garcae*, entre outras (PATRÍCIO et al., 2008; ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005).

2.2 Mancha aureolada do cafeeiro

A mancha aureolada do cafeeiro foi detectada pela primeira vez no Brasil, em 1956, no município de Garça, São Paulo. Posteriormente, foi relatada sua ocorrência nos estados de Minas Gerais (KIMURA et al., 1976) e Paraná (KIMURA et al., 1976; MOHAN et al., 1976). Há relatos de sua ocorrência em outros países, como na Etiópia (OROBKO; WONDIMAGEGNE; 1997), Uganda (CHEN, 2002) e principalmente no Quênia, onde está em rápida expansão (JANSEN, 2005; ITHIRU et al., 2013).

O agente etiológico da mancha aureolada é *Pseudomonas syringae* pv. *garcae* (AMARAL et al., 1956; YOUNG et al., 1978), uma bactéria Gram negativa, apresenta células em forma de bastonetes retos ou levemente curvados, com 0,5-1,0 x 1,5-4,0 µm de diâmetro, móveis por meio de flagelos polares. É pertencente ao filo *Proteobacteria*, classe *Gammaproteobacteria*, ordem *Pseudomonadales* e família *Pseudomonadaceae* (LELLIOTT et al., 1966).

A bactéria enquadra-se no grupo I das bactérias fluorescentes. Nos testes LOPAT é positiva para Levana e hipersensibilidade em fumo e negativa para Oxidase, Podridão em discos de batata e Arginina di-hidrolase. Hidrolisa gelatina e não acumula Poli-β-hidroxi- butirato (PHB). Utiliza ramnose, trealose, eritritol, D-sorbitol, D-manitol, celobiose, sacarose, inositol, D-quinato, manitol, L- ascorbato, *meso*-inositol, D-xylose e triacetina, e não utiliza adonitol, trigonelina, lactose, L(+) tartarato, D(-)tartarato, DL-lactato, DL-homoserina, α-lectina, linolenato, L-malato, L-histidina (LELLIOTT et al, 1966; RODRIGUES NETO et al., 1981; BRADBURY, 1986; SCHAAD et al., 2001; BARTA e WILLIS, 2005). Produzem pouco pigmento fluorescente em meio de cultura King B (King et al., 1954), mas alguns isolados produzem um pigmento marrom não fluorescente, difusível neste meio, causando o escurecimento do mesmo, resultante da produção de melanina (KAIRU, 1997; BARTA e WILLIS, 2005).

Os sintomas são caracterizados por manchas necróticas de cor escura no centro da lesão com um halo amarelado na folha. Essa doença pode ainda incidir sobre ramos

plagiotrópicos e ortotrópicos, iniciando a colonização no ápice para a base dos mesmos. Com o progresso da doença as folhas com sintomas de manchas quanto os ramos murçam e caem, resultando na morte dos ramos (BELAN; POZZA; SOUZA, 2014; POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010).

A penetração da bactéria nos tecidos das plantas é por ferimentos e/ou aberturas naturais (KIMURA et al. 1976). As células bacterianas ocupam os espaços intracelulares e intercelulares, utilizando os exsudatos celulares como substrato para multiplicarem. Durante sua propagação nos tecidos, a bactéria migra das áreas colonizadas para áreas não colonizadas deixando para trás o tecido necrosado, circundado por halo amarelado, resultado da liberação de toxinas pelo patógeno (RODRIGUES et al., 2013).

A doença é observada sob condições de temperaturas amenas, alta pluviosidade, altitudes elevadas, lavouras em formação ou recém-podadas expostas a ventos frios e em viveiros (GODOY et al., 1997; ZAMBOLIM et al., 1997; JANSEN, 2005).

A disseminação da bacteriose ocorre pela ação de respingos de água contendo células bacterianas, que são dispersos pelos ventos, ou ainda, por meio de mudas infectadas, uma vez que a bactéria pode sobreviver de maneira epífita na planta (ROBBS, 1978; ZOCCOLI et al., 2011).

As principais medidas de manejo da mancha aureolada baseia-se na utilização de cultivares resistentes (ITO et al., 2008), plantio de mudas sadias, formação de quebra-vento na área e utilização de antibióticos e produtos cúpricos (BELAN; POZZA; SOUZA, 2014). O controle químico é o método de manejo mais empregado. No entanto, a aplicação de antibióticos deve ser criteriosa, para evitar a seleção de populações de bactérias resistentes (MELLO et al., 2011).

2.3 Nutrição mineral do cafeeiro

Os nutrientes minerais tem funções específicas e essenciais no metabolismo das plantas, podendo alterar a morfologia, a anatomia e a composição químicas das plantas. Essas alterações podem contribuir para aumentar ou diminuir à resistência das mesmas a patógenos e pragas (MASCHNER, 2012).

Os macronutrientes são os elementos requeridos em maiores quantidades pelas plantas. O nitrogênio desempenha papel importante na expansão da área foliar. No

crescimento vegetativo, na formação dos botões florais e, principalmente, na constituição de aminoácidos, proteínas e clorofila, exercendo função importante na fotossíntese. O fósforo é de extrema importância no desenvolvimento de mudas, no crescimento radicular e na produção de energia (APD E ATP). O Potássio atua como ativador enzimático, na formação de proteínas e confere às plantas maior resistência às doenças. O cálcio é componente dos pectatos da parede celular e importante no crescimento do tubo polínico. O Magnésio participa na formação da clorofila e como catalisador na transferência de fosfatos. O enxofre participa da síntese de clorofila e do desenvolvimento radicular, além de ser constituinte de aminoácidos, proteínas, vitaminas e coenzimas (CARVALHO et al., 2010).

Os micronutrientes são absorvidos em pequenas quantidades. O boro é importante na formação da parede celular e para a divisão e alongamento das células. O cobre participa da fotossíntese, respiração e está envolvido na resistência às doenças fúngicas das plantas. O manganês é essencial para a síntese de clorofila e afeta a disponibilidade de ferro. O molibdênio está associado ao metabolismo do nitrogênio e o zinco atua na transformação dos carboidratos, na síntese de triptofano e de hormônios, essencial ao alongamento celular (CARVALHO et al., 2010).

Alguns estudos abordam o manejo da nutrição mineral influenciando a intensidade de doenças em plantas. POZZA et al., (2001) observaram o controle da cercosporiose do cafeeiro com o aumento da nutrição nitrogenada e o aumento indireto da doença com o incremento da nutrição potássica. De acordo com DIANESE (2008), aplicações foliares de fosfito de potássio, cálcio, magnésio e cobre reduziram a severidade da varíola do mamoeiro. OGOSHI et al. (2013), verificaram que fosfito de potássio proporcionou redução de 62,5% da severidade da antracnose, causada por *Colletotrichum gloeosporioides*.

2.4 Indução de resistência

As plantas são capazes de se defender do ataque de pragas e doenças de maneira efetiva, pois são equipadas com barreiras mecânicas e químicas constitutivas, além de sistemas de defesa induzíveis (MONTESANO; BRADER; PALVA, 2003). A resistência induzida é definida como sendo a ativação dos mecanismos latentes da

planta, resultando em um fenômeno local ou sistêmico, e é efetivo contra uma ampla gama de patógenos (LOON; BAKKER; PIETERSE, 1998).

A resistência induzida em plantas pode ocorrer por meio do tratamento com agentes bióticos (extratos vegetais, microrganismos ou parte desses) ou abióticos (substâncias químicas) (CAVALCANTI; BRUNELLI; STANGARLIN, 2005).

Os indutores de resistência atuam como moléculas sinalizadoras de respostas de defesa. Ao serem reconhecidos pelas células vegetais, induzem a expressão de genes que codificam a síntese de compostos de defesa, impedindo ou dificultando a ação do patógeno (MÉTRAUX, 2001). Dessa maneira, as plantas são capazes de resistir a um ataque de um potencial patógeno, quando previamente tratadas com indutores de respostas de defesa, reagindo com a indução de uma sucessão de defesas que impedem a infecção (MONTESANO; BRADER; PALVA, 2003).

As respostas de defesa têm sido associadas aos produtos da rota dos fenilpropanoides. A fenilalanina amônia-liase é uma enzima do metabolismo secundário muito importante dessa rota, que leva à formação de lignina e compostos fenólicos (RAES et al., 2003). Metabólitos secundários como os compostos fenólicos são produzidos rapidamente e se acumulam após a infecção, estando assim, envolvidos na defesa da planta contra o ataque de patógenos. São exemplos de compostos fenólicos o ácido clorogênico, o catecol e os flavonoides (CAMPOS et al., 2004). A lignina pode desempenhar um papel importante na resistência por meio de diferentes mecanismos, como por exemplo, no estabelecimento de barreiras mecânicas ao avanço e ao crescimento do patógeno; na modificação da parede celular, tornando-a mais resistente ao ataque por enzimas hidrolíticas secretadas pelos patógenos e no aumento da resistência das paredes à difusão de toxinas produzidas por patógenos e impedindo que nutrientes do tecido hospedeiro sejam utilizados pelo invasor (LATUNDE-DADA; LUCAS, 2001). A lignina é formada pela polimerização de precursores produzidos na rota dos fenilpropanoides, dentre elas a fenilalanina amônia-liase (PAL), que catalisa a conversão da fenilalanina em ácido transcinâmico, resultando em fitoalexinas, compostos fenólicos e lignina, que podem conferir maior resistência à parede celular das plantas aos patógenos (NAKAZAWA; NOZUE; YASUDA, 2001).

Os nutrientes minerais influenciam a intensidade de doenças em plantas. Alguns micronutrientes são cofatores de enzimas envolvidas na rota dos fenilpropanoides,

principal rota de síntese de lignina e fitoalexinas (GRAHM; WEBB, 1991). Dentre os produtos comercializados como fertilizantes foliares, os fosfitos são aqueles mais frequentemente relatados na literatura como indutores de repostas de defesa em plantas (DANIEL; GUEST, 2006; ESHRAGHI et al., 2009, JACKSON et al., 2000; NOJOSA et al., 2009, PILBEAM et al., 2011).

Estudos relatam que esses produtos atuam de forma direta, por toxidez, e indireta, estimulando a formação de substâncias de defesa das plantas (DERCKES & CREASY, 1989). Os fosfitos têm apresentado uma eficiente redução da intensidade de doenças do cafeeiro (DALIO et al., 2012). Em mudas de cafeeiro, produtos contendo fosfitos foram eficazes no controle de *Phoma spp*, reduzindo a severidade da mancha de Phoma, sem diferir em relação aos fungicidas tebuconazole e fosetyl-Al (NOJOSA, 2003; NOJOSA et al., 2009). Segundo RIBEIRO JÚNIOR (2008), pulverizações de fosfitos de potássio, manganês e zinco em cafeeiros adultos por dois anos consecutivos proporcionaram em ano de alta e baixa produção, reduções de 30 e 25% e de 53% e 32% na severidade da ferrugem e da cercosporiose, respectivamente. Como consequência, aumentos de 26% e 44% no enfolhamento das plantas foram detectados, nos anos de alta e baixa produtividade, respectivamente. Utilizando-se pulverizações com fosfito de cobre, TOYOTA (2008) observou em ano de baixa produção, redução de 81% na severidade da ferrugem, semelhante ao controle obtido por epoxiconazole + piraclostrobina. Além de doenças fúngicas, os fosfitos também podem atuar no controle de doenças bacterianas. Em tomateiro industrial, o uso de algumas formulações de fosfito reduziram significativamente a incidência e a severidade de mancha bacteriana e do talo oco (NASCIMENTO et al., 2008).

2.5 Fotossíntese e a nutrição

Os nutrientes influenciam a fotossíntese de plantas em diversos aspectos. O nitrogênio é o nutriente mineral requerido em maiores quantidades pelas plantas, e que com maior frequência limita o crescimento nos sistemas agrícolas. Vários estudos mostram uma relação positiva entre fotossíntese e nitrogênio foliar (NIINEMEST et al., 2006; WARREN; ADAMS, 2001). De acordo com GODOY et al. (2008), o índice relativo de clorofilas em plantas de café aumenta de forma linear com doses aplicadas de nitrogênio. Relações entre fósforo e fotossíntese geralmente são encontradas, pois

deficiências de fósforo afetam a fotossíntese através da diminuição do tilacóide (LOUSTAU et al., 1999).

O magnésio é um grande determinante na fotossíntese de plantas, por ser um constituinte chave da clorofila. Sua deficiência causa reduções nas taxas fotossintéticas e na distribuição dos carboidratos (SUN; PAYN, 1999).

Outros nutrientes, como o manganês e o cálcio, estão fortemente relacionados à fotossíntese, por atuarem na transferência de elétrons do fotossistema II para o fotossistema I (GONG et al., 2011).

2.6 Hormônio vegetal: etileno

Hormônios vegetais são substâncias orgânicas que desempenham uma importante função na regulação do crescimento. Essas substâncias são moléculas que podem atuar ou não diretamente sobre tecidos ou órgãos que os sintetizam, ou ainda, serem transportados para outros locais, produzindo repostas fisiológicas específicas.

O etileno é um hormônio vegetal que tem sido associado a respostas das plantas ao ferimento, ataque de patógenos e outros estresses (ARSHAD e FRANKENBERGER, 2002). O etileno produzido após o ataque de patógenos pode ser um estímulo para as respostas de defesa, regulando uma ampla gama de genes relacionados à defesa, incluindo aqueles que codificam proteínas relacionadas à patogênese (PR), como a quitinase e a osmotina (DEIKMAN, 1997). No entanto, o etileno pode também desempenhar um papel no desenvolvimento de sintomas de doenças. Existe uma forte correlação entre o momento do aumento da produção de etileno após a infecção e o desenvolvimento de sintomas clorótico e necróticos (BOLLER, 1991; ELAD, 1990; GOTO et al., 1980; STALL & HALL, 1984). Alguns trabalhos relatam um aumento da produção de etileno e o desenvolvimento de sintomas em resposta à infecção causada por patógenos.

. O aumento da produção de etileno foi observado em frutos de tomate, manga e maçã inoculados com *Colletotrichum gloeosporioides* e correlacionados com o

desenvolvimento de sintomas de podridão (COOPER et al., 1998; SCHIFFMANN-NADEL et al., 1985). CHEN et al., (2003) verificaram um aumento significativo na produção de etileno após a inoculação de *Colletotrichum destructivum* em *Nicotiana tabacum* durante sua fase necrotrófica quando as lesões ainda estavam em expansão.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Obtenção do inóculo de *P.syringae* pv. *garcae* material vegetal utilizado

O inóculo utilizado consistiu de um isolado de *P.syringae* pv. *garcae* isolado de folhas naturalmente infectadas coletadas em viveiro comercial. Para a inoculação, a bactéria foi repicada para placas de petri contendo meio King B e incubada a 25 °C. Após 48 horas de crescimento, as colônias foram removidas das placas com auxílio de Drigasliki e calibradas para OD_{600nm}= 0,8 e pulverizadas nas mudas até o ponto de escorrimento. Foi realizada câmara úmida com o auxílio de sacos plástico, 24 horas antes e depois da inoculação. As mudas de cafeeiro foram adquiridas em viveiro comercial em Nepomuceno-MG e foram submetidas a 15 dias de aclimação em câmara de crescimento (20±2 °C e umidade relativa média de 70%), local onde foram realizados os experimentos.

Os experimentos foram conduzidos em câmara de crescimento do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras, com temperatura média de 22±2°C, fotoperíodo de 12 horas de luz e escuro e umidade relativa em torno de 70%. Todos os ensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições e 2 plantas por repetição. Foram utilizadas mudas da cultivar Catuaí Vermelho IAC 144 com 4 pares de folhas.

3.2 Fertilizantes foliares e regulador de crescimento na proteção de mudas de cafeeiro contra a mancha aureolada

Foram utilizadas as formulações comerciais de fertilizantes foliares Dacafé Cerrado[®] (fertilizante foliar à base de macro e micronutrientes; Fmm; 10% N; 4% S; 0,5% B; 3% Fe; 5% Zn), Hold[®] (fertilizante foliar à base de cobalto e molibdênio; Fcm; 2% Co; 3% Mo) e Phytogard Mn[®] (fosfito de manganês; FMn; 30% P₂O₅; 9% Mn) e

um regulador de crescimento Stimulate® (regulador de crescimento vegetal; Sm; 0,009% Citocinina; 0,005% Giberelina; 0,005% ácido indolbutírico) da Stoller do Brasil. Os tratamentos (Tabela 1) foram aplicados uma semana antes da inoculação do patógeno.

Tabela 1. Produtos utilizados no experimento e doses aplicadas.

Tratamentos	Dose (g ou mL.L ⁻¹ *)
Testemunha	---
Dacafé Cerrado+Phytogard Mn	7,5+3,5
Dacafé Cerrado+Phytogard Mn+Stimulate	7,5+3,5+1,0
DacaféCerrado+PhytogardMn+Stimulate+Hold	7,5+3,5+1,0+2,5

*g ou mL.L⁻¹: gramas ou mililitros de produto comercial por litro de calda

3.3. Fertilizantes foliares e regulador de crescimento na proteção de mudas contra a mancha aureolada do cafeeiro

Para verificar o efeito dos fertilizantes foliares na proteção de mudas de cafeeiro contra a mancha de aureolada, as mudas foram pulverizadas com todos os produtos, sete dias antes da inoculação com o patógeno. A inoculação foi realizada por meio da pulverização da suspensão de inóculo e, em seguida, as plantas foram mantidas em câmara úmida, por cinco dias, com o auxílio de sacos plásticos.

O experimento foi realizado em câmara de crescimento sob temperatura de 20±2 °C) e umidade relativa média de 70%, em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições e 2 plantas por repetição. Após o aparecimento dos sintomas, foram realizadas cinco avaliações, em intervalos de três dias, da severidade e da incidência da mancha de aureolada, utilizando-se a escala diagramática de Belan et al. (2014). A partir destes dados, foi calculada a área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) da doença de acordo com Shaner e Finney (1977), além do controle proporcionado por cada tratamento em relação à testemunha, calculado segundo Abott (1925).

3.4. Fertilizantes foliares e regulador de crescimento na taxa fotossintética líquida e nos teores de macro e micronutrientes em mudas de cafeeiro

Foi instalado um experimento com os mesmos tratamentos descritos na Tabela 1, aplicados duas vezes, em intervalo de 30 dias, visando avaliar o efeito dos tratamentos na taxa fotossintética líquida e no teor de macro e micronutrientes. O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições 2 plantas por repetição.

A taxa fotossintética líquida (TFL) foi avaliada utilizando-se o analisador de gás por infravermelho (LI-6400XT Portable Photosynthesis System, LI-COR, Lincoln, USA) em folhas completamente expandidas, no terceiro ou no quarto par de folhas, aos 7 dias após a segunda aplicação dos tratamentos. As leituras foram realizadas entre às 9 e às 10 horas (horário solar), com utilização de fonte artificial de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) em câmara fechada fixada em $1.000 \mu\text{mol de f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Blue + Red LED LI-6400-02B, LI-COR, Lincoln, USA).

Ao final deste ensaio, as mudas foram cortadas à altura do coleto, acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa com fluxo de ar forçado, à temperatura de $60 \text{ }^\circ\text{C}$, até atingir massa constante. Em seguida, o material foi encaminhado para o Laboratório de Análise Foliar para determinação dos teores de macro e micronutrientes.

3.5. Fertilizantes foliares e regulador de crescimento na atividade da fenilalanina amônia-liase (PAL) e nos teores de lignina em mudas de cafeeiro

Nos experimentos bioquímicos os tratamentos foram pulverizados e 7 dias após foi realizada a inoculação. Foram então realizadas 4 coletas seriadas das folhas das mudas. A primeira coleta foi realizada 24h antes da inoculação (HAP) e as demais às 24, 48 e 72 horas após a inoculação (HAI). O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e duas plantas por parcela por tempo de coleta. As folhas foram acomodadas em papel alumínio e congeladas em nitrogênio líquido a -80°C . A PAL foi avaliada conforme Silva et al. (2004), com modificações, por meio da conversão de L-fenilalanina para ácido cinâmico a 290 nm e 37°C , em dois momentos da reação. A mistura da reação consistiu de $10 \mu\text{L}$ do extrato foliar e $1.000 \mu\text{L}$ de solução a $0,2\%$ de L-fenilalanina. A curva-padrão para o ácido cinâmico foi confeccionada e a atividade de fenilalanina amônia-liase foi expressa em nanomol de ácido cinâmico por minuto por μg de proteína.

Para obter o extrato enzimático para a determinação da atividade da PAL, amostras de 1 g de tecido foliar fresco foram maceradas com N₂ líquido em almofariz, com a adição de polivinilpirrolidona (PVP) 1% (p/v), até a obtenção de um pó fino. O pó obtido foi homogeneizado em 2 mL de tampão fosfato de potássio 100 mM (pH 7,0) contendo 10 mM de β -mercaptoetanol e 30 mg foram separados para a determinação da lignina. O homogeneizado foi centrifugado, a 14.000 \times g, por 25 minutos, a 4 °C e o sobrenadante foi utilizado para a determinação da atividade da PAL. A atividade da PAL foi iniciada após a adição de 5 μ L do extrato a uma mistura contendo 145 μ L de tampão Tris-HCl 100 mM (pH 8,8) e 50 μ L de L-fenilalanina 50 mM. A mistura da reação foi incubada em espectrofotômetro de microplacas, a 40 °C, durante 1 hora. Após a incubação, a absorbância dos derivados do ácido *trans*-cinâmico foi medida a 290 nm e o coeficiente de extinção molar de 10⁴ mM⁻¹ cm⁻¹ (ZUCKER, 1965) foi utilizado para calcular a atividade da PAL, a qual foi expressa em μ M min⁻¹ mg⁻¹ de proteína.

Para a determinação do teor de lignina solúvel total, as folhas foram trituradas em nitrogênio líquido, até a obtenção de um pó fino e liofilizadas por 24 horas. Uma alíquota de 30 mg do material liofilizado foi transferida para microtubo de 2,0 mL e homogeneizada, com 1,5 mL de metanol 80%, por 16 horas, para a despigmentação do tecido. Após centrifugação, a 12.000 g, por 5 minutos, o resíduo sólido foi utilizado para a determinação de lignina solúvel. Foram adicionados ao resíduo sólido 1,5 mL de água, homogeneizando-se e centrifugando-se, a 12.000 g, por 5 minutos, a 4 °C. O sobrenadante foi descartado e o resíduo foi seco em estufa, a 65 °C, por 15 horas. Posteriormente, foram acrescentados 1,5 mL de solução de ácido tioglicólico em HCl 2M (1:10). Em seguida, os microtubos foram suavemente agitados para hidratar o resíduo e colocados em banho-maria, em fervura por quatro horas. Posteriormente, os microtubos foram centrifugados, a 12.000 g, por 10 minutos, a 4 °C.

O sobrenadante foi descartado e o precipitado lavado, com 1,5 mL de água ultrapura e novamente centrifugado, a 12.000 g, por 10 minutos, a 4 °C. A seguir, o sobrenadante foi descartado e o precipitado foi ressuspensão em 1,5 mL de NaOH 0,5 M e mantido em agitador rotativo, por 15 horas, à temperatura ambiente. A mistura foi centrifugada, a 12.000 g, por 10 minutos, a 4 °C e o sobrenadante transferido para novo microtubo, ao qual foram adicionados 200 μ L de HCl concentrado. A suspensão obtida foi mantida em câmara fria (4°C), por quatro horas, para permitir a precipitação da lignina ligada ao ácido tioglicólico. A seguir, a mistura foi centrifugada, a 12.000 g, por

10 minutos, a 4°C. O sobrenadante foi descartado e o precipitado ressuspensão em 2,0 mL de NaOH 0,5 M. A absorbância desta solução foi determinada em espectrofotômetro, a 280 nm, e os valores calculados com base na curva de lignina e expressos em µg de lignina solúvel por miligrama de massa seca (DOSTER; BOSTOCK, 1988).

3.6 Fertilizantes foliares e regulador de crescimento na síntese de etileno em mudas de cafeeiro

Para analisar a produção de etileno, as mudas de cafeeiro foram pulverizadas com os tratamentos descritos acima (Tabela 1). Após a pulverização as mudas foram inoculadas e cobertas com sacos plásticos, hermeticamente, por 72 horas, sendo mantidas em câmara de crescimento com temperatura média de 22°C e fotoperíodo de 12 horas. Ao final desse tempo, com auxílio de uma seringa, conectada a agulha, foram retirados 4 ml da atmosfera do ambiente interno aos sacos plásticos. Logo após, 1 ml foi injetado em cromatógrafo a gás (GC) com uma coluna RT-QPlot a 60°C e detector de chama a 250°C. O etileno foi quantificado com referência a uma curva padrão de concentração e expresso em ppm de C₂H₄. De cada repetição foram realizadas 3 leituras. O resultado final, portanto foi obtido a partir da média desses valores.

3.7 Análise estatística

Para verificar os pressupostos da análise de variância os resíduos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk e em caso de significância os dados foram transformados para $\sqrt{(x+1)}$. Para a análise de variância os dados foram submetidos ao teste F e em caso de significância as médias foram separadas por teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Todas as análises foram realizadas no software R 3.1.3.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Fertilizantes foliares e regulador de crescimento contra a mancha aureolada em mudas de cafeeiro

Observou-se aumento na severidade da doença durante o período de avaliação do experimento, e os tratamentos testados apresentaram níveis mais baixos da doença em relação à testemunha. Na primeira avaliação a severidade manteve-se próxima de 2% de área lesionada em todos os tratamentos. Ao final do ensaio a severidade estava próxima de 14% na testemunha e 5% nos demais tratamentos (Figura 1A). A incidência da doença permaneceu 100% no tratamento controle (testemunha) durante o período de condução do ensaio. (Nos demais tratamentos testados, observou-se incidência de aproximadamente 75% na primeira avaliação (Figura 1B)). Embora a incidência da doença tenha apresentado alto percentual durante o período de avaliação do experimento, a severidade manteve-se baixa em todos os tratamentos (Figura 3).

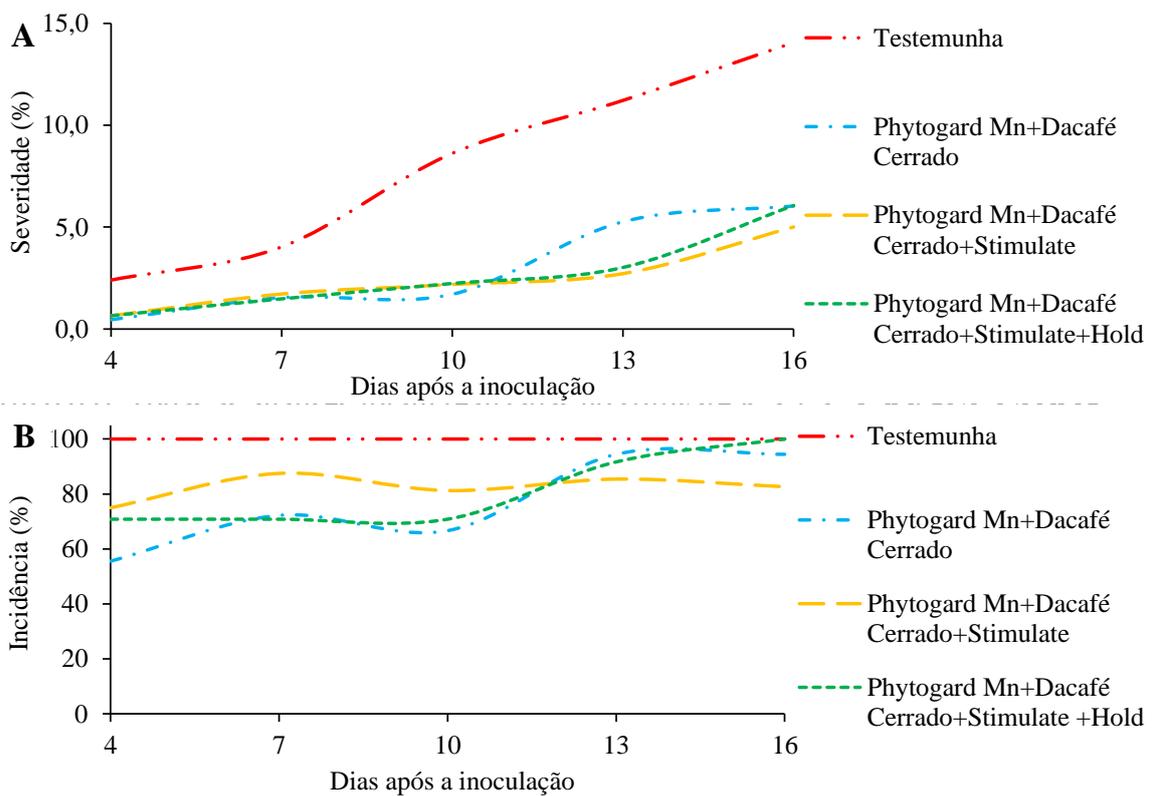


Figura 1: Progresso da severidade (A) e da incidência (B) da mancha aureolada do cafeeiro em diferentes tratamentos.

Observou-se que todos os tratamentos testados reduziram significativamente a área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) da mancha aureolada e foram efetivos na redução da severidade da doença, em relação à testemunha. Phytogard Mn + Dacafé Cerrado + Stimulate, Phytogard Mn + Dacafé Cerrado + Stimulate + Hold

e Phytogard Mn + Dacafé Cerrado proporcionaram controles de 71, 69 e 63%, respectivamente (Figura 2A). Não houve diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha para a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) (Figura 2B).

Figura 2: Área abaixo da curva de progresso da severidade (A) e da incidência (B) e porcentagem de controle proporcionada por cada tratamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Scott-Knott.

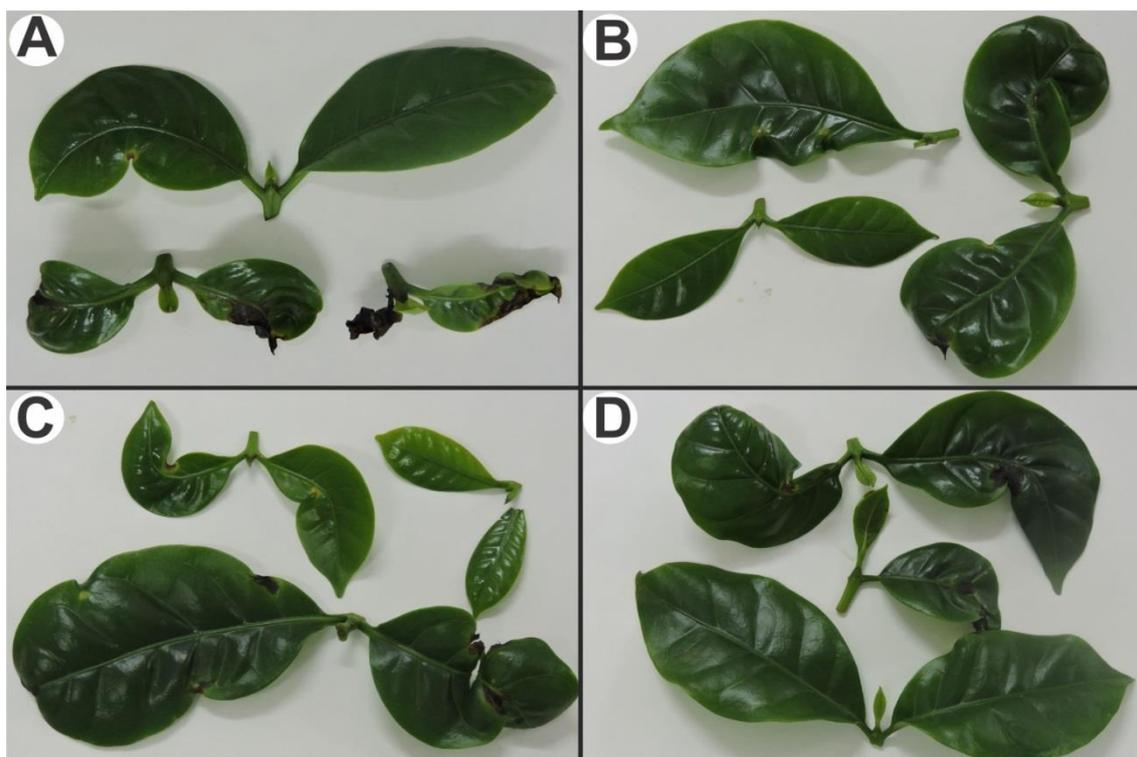


Figura 3. Efeito visual dos tratamentos sobre a severidade da mancha aureolada do cafeeiro.

A) Testemunha

B) Phytogard Mn+Dacafé Cerrado

C) Phytogard Mn+Dacafé Cerrado+Stimulate

D) Phytogard Mn+Dacafé Cerrado+Stimulate+Hold

Vários trabalhos demonstram que a nutrição mineral e a utilização de produtos à base de nutrientes influenciam e são capazes de reduzir a intensidade de doenças em cafeeiro. MARTINS et al. (2013) observaram redução na severidade da mancha aureolada sete dias após a aplicação de uma formulação à base de extrato vegetal e nutrientes GreenForce Cuca (2,5mL/L); do indutor de resistência comercial Bion (ASM; 0,2g/L), Reforce Cu (2,5mL/L), Reforce (5mL/L); GreenFós (2,5mL/L), obtendo controle de 41, 30, 30, 24 e 20%, respectivamente.

Existem relatos da utilização destes produtos para doenças fúngicas nesta cultura. RIBEIRO JÚNIOR (2008) realizando pulverizações de fosfitos de potássio, manganês e zinco em cafeeiros adultos por dois anos consecutivos observou reduções de 30% e 25% em ano de alta produção, respectivamente para ferrugem e cercosporiose e reduções de 53% e 32% em ano de baixa, na severidade da ferrugem e cercosporiose, respectivamente. OGOSHI et al. (2013) verificaram que fosfito de

potássio proporcionou redução de 62,5% da severidade da antracnose, causada por *Colletotrichum gloeosporioides* em cafeeiro. Segundo NOJOSA et al. (2009), a aplicação foliar com fosfito de potássio reduziram a severidade da mancha-de-Phoma em mudas de cafeeiro, assemelhando-se ao controle proporcionado pelo fungicida padrão.

Os fosfitos têm promovido uma eficiente proteção contra doenças em outras culturas. Em tomateiro industrial, o uso de algumas formulações de fosfitos reduziram significativamente a incidência e a severidade de mancha bacteriana e do talo oco (NASCIMENTO et al., 2008). Efeito positivo de fosfito de potássio foi observado para a redução da incidência e da severidade da brusone do trigo, com 36% e 56% de controle, respectivamente, em comparação com plantas não tratadas (PAGANI; DIANESE; CAFÉ-FILHO, 2014). De acordo com DIANESE (2008), aplicações foliares de fosfito de potássio, cálcio, magnésio e cobre reduziram a severidade da varíola do mamoeiro (*Asperisporium caricae*).

4.2 Teores de macro e micronutrientes em mudas de cafeeiro

Para os macronutrientes, fósforo (P) e o enxofre (S) todos os tratamentos testados promoveram incrementos significativos nos respectivos teores em relação ao teor inicial e a testemunha. Todos os tratamentos promoveram incrementos significativos em relação ao teor de cálcio (Ca), porém não diferiram da testemunha. Nos teores de N e K não houve diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha. (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito dos tratamentos sobre os teores de macronutrientes. Lavras, MG, 2016.

Tratamento	Macronutrientes (%)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Inicial *	3,00a	0,16b	2,55a	0,95b	0,28a	0,20b
Testemunha	3,10a	0,17b	2,46a	1,04a	0,28a	0,20b
Phytogard Mn+Dacafé Cerrado	3,05a	0,25a	2,52a	1,14a	0,30a	0,26a
Phytogard Mn+Dacafé Cerrado+Stimulate	2,93a	0,24a	2,41a	1,09a	0,28a	0,25a
PhytogardMn+DacaféCerrado+Stimulate+Hold	3,08a	0,25a	2,70a	1,09a	0,27a	0,25a

*Inicial: mudas do mesmo lote de plantas dos tratamentos, utilizadas antes da aplicação dos tratamentos. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Scott-Knott.

Observou-se que a aplicação dos fertilizantes foliares propiciou incremento significativo do macronutriente fósforo (P) e enxofre (S) em relação ao teor inicial e a testemunha.

De acordo com DALIO et al (2012), o fosfito não é metabolizado pelas plantas e as mesmas não conseguem oxidar o fosfito a fosfato para ser metabolizado como tal. Devido ao fato de não serem metabolizados, após a absorção, se mantém estável nos compartimentos celulares.

Recentemente, estudos realizados em células de fumo (*Nicotiana tabacum* L.) *in vivo*, utilizando espectroscopia de ressonância magnética nuclear de P, permitiram, acompanhar a compartimentalização intracelular dos fosfitos (DANOVA-ALT et al., 2008). Estes estudos verificaram que grande parte do fosfito se apresenta no vacúolo e no citoplasma. No presente trabalho, o resultado no incremento significativo de P via aplicação foliar se deve provavelmente ao acúmulo desse nutriente nesses compartimentos celulares, pois na análise foliar realizada em laboratório o teor de fósforo detectado corresponde ao P-total (fósforo total), não discriminado as formas iônicas de fosfitos e fosfatos. Nos trabalhos realizados em outras espécies vegetais, como tomate e pimentão cultivados em solução nutritiva (FORSTER et al., 1988) e *Ulva lactuca* (LEE& TSAI, 2005) *Brassica rapa*(THAO et al., 2008) foi constatado que fosfito não substituiu o fosfato na nutrição fosfatada em plantas, além de promover reduções significativas no crescimento de plantas.

Em relação aos micronutrientes, boro (B), manganês (Mn) e zinco (Zn) houve diferenças significativas entre os tratamentos e a testemunha e foram observados incrementos significativos em relação ao teor inicial, entretanto no teor de B oPhytogard Mn+Dacafé promoveu incremento significativo em relação aos tratamentosPhytogard Mn+Dacafé Cerrado+Stimulate e Phytogard Mn+Dacafé Cerrado+Stimulate+ Hold. Para os teores de ferro (Fe) e cobre (Cu) os tratamentos não promoveram incrementos significativos em relação ao teor inicial e não diferiram da testemunha (Tabela 3).

Tratamento	Micronutrientes(ppm)				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Inicial*	34,50c	8,00a	691,75a	127,00b	12,33b
Testemunha	38,50c	5,00b	487,50b	131,50b	23,75b
Phytogard Mn+Dacafé Cerrado	52,75a	6,75a	559,75b	426,75a	145,60a
Phytogard Mn+Dacafé Cerrado+Stimulate	45,25b	5,25b	563,75b	411,00a	141,75a
Phytogard Mn+Dacafé Cerrado+Stimulate+Hold	46,25b	5,00b	449,50b	396,00a	140,75a

*Inicial: mudas do mesmo lote de plantas dos tratamentos, utilizadas antes da aplicação dos tratamentos. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Scott-Knott.

Os fertilizantes foliares aplicados foram mais eficazes em incrementar os teores de boro, manganês e zinco. Esses resultados corroboram com os encontrados para teor de boro ideal na massa seca da folha do cafeeiro (MATIELLO 2006). Entretanto, para os tratamentos Phytogard Mn+Dacafé Cerrado+Stimulate e Phytogard Mn+Dacafé Cerrado+Stimulate + Hold foi verificado um teor de boro significativamente menor em relação ao tratamento Phytogard Mn+Dacafé Cerrado. Este efeito pode ser explicado pela presença do Stimulate em ambos os tratamentos, tendo contribuído para o efeito da diluição do nível de boro, em virtude do maior crescimento apresentado pelas plantas. Por isso é sempre importante associar teor foliar do nutriente com crescimento e aspecto visual da planta, pois pode-se chegar a conclusões erradas a respeito desse nutriente. De acordo com (ALLEONI et al., (2000); VIEIRA & CASTRO, (2004), estudos realizados com a interação de reguladores vegetais e adubação foliar de Ca+B nas culturas do feijão e soja e em diferentes estágios fenológicos, cultivares e locais tem sido positivos e revelado acréscimos em termos produtivos. Incrementos significativos nos teores de zinco e manganês também foram constatados. A nutrição mineral é passível de ser manipulada e está diretamente relacionada com a intensidade de doenças. CARVALHO et al. (2010) observaram que teores entre 0,6% e 0,75% de sulfato de zinco no volume de calda proporcionam menor incidência da ferrugem em cafeeiro.

COSTA (2012) observou que uma formulação de fosfito de manganês associado ao fungicida ciproconazol+azoxistrobina promove controle da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro e, com isso, conseqüente redução na desfolha e aumento da produtividade.

4.3 Fertilizantes foliares e regulador de crescimento na taxa fotossintética líquida

Todos os tratamentos diferiram da testemunha e não diferiram entre si para a taxa fotossintética líquida. Phytogard Mn+Dacafé Cerrado+Stimulate+Hold, Phytogard Mn+Dacafé Cerrado+Stimulate e Phytogard Mn+Dacafé Cerrado proporcionaram incrementos de 76, 74 e 44%, respectivamente (Figura 4).

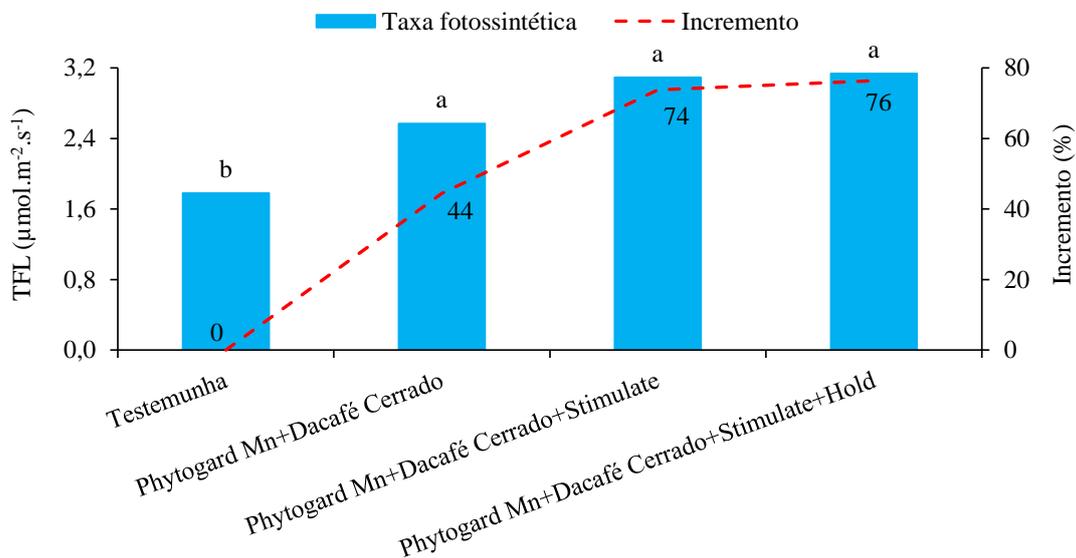


Figura 4. Efeito dos tratamentos na taxa fotossintética líquida. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

O ânion fosfato (HPO_4^{2-}) é a principal forma de fósforo assimilada pelas plantas para sua nutrição. Já os fosfitos (H_2PO_3), que são sais do ácido fosforoso, diferem do fosfato pela substituição de um átomo de oxigênio por um de hidrogênio em sua molécula. Esta substituição resulta em diferenças profundas na forma em que os dois compostos se comportam em organismos vivos. O fosfito é considerado análogo ao fosfato, entretanto fosfito não é metabolizado pela planta e assim, se acumula nos tecidos, pois este composto não pode ser reduzido a fosfato dentro da planta (DALIO et al., 2012; GUEST; GRANT, 1991; MCDONALD; GRANT; PLAXTON, 2001).

Phytogard Mn tem na sua composição fósforo (P) e manganês (Mn). O fósforo se apresenta na forma de fosfito, e não é metabolizado pela planta. Portanto, esse efeito na TFL se deve ao manganês. O manganês é um elemento determinante na fotossíntese de plantas, por utilizar a energia luminosa para oxidar água a oxigênio, no centro de oxidação no fotossistema II (PSII). Quatro átomos de manganês, presentes neste centro juntamente com um átomo de cálcio, são responsáveis pela transferência de quatro elétrons ao fotossistema I (PSI) (GONG et al., 2011). Portanto, qualquer incremento ou decréscimo no suprimento de Mn às plantas pode afetar a fotossíntese.

4.4 Atividade da PAL e teor de lignina em mudas de cafeeiro

Em relação a atividade da PAL, não foi observado diferenças significativas entre os tratamentos e a testemunha. A PAL atingiu seu pico de atividade as 24h após a inoculação da bactéria, entretanto as 72 HAI verificou-se maior atividade desta enzima nas plantas tratadas com Phytogard Mn+Dacafé Cerrado+Stimulate+Hold (Figura 5). Antes da inoculação os menores valores das enzimas podem ser devido à ausência de estresse ou injúrias nos tratamentos pulverizados. A testemunha, até 24 horas após a inoculação da bactéria apresentou a maior quantidade da enzima, devido provavelmente a maior área lesionada. No entanto, 48 horas após a inoculação o tratamento Phytogard Mn+Dacafé Cerrado+Stimulate+Hold inverteu seu comportamento e chegou a 72 HAI com a maior quantidade de PAL(Figura 5).

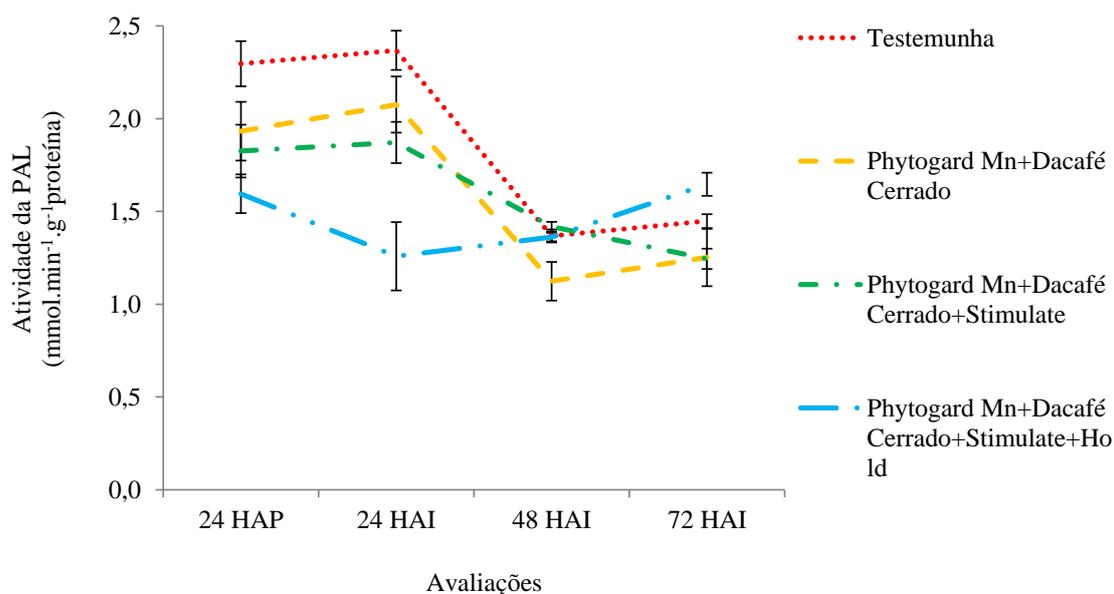


Figura 5. Efeito dos tratamentos sobre a atividade da PAL.

HAP: horas antes da inoculação da bactéria

HAI: horas após a inoculação da bactéria.

Em relação ao teor de lignina não houve diferenças significativas entre os tratamentos e a testemunha inoculada (Figura 6).

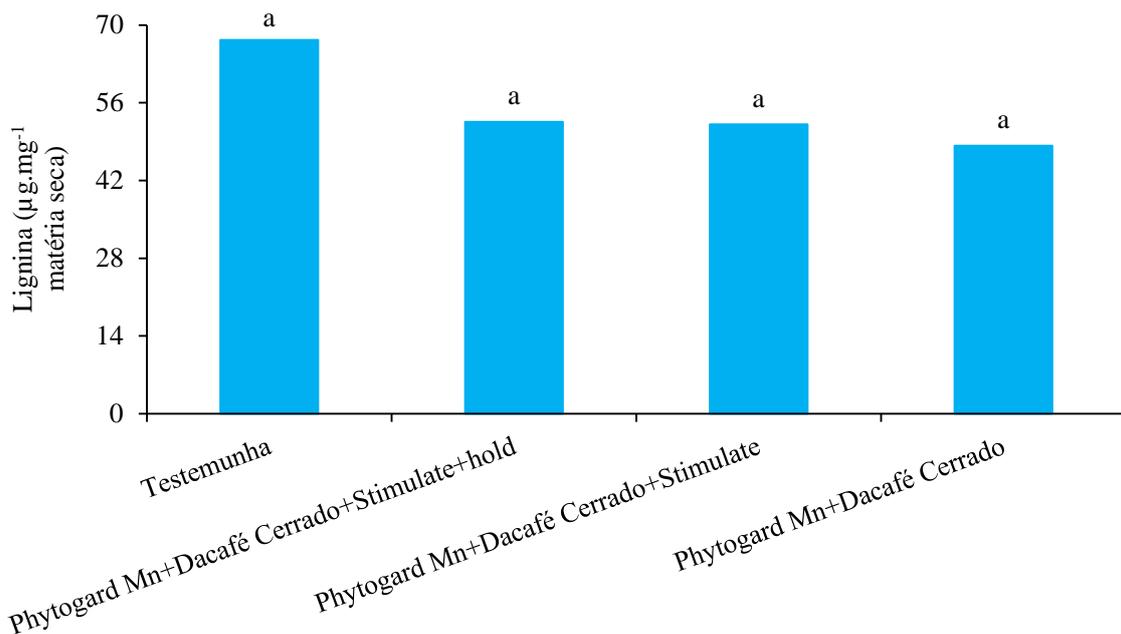


Figura 6. Efeito dos tratamentos sobre o teor de lignina.

De acordo com os resultados tanto da atividade da enzima PAL quanto do teor de lignina, observou-se que os produtos não apresentaram efeito de indução de resistência. Os produtos testados podem ter controlado a doença por meio de efeito direto ou induzido outras rotas de sinalização e enzimas de defesa que não foram estudadas no presente trabalho. Como *Pseudomonas syringae* 'pv. garcae' é um patógeno necrotrófico, pode ter ocorrido a indução de resistência via rota do ácido jasmônico, reconhecida como atuante na defesa de plantas contra insetos e patógenos necrotróficos.

4.5 Síntese de etileno em mudas de cafeeiro

Todos os tratamentos diferiram significativamente da testemunha para a síntese de etileno. Foram proporcionadas inibições de 54 a 76% na emissão deste gás pelas plantas (Figura 7). Este efeito se deve ao provável controle da doença promovido por estes tratamentos, pois a planta sintetiza este composto em caso de necessidade de abscisão foliar. Como a lesão foi menor nas folhas, este efeito foi menor.

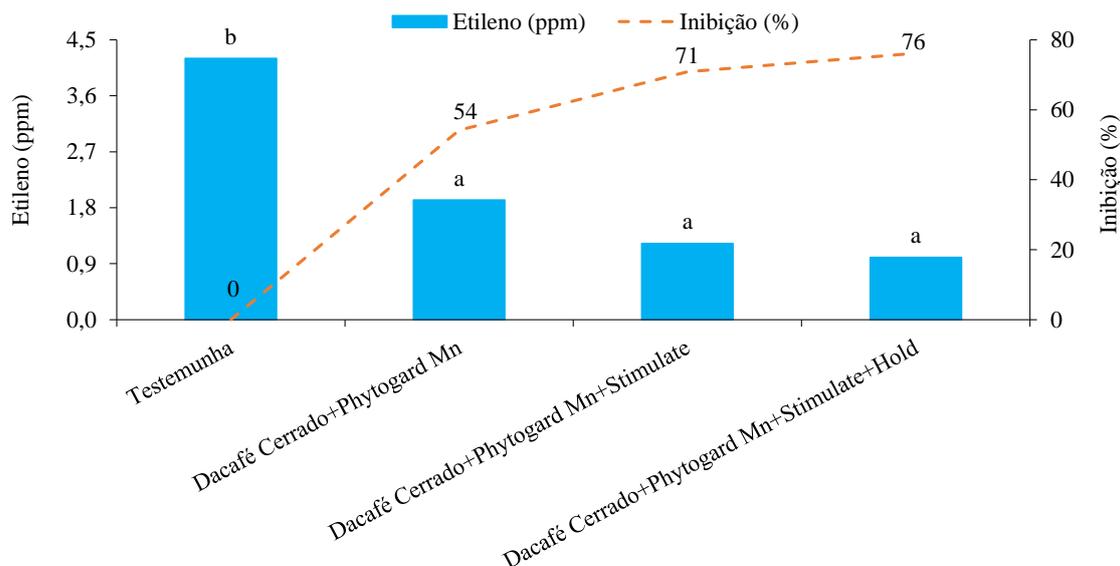


Figura 7. Efeito dos tratamentos na síntese de etileno.

O etileno é um hormônio vegetal que tem sido associado as respostas das plantas ao ferimento, ataque de patógenos e outros estresses (ARSHAD e FRANKKENBERGER, 2002). O etileno produzido após o ataque de patógenos pode ser um estímulo para as respostas de defesa, regulando uma ampla gama de genes relacionados à defesa, incluindo aqueles que codificam proteínas relacionadas à patogênese (PR), como a quitinase e a osmotina (DEIKMAN, 1997). No entanto, o etileno pode também desempenhar um papel no desenvolvimento de sintomas de doenças. Existe uma forte correlação entre o momento do aumento da produção de etileno após a infecção e o desenvolvimento de sintomas clorótico e necróticos (BOLLER, 1991; ELAD, 1990; GOTO et al., 1980; STALL & HALL, 1984). Alguns trabalhos relatam um aumento da produção de etileno e o desenvolvimento de sintomas em resposta à infecção causada por patógenos.

. O aumento da produção de etileno foi observado em frutos de tomate, manga e maçã inoculados com *Colletotrichum gloeosporioides* e correlacionados com o desenvolvimento de sintomas de podridão (COOPER et al., 1998; SCHIFFMANN-NADEL et al., 1985). CHEN et al., (2003) verificaram um aumento significativo na produção de etileno após a inoculação de *Colletotrichum destructivum* em *Nicotiana tabacum* durante sua fase necrotrófica quando as lesões ainda estavam em expansão. Portanto, os tratamentos testados reduzem a síntese de etileno e a desfolha em plantas de café inoculadas com *Pseudomonas syringae pv.garcae*.

5. CONCLUSÕES

- Phytogard Mn + Dacafé Cerrado, Phytogard Mn + Dacafé Cerrado + Stimulate e Phytogard Mn + Dacafé Cerrado + Stimulate + Hold proporcionaram redução significativa na severidade ou área foliar lesionada da mancha aureolada do cafeeiro.
- Os tratamentos avaliados promoveram incrementos nos teores de P, S, B, Mn e Zn.
- Todos os tratamentos promoveram incrementos na taxa fotossintética líquida e redução na síntese de etileno.
- O tratamento Phytogard Mn+Dacafé Cerrado+Stimulate+Hold promoveu aumento na atividade da PAL as 72 horas após a inoculação.
- Não houve aumentos significativos no teor de lignina.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economy Entomology**, New York, v. 18, n. 1, p. 265-267, 1925.

ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. Efeito dos reguladores vegetais de stimulate no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). Publicatio UEPG, v. 6, n. 1, p. 23-35, 2000.

ALVES, E.; PERINA, F. J. **Apostila do curso introdutório à microscopia eletrônica de varredura e microanálise de raios X**. 63 pp, Lavras, 2012.

AMARAL, D. R. et al. Silicato de potássio na proteção do cafeeiro contra *Cercospora coffeicola*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 425-431, 2008.

AMARAL, J. F.; TEIXEIRA, C.; PINHEIRO, E. D. A bacterium causing halo blight of coffee. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 23, p. 151-155, 1956.

ARSHAD M, FRAKENBERGER WT. 2002. Ethylene. Dordrecht, NL: Kluwer Academic Press.

BARTA, T. M.; WILLIS, D. K. Biological and molecular evidence that *Pseudomonas syringae* pathovars coronafaciens, striafaciens and garcae are likely the same pathovar. **Journal of phytopathology**, Berlim, v. 153, n. 7-8, p. 492-499, 2005.

BELAN, L. L.; POZZA, E. A. ; FREITAS, M. L. O.; SOUZA, R. M. ; JESUS JUNIOR, W. C. ; OLIVEIRA, J. M. Diagrammatic Scale for Assessment of Bacterial Blight in Coffee Leaves. **Journal of Phytopathology**, v. 162, p. 801-810, 2014.

BOLLER T. 1991. Ethylene in pathogenesis and disease resistance. In: Mattoo AK, Suttle JC, eds. The plant hormone ethylene. Boca Raton, FL: CRC Press, 293±314

CAMPOS, A. D. et al. Atividade de peroxidase e polifenoloxidase na resistência do feijão à antracnose. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, p. 637-643, 2004.

CARVALHO, . G. et al. Sintomas de desordens nutricionais injúrias em cafeeiro. In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; BALIZA, D. P. (Ed.). **Semiologia do cafeeiro**: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitários e fisiológicos. Lavras: UFLA, 2010. , p. 29-66.

CARVALHO, A. M. et al. Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n. 3, p. 269-275, mar. 2011.

CAVALCANTI, L. S.; BRUNELLI, K. R.; STANGARLIN, J. R. Aspectos bioquímicos e moleculares da resistência induzida. In: CAVALCANTI, L. S. et al. (Ed.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**.Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 81-124.

CAZORLA, F. M.; ARREBOLA, E.; OLEA, F.; VELASCO, L.; HERMOSO, J. M.; PEREZ-GARCIA, A.; TORÉS, J. A.; FARRÉ, J. M.; VICENTE, A. Field evaluation of treatments for the control of the bacterial apical necrosis of mango (*Mangifera indica*) caused by *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 116, n. 4, p. 279-288, Dec. 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Segunda estimativa da safra nacional de café 2017**. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_05_18_15_37_37_boletim_cafe_-_maio_2017.pdf Acesso em: 02 agost. 2017.

COOPER W, BOUZAYEN M, HAMITON A, BARRY C, ROSSALL S, GRIERSON D. 1998. Use of transgenic plants to study the role of ethylene and polygalacturonase during infection of tomato fruit by *Colletotrichum gloeosporioides*. **Plant Pathology** 47, 308-316.

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

COSTA, B. H. G. **Manejo da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro com produtos alternativos, fungicida e suas associações, em condições de campo**. 2012. 51 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
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.

DALIO, R. J. D., RIBEIRO JÚNIOR, P. M., RESENDE, M. L. V., SILVA, A. C., BLUMER, S., PEREIRA, V. F., WOLFGANG, O., PASCHOLATI, S. F. O triplo modo de ação dos fosfitos. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Volume 20, 2012. In: Wilmar C. Luz. (Org.). **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. 1ed. Passo Fundo: Revisão Anual de Patologia de Plantas – RAPP. V. 20, p. 206-242, 2012.

DANIEL, R.; GUEST, D. Defence responses induced by potassium phosphonate in *Phytophthora palmivora* challenged *Arabidopsis thaliana*. **Physiological and molecular Plant Pathology**. London, V. 67, n. 315, p. 194-201, 2006

DANOVA-ALT, R. et al. Transport and compartmentation of phosphite in higher plant cells kinetics and ³¹P nuclear magnetic resonance studies. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v. 31, p. 1510-1521, 2008.

DEIKMAN J. 1997. Molecular mechanisms of ethylene regulation of gene transcription. **Physiologia Plantarum** 100, 561±566.

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.

DERCKS W; CREASY LL. Influence of fosetyl-Al on phytoalexin accumulation in the *Plasmopara viticola* -grapevine interaction. **Physiological and Molecular Plant Pathology** v. 34, p 203-213, 1989.

DESTÉFANO, S. A. L. et al. Bacterial leaf spot of coffee caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* in Brazil. **Plant Pathology**, Campinas, v. 59, n. 6, p. 1162-1163, 2010.

DIANESE, A. C. ; BLUM, L. E. B.; J. B. DUTRA ; L. F. LOPES ; M. C. SENA ; L. F. FREITAS . Avaliação do efeito de fosfitos na redução da varíola (*Asperisporium caricae*) do mamoeiro (*Carica papaya*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30 (3), p. 834-837, 2008.

DOSTER, M. A; BOSTOCK, R. M..Quantification of lignin formation in almond bark in response to wounding and infection by *Phytophthora* species. **Phytopathology**, St. Paul, v.78, n. 4, p. 473-477, Apr. 1988.

ELAD Y. 1990. Production of ethylene in tissues of tomato, pepper, french-bean, and cucumber in response to infection by *Botrytis cinerea*. **Physiological and Molecular Plant Pathology** 36, 277± 287.

ESHRAHGI, 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, p. 1086-1095, May 2011.

FERREIRA, J. B.; ABREU, M. S.; MACHADO, J. C.; PEREIRA, I. S.; FERNANDES, K. F. Transmissibilidade e efeito do tratamento de sementes de cafeeiros com mancha manteigosa (*C. gloeosporioides*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 101-108, jan-fev, 2010.

FORSTER, H.; ADASAVEG, J. E.; IM, D. H.; STANGHELLIN, M. E. Effect of phosphite on tomato and pepper plants and on susceptibility of pepper to *Phytophthora* root and crown rot in hydroponic culture. **Plant Disease**, St. Paul, V. 82, n. 10, p. 1165-1170, Oct; 1998.

GISI, U.; SIEROTZKI, H. Fungicide modes of action and resistance in downy mildews. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 122, p. 157-167, 2008.

GODOY, C. V.; BERGAMIN FILHO, A.; SALGADO, C. L. Doenças do cafeeiro. In: KIMATI, H. et al. (Ed.). **Manual de fitopatologia, doenças das plantas cultivadas:** volume 2. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. p. 184–200.

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.

GONG, X. et al. Cerium relieves the inhibition of photosynthesis of maize caused by manganese deficiency. **Biological Trace Element Research**, Clifton, v. 141, n. 1/3, p. 305-316, June 2011.

GOTO M, YAGUCHI Y, HYODO H. 1980. Ethylene production in citrus leaves infected with *Xanthomonas citri* and its relation to defoliation. **Physiological Plant Pathology** 16, 343±350.

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

HEREDIA, A. et al. La cutícula vegetal: estructura y funciones. **Ecologia**, v. 12, p. 293-305, 1998.

ITHIRU, J. M. et al. Methods for early evaluation for resistance to bacterial blight of coffee. 2013.

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

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.

JANSEN, A. **Plant protection in coffee**: recommendations for the common code for the coffee community initiative. Germany: GTZ, 2005. Disponível em: <<http://www.sustainable-coffee.net/download/2006/4c-pesticidereport.pdf> . Acesso em 05 jun 2016

KIMURA, O.; ROBBS, C. F.; FERRARI, J. A. R. Algumas observações relacionadas com as bacterioses do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4, 1976, Caxambu. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC, 1976. p. 104.

KING, E. O.; WARD, M. K.; RANEY, D. E. Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescin. **The Journal of laboratory and clinical medicine**, v. 44, n. 2, p. 301-307, 1954.

LATUNDE-DADA, A. O.; LUCAS, J. A. The plant defence activator acibenzolar-S-methyl primes cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) seedlings for rapid induction of resistance. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 58, p. 199-208, May 2001.

LEE, T. M.; TSAI, P. F. The effects of phosphate on phosphate starvation responses of *Ulva lactuca* (*Ulvales chlorophyta*). **Journal of Phycology**, Oxford, V. 41, n.5, p. 975-982, Oct. 2005.

LELLIOT, R.A.; BILLING, E.; HAYWARD, A.C. A determinative scheme for the fluorescent plant pathogenic *Pseudomonads*. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v.29, n.3, p.470-589, 1966.

LELLIOTT, R. A.; BILLING, E.; HAYWARD, A. C. A determinative scheme for the fluorescent plant pathogenic *pseudomonas*. **Journal of Applied Microbiology**, v. 29, n. 3, p. 470-489, 1966.

LICHSTON, J. E.; GODOY, S. A. P. Morfologia e teor de cera de folhas de café após aplicação de fungicida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 919-926, jun. 2006.

LIM, S. et al. Proteomics analysis suggests broad functional changes in potato leaves triggered by phosphites and a complex indirect mode of action against *Phytophthora infestans*. **Journal of Proteomics**, New York, v. 93, p. 207-223, Mar. 2013.

LIMA, L.M. Manejo da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi* SYDOW & P. SYDOW). 2006. 81p. **Dissertação** (Mestrado)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

LOBATO, M. C. et al. Phosphite compounds reduce disease severity in potato seed tubers and foliage. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 122, p. 349-358, Nov. 2008.

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.

LOUSTAU, D. BRAHIM, M. B.; GAUDILLÉRE, J. P.; DREYER, E. Photosynthetic responses to phosphorus nutrition in two-year old maritime pine seedlings. **Tree Physiology**, Victoria, V. 19, p. 707-715, 1999.

MAGNANI, E. B. Z.; ALVES, E.; ARAÚJO, D.V. Eventos dos processos de pré-penetração, penetração e colonização de *Phakopsora pachyrhizi* em folíolos de soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, V. 32, n. 2, p. 156-160, mar/abr. 2007.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3rd ed. London: Academic Press, 2012. 889 p.

MARTINS, S. A.; RESENDE, M.L.V.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; VASCONCELOS, V. A. M.; BRASIL, P. H.; SILVA JÚNIOR, M. B.; BOTELHO, D. M. S.; RENNÓ, M. H. L.; Produtos alternativos no controle da mancha aureolada do cafeeiro. **VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, Salvador, 25 a 28 de novembro de 2013.

MATIELLO, J.B., GARCIA, A.W.R., ALMEIDA, S.R.A., Adubos, corretivos e defensivos para lavoura cafeeira-Indicações de uso, Editora Bom Pastor, Varginha-MG, 2006, 89p.

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, Jan. 2001.

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.

MOREIRA, M. A.; ADAMI, M.; RUDORFF, B. F. T. Análise espectral e temporal da cultura do café em imagens Landsat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 3, p. 223-231, mar,2004.

N. CHEN, P. H. GOODWIN* and T. HSIANG Department of Environmental Biology, University of Guelph, Guelph, Ontario , Canada . **Journal of Experimental Botany**, Vol. 54, No. 392, pp. 2449±2456, November 2003.

NAKAZAWA, A.; NOZUE, M.; YASUDA, H. Expression pattern and gene structure of phenylalanine ammonia-lyase in *Pharbitis nil*. **Journal of Plant Research**, Tokyo, v. 114, n. 2, p. 323-328, 2001.

NASCIMENTO, A. dos R.; FERNANDES, P. M. ; ROCHA, M. R. da ; SILVA, E. A. da. Fontes de fosfito e acibenzolar-s-metil no controle de doenças e produtividade do tomateiro. **Biosci.J.**,Uberlandia, v. 24, n. 1 , p. 53- 59 , Jan./ M ar .2008.

NASCIMENTO, A. dos R.; FERNANDES, P. M. ; ROCHA, M. R. da ; SILVA, E. A. da. Fontes de fosfito e acibenzolar-s-metil no controle de doenças e produtividade do tomateiro. **Biosci.J.**,Uberlandia, v. 24, n. 1 , p. 53- 59 , Jan./ M ar .2008.

NIINEMEST, U.; CESCATTI, A., RODEGUIERO, M. Complex adjustments of photosynthetic potentials and internal diffusion conductance to current and previous light availabilities and leaf age in mediterranean evergreen species quercus ilex. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, V. 29. n. 6, p. 1159-1178, 2006.

NOJOSA, G.B.A. Efeito de indutores na resistência de *Coffea arabica* L. à *Hemileiavastatrix* BERK & BR. e *Phoma costarricensis* ECHANDI. 2003. 102 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

NOJOSA, G.B.A.; RESENDE, M.L.V., BARGUIL, B.M.; MORAES, S.R.G. & VILAS BOAS, C.H. Efeito de indutores de resistência em cafeeiro contra a mancha de *Phoma*. **Summa Phytopathologica**, v.35, n.1, p.60-62, 2009.

OESTREICH-JANZEN, S. Chemistry of coffee in comprehensive natural products II: chemistry and biology, **Citeulike**, Illy, May 2010. Disponível em: <<http://www2.illy.com/wps/wcm/connect/us/illy/>>. Acesso em: 13 abr. 2013.

OGOSHI, C. et al. Potassium phosphite: a promising product in the management of diseases caused by *Colletotrichum gloeosporioides* in coffee plants. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, p. 1558-1565, Nov. 2013.

PAGANI, A. P. S.; DIANESE, A. C.; CAFÉ-FILHO, A. C. Management of wheat blast with synthetic fungicides, partial resistance and silicate and phosphite minerals. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 42, p. 609-617, Dec. 2014.

PARADELA FILHO, O. et al. Primeira constatação em cafeeiro no Brasil da *Xylella fastidiosa* causadora da clorose variegada dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 16, n. 2, p. 135-136, 1995.

PATRÍCIO, F. R. A. et al. Controle químico da mancha aureolada em uma região montanhosa. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, v. 35, p. 119, 2010.

PEREIRA, R. et al. Occurrence of anthracnose in common bean cultivars collected in the state of Minas Gerais, Brazil. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 53, p. 224-225, 2010.

PILBEAM, R. A. et al. Phosphite stimulated histological responses of *Eucalyptus marginata* to infection by *Phytophthora cinnamoni*. **Trees-Structure and Function**, Berlin, V. 25, n. 6, p. 1121-1131, Dec. 2011.

POZZA, E.A, CARVALHO VL & CHALFOUN SM. Sintomas de injúrias causadas por doenças do cafeeiro. In: Guimarães RJ, Mendes ANG, Baliza DP (eds) **Semiologia do Cafeeiro**. Lavras, Editora UFLA, pp 67–106. 2010.

POZZA, A. A. A. et al. Influência da nutrição mineral na intensidade da mancha-de-olho-pardo em mudas de cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 53-60, jan. 2001.

POZZA, A.A.A., ALVES, E., POZZA, E.A., CARVALHO, J. G. de, MONTANARI, M., GUIMARÃES, P.T.G. & SANTOS, D.M. Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira* 29:185-188. 2004.

RAES, J. et al. Genome-wide characterization of the lignification toolbox in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 133, n. 3, p. 1051-1071, Nov. 2003.

REIS, A. R. et al. Diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. **Bragantia**, Campinas, v. 85, n. 1, p. 163-171, 2006.

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.

ROBBS, C. F. et al. "Crestamento bacteriano das folhas": nova enfermidade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) incitada por *Pseudomonas cichorii* (Swingle) Stapp. **Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 1-5, 1974.

RODRIGUES L. M. V; ALMEIDA, I. M. G de; PATRÍCIO, F. R A.; BERIAM, L. O. S; MACIEL, K. W.; BRAGHINI, M. T, FILHO, O. G. Mancha aureolada do cafeeiro causada por *Pseudomonas syringae* pv. *garcae*. Campinas: Instituto Agrônômico, 2013. 24 p. (Série Tecnologia Apta. Boletim técnico IAC, 212).

RODRIGUES NETO, J. et al. Mancha bacteriana do cafeeiro causada por *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*. **SummaPhytopathologica**, Botucatu, v. 32, supl., p. 85, 2006.

RODRIGUES NETO, J. et al. *Pseudomonas andropogonis* (Smith, 1911) Stapp, 1928, agente causal da “mancha escura bacteriana” em folhas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 48, N. 1-4, p. 31-36, Jan./Dec. 1981.

RODRIGUES, L. M. et al. Aggressiveness of strains and inoculation methods for resistance assessment to bacterial halo blight on coffee seedlings. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 165, n. 2, p. 105-114, 2017.

SCHAAD, N. W.; JONES, J. B.; CHUN, W. **Plant pathogen bacterias**. 3. ed. Saint Paul: APS Press, 2001. 373 p.

SCHIFFMANN-NADEL M, MICHAELY H, ZAUBERMAN G, CHET I. 1985. Physiological changes occurring in picked climacteric fruit infected with different pathogenic fungi. **Journal of Phytopathology** 113, 227±284.

SERA, T. Coffee genetic breeding at IAPAR. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 1, p. 179-190, 2001.

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.

STALL RE, HALL CB. 1984. Chlorosis and ethylene production in pepper leaves infected with *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. **Phytopathology** 74, 373±375.

SUN, O. J.; PAYN, T. W. Magnesium nutrition and photosynthesis in *Pinus radiata*: clonal variation and influence of potassium. **Tree Physiology**. Victoria, V. 19, p. 535-540, 1999.

THAO, H. T. B.; YAMAAWA, T.; SHIBATA, K; SARR, P. S.; MYINT, A. K. Growth response of kormatsuma (*Brassica rapa* var. *peruviridis*) to root and foliar applications of phosphate. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.308, n. 1-2, p. 1-10, July 2008.

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. ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economy Entomology**, New York, v. 18, n. 1, p. 265-267, 1925.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. Ação de bioestimulante na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2004. 73 p.

WARREN, C. R.; ADAMS, M. A. Distribution of N, Rubisco and photosynthesis in *Pinus pinaster* and acclimation to light. *Plant, Cell and Environment*, Oxford, v. 24. p. 597-609, 2001.

ZAMBOLIM, L. et al. **Café**. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p. 83–180

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, E. M. DOENÇAS DO CAFEIRO. In: imati, A. et al . *Manual de Fitopatologia*. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. V. 2, p. 165 – 180.

ZOCCOLI, D.M., TAKATSU, A. & UESUGI, C.H. Occurrence of halo bright in coffee trees in Triângulo Mineiro and Alto Paranaíba Region's, Brazil. **Bragantia**. v.70, p. 843-849. 2011.