

Extrato vegetal, fosfito e sulfato de zinco no controle do oídio em eucalipto¹

Plant extract, zinc phosphite and zinc sulphate in the control of powdery mildew in the eucalyptus

André Costa da Silva^{2*}, Mário Lúcio Vilela de Resende², Paulo Estevão de Souza², Kátia Ferreira Pôssa³ e Manoel Batista da Silva Júnior²

RESUMO - O objetivo do trabalho foi avaliar a eficácia de um extrato vegetal obtido a partir de folhas de cafeeiro infectadas por *Hemileia vastatrix* (NEFID), do fosfito de zinco, sulfato de zinco e da mistura desses nutrientes com o extrato NEFID, no controle do oídio em eucalipto. O experimento foi conduzido em minijardim clonal, contendo minicepas do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* ("urograndis"), considerado altamente suscetível ao oídio. Os tratamentos consistiram da aplicação do extrato NEFID, do sulfato ou fosfito de zinco e a combinação desses nutrientes com o extrato nas proporções de 50:50, 25:75 e 75:25, respectivamente. As aplicações dos tratamentos e as avaliações da severidade da doença foram feitas a cada 14 dias. Foram avaliados também os efeitos dos tratamentos sobre a produção e a porcentagem de enraizamento das mini-estacas, além da ação fungitóxica direta dos tratamentos sobre o *Oidium eucalypti* através da microscopia eletrônica de varredura. Todos os tratamentos foram eficientes no controle do oídio em minicepas de eucalipto, obtendo controles que variaram de 45-70% da doença. O extrato vegetal NEFID, o fosfito de zinco, a mistura desses dois produtos e o tratamento contendo 25% Sulfato de zinco + 75% NEFID foram os que obtiveram melhores controles do oídio, sendo mais eficiente que o fungicida à base de piraclostrobina + epoxiconazole usado no controle do patógeno. Verificou-se que todos os tratamentos foram fungitóxicos, causando grandes modificações na sua morfologia. Os tratamentos não afetaram negativamente a produção de mini-estacas e a porcentagem de enraizamento.

Palavras-chave: *Oidium eucalypti*. *Eucalyptus* spp. Controle alternativo. Microscopia eletrônica de varredura. Produção e enraizamento de miniestacas.

ABSTRACT - The aim of this study was to evaluate the efficacy of a plant extract obtained from the leaves of the coffee tree infected *Hemileia vastatrix* (NEFID), zinc phosphite, zinc sulfate and the mixture of these nutrients with the extract NEFID in controlling powdery mildew in eucalyptus. The experiment was conducted in minigarden containing clonal ministumps hybrid *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* ("urograndis") acesita-144 considered highly susceptible to powdery mildew. The treatments consisted of NEFID extract, zinc sulfate or zinc phosphite and the combination of these nutrients with the extract in the proportions of 50:50, 25:75 and 75:25 respectively. The application of treatments and evaluations were made every 14 days. We also evaluated the effects of treatments on the production of cuttings and their rooting and direct fungitoxic action of treatments on *Oidium eucalypti* by scanning electron microscopy. All treatments were effective in controlling powdery mildew in ministumps eucalyptus, getting a control that ranged from 45-70% of the disease. The plant extract NEFID, zinc phosphite, the mixture of these two products and the treatment containing 25% zinc sulfate + 75% NEFID were those who had better control of powdery mildew, being more efficient than the fungicide pyraclostrobin + epoxiconazole used for pathogen control. It was found that all treatments were fungitoxic, causing major changes in their morphology. The treatments did not affect the production of mini-cuttings and rooting.

Key words: *Oidium eucalypti*. *Eucalyptus* spp. Alternative control. Scanning electron microscopy. Production and rooting of mini-cuttings.

DOI: 10.5935/1806-6690.20160011

* Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 23/11/2013; aprovado em 7/9/2015

Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras/UFLA

²Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras/UFLA, Caixa Postal 3037, Lavras-MG, Brasil, 37.200-000, andrec_agro@yahoo.com.br, mlucio@dfp.ufla.br, pauleste@dfp.ufla.br, mjunior_agroufla@yahoo.com.br

³Departamento de Biotecnologia Vegetal/Universidade Federal de Lavras/UFLA, Caixa Postal 3037, 37.200-000, Lavras-MG, Brasil, katiapossa@gmail.com

INTRODUÇÃO

No mundo, onde se pratica agricultura comercial, faz-se o uso de defensivos agrícolas para o controle de pragas e doenças de plantas. O uso indiscriminado desses produtos, em curto prazo, tem efeito benéfico para os produtores, no entanto, em longo prazo, pode ocorrer a seleção de novas raças resistentes de patógenos, além de promover a contaminação do ambiente e causar danos à saúde humana (DALIO *et al.*, 2012).

Na eucaliptocultura, um dos principais patógenos de ocorrência em viveiros e nos minijardins clonais é *Oidium eucalypti* Rostrup. que tem se destacado devido à variedade de espécies e híbridos de eucalipto suscetíveis, intensidade e danos causados (ALFENAS *et al.*, 2009). Apesar de não haver produtos químicos registrados para o controle do oídio em eucalipto no Brasil, o uso de defensivos químicos é uma prática rotineira para o controle desse patógeno. Um dos grandes problemas do uso de defensivos em minijardins clonais, é o manuseio diário de coletores de mini-estacas para produção de mudas de eucalipto. Com isso, há uma grande preocupação e uma demanda do setor florestal, por produtos que sejam menos tóxicos aos trabalhadores, ambiente e ao mesmo tempo eficiente no controle dos fitopatógenos.

Hoje, pesquisadores têm se empenhado em encontrar medidas alternativas para implementar um manejo fitossanitário mais sustentável. Os Estados Unidos e a União Europeia estão reduzindo drasticamente a utilização de pesticidas convencionais (DELIOPOULOS *et al.*, 2010). Futuramente essas mudanças afetarão também o Brasil, em função das restrições de entrada dos produtos nacionais nesses países.

Tendo em vista tais problemas e com base na literatura, é evidente que os extratos de plantas e os sais inorgânicos emergem como uma alternativa promissora aos defensivos convencionais (BARGUIL *et al.*, 2005; DALIO *et al.*, 2012; MEDEIROS *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2013; 2014). Outro fator importante dos sais inorgânicos é que possuem perfil de segurança favorável para os seres humanos e ao ambiente, bem como baixa toxicidade em mamíferos, além do seu baixo custo (OLIVIER; MACNEIL; LORIA, 1999; REUVENI; REUVENI, 1995). O uso de sais inorgânicos, extrato de planta e a mistura desses dois componentes, podem apresentar como uma alternativa eficiente e menos tóxica aos trabalhadores no controle do oídio em minijardim clonal.

Com isso, o objetivo deste trabalho foi verificar a capacidade do extrato vegetal NEFID, do fosfito de zinco, sulfato de zinco e a combinação do extrato com esses nutrientes no controle do *Oidium eucalypti* em minijardim clonal.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em viveiro de produção de mudas de eucalipto, localizado na fazenda Bela Vista Florestal, no município de Campo Belo/MG e no Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras, Lavras/MG.

Em janeiro de 2010, foram montados ensaios para avaliar a eficiência do extrato vegetal NEFID, do fosfito de zinco e sulfato de zinco e da mistura destes dois nutrientes com NEFID sobre o oídio do eucalipto. Os tratamentos foram testados em minicepas do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*, “urograndis” acesita-144, considerado altamente suscetível ao oídio do eucalipto em minijardim clonal.

Para obtenção do extrato vegetal NEFID, foram utilizadas folhas de caféiro naturalmente infectadas por *Hemileia vastatrix* Berk & Br. caídas no solo em plantações de café. Essas folhas foram secas ao ar e moídas até formar um pó fino em um moinho eletrônico. O pó foi adicionado em água na concentração de 1:10 m/v e mantido sob fervura durante 2 h em constante agitação. O extrato foi filtrado em uma peneira de 500 mesh e armazenado como solução estoque a -40 °C. Para o emprego nos ensaios, o extrato foi diluído em água a 10%.

Os tratamentos consistiram do extrato NEFID a 10%, do fosfito de zinco (34% P_2O_5 + 10% Zn) na concentração de 2 mL L⁻¹, sulfato de zinco ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) a 2 g L⁻¹, da mistura do sulfato de zinco ou fosfito de zinco com o extrato NEFID, nas proporções de 50:50, 25:75 e 75:25, respectivamente e do fungicida comercial à base de piraclostrobina + epoxiconazole (Opera®, BASF) a 0,5 mL L⁻¹. Estas concentrações foram definidas através de testes preliminares. Todos os tratamentos receberam adição de KCl a 0,1%, para uma melhor absorção dos produtos pelas plantas e óleo mineral (Assist®, BASF) a 2,5 mL L⁻¹ para reduzir a tensão superficial e a evaporação, além de melhorar a distribuição dos produtos nas folhas. A escolha da concentração fungicida é justificada pelo fato de que provocou fitotoxidez quando aplicados em 1,0 mL L⁻¹ em conjunto com o óleo mineral Assist a 2,5 mL L⁻¹. O experimento também contou com dois tratamentos controle, um contendo água mais a adição de KCl a 0,1% e óleo mineral (Assist®) a 2,5 mL L⁻¹ e um controle absoluto, sem nenhum tratamento. Os tratamentos foram aplicados quando mais de 95% das folhas das minicepas estavam infectadas. As aplicações foram realizadas na parte da manhã, utilizando-se um pulverizador manual com um bico de ejeção cônica até o ponto de escorrimento. As avaliações da severidade do oídio e a aplicação dos tratamentos foram feitas a cada 14 dias, num total de cinco aplicações e seis avaliações. A severidade foi avaliada

utilizando a escala diagramática proposta por Lima, Lopes e Café Filho (2004). Os valores médios da área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) foram calculados de acordo com Shaner e Finney (1977).

Através da microscopia eletrônica de varredura, foi avaliado o efeito direto dos tratamentos sobre o oídio do eucalipto. Vinte quatro horas após a primeira aplicação dos tratamentos foram coletadas folhas infectadas com o patógeno. O preparo e a análise das amostras seguiram a metodologia descrita por Medice *et al.* (2007).

Outro fator avaliado foi o efeito dos tratamentos sobre a produção média e a porcentagem de enraizamento das mini-estacas. Para tanto, foram realizadas duas coletas no minijardim clonal, sendo a primeira coleta feita oito dias após a primeira aplicação dos tratamentos e a segunda, um dia após a segunda aplicação. Para avaliar a porcentagem de enraizamento das mini-estacas coletadas, elas foram adicionadas em caixa de isopor para evitar temperatura excessiva e perda de água por transpiração e levadas imediatamente para a casa de enraizamento. As mini-estacas foram colocadas em um substrato de enraizamento composto por uma mistura de casca de pinus, casca de arroz carbonizada e vermiculita (50:25:25), enriquecida com Ciclus NKS®, FTE BR-12 e KCl (200:100:100 g m⁻³) e 1 kg de superfosfato simples m⁻³. Logo após, as mini-estacas foram levadas para a câmara de enraizamento, onde permaneceram durante 32 dias. Após este período, o número de mini-estacas enraizadas foi contado.

Os ensaios foram montados em blocos casualizados, com três repetições. A parcela experimental foi constituída de 1 x 0,5 m do canaletão, contendo aproximadamente 100 minicepas, sendo considerada a parcela útil as 10 plantas centrais.

Os dados obtidos nos ensaios foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e outros procedimentos de inferência estatística. Os valores médios, quando significativos, foram separados pelo teste de Scott-Knott ou Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa *R Development Core Team*. Avaliação da normalidade e homogeneidade foi realizada com os resíduos de onde não se verificou desvios das pressuposições envolvidas na análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os tratamentos foram eficientes no controle do oídio em minicepas de eucalipto, obtendo um controle que variou de 45-70% da doença em relação ao controle absoluto (Tabela 1). O extrato vegetal NEFID, o fosfito de zinco, a mistura desses dois produtos e o tratamento contendo 25% Sulf. Zn + 75% NEFID foram os que obtiveram melhores controles do oídio, sendo mais eficiente que o próprio fungicida usado no controle do patógeno. O sulfato de zinco e a mistura contendo 75% Sulf. Zn + 25% NEFID foram tão eficientes quanto ao fungicida.

Tabela 1 - Valores médios da área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) e a porcentagem de controle da doença, com o uso do extrato vegetal NEFID, misturado ou não com fosfito de zinco ou sulfato de zinco no controle do oídio em minicepas de eucalipto

Tratamentos*	AACPD**	% de controle***
NEFID	2220,7 d	59,7
Fosfito de zinco	2427,9 d	55,9
25% Fosf. Zn + 75% NEFID	2264,5 d	58,9
50% Fosf. Zn + 50% NEFID	1655,1 d	70,0
75% Fosf. Zn + 25% NEFID	2265,2 d	58,9
25% Sulf. Zn + 75% NEFID	2042,6 d	62,9
Sulfato de zinco	3014,2 c	45,3
75% Sulf. Zn + 25% NEFID	2769,2 c	49,7
Fungicida	2907,8 c	52,7
Testemunha (água)	3695,3 b	32,9
Testemunha (sem pulverização)	5512,5 a	0,0
CV(%)	8,59	

*Todos os tratamentos receberam adição de óleo mineral Assist® (2,5 mL L⁻¹) e KCl (0,1%), exceto o controle sem pulverização. A dose do fungicida à base de piraclostrobina + epoxiconazole foi de 0,5 mL L⁻¹, do fosfito de zinco de 2 mL L⁻¹, do sulfato de zinco de 2 g L⁻¹ e a concentração do extrato NEFID foi de 10%; **Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; *** Porcentagem de controle da doença, em relação a testemunha, no qual não foi aplicado nenhum produto

Alguns trabalhos já vêm demonstrando a eficácia do extrato vegetal NEFID no controle de fitopatógenos, como *Phoma costarricensis* (BARGUIL *et al.*, 2005), *Hemileia vastatrix*, *Cercospora coffeicola* e *Phoma tarda* (SANTOS *et al.*, 2007), *Xanthomonas vesicatoria* (MEDEIROS *et al.*, 2009) e possível indução dos mecanismos de resistência no hospedeiro com o uso desse extrato (BARGUIL *et al.*, 2005; MEDEIROS *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2007). Já Bizi *et al.* (2008) não obtiveram controle do oídio do eucalipto usando produtos derivados de plantas, como taninos, óleos obtidos de *Pinus* spp., *Corymbia citriodora* e de *E. globulus* e os extratos vegetais de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.), manjeriço (*O. basilicum* L.), ginkgo (*Ginkgo biloba* L.), hortelã (*Mentha x villosa* Huds.) e eucalipto (*E. globulus* e *E. citriodora*). O fato do extrato NEFID controlar o oídio em eucalipto e outros extratos não serem eficazes, pode ser devido aos diferentes princípios ativos presentes nesses extratos. Futuros estudos são necessários para analisar os constituintes presentes no extrato NEFID.

O fosfito de zinco também se apresentou como uma alternativa eficiente no controle do oídio em minicepas de eucalipto, com aproximadamente 56% de controle da doença (Tabela 1). Muitos trabalhos têm demonstrado a eficiência dos fosfitos no controle de fitopatógenos, como *Alternaria alternata* (REUVENI; SHEGLOV; COHEN, 2003), *Penicillium expansum* (AMIRI; BOMPEIX, 2011), *Venturia pirina* (PERCIVAL; NOVISS; HAYNES, 2009), *Monilinia fructicola* (MOREIRA; MAY-DE-MIO, 2009) e principalmente patógenos pertencentes ao grupo dos oomicetos em diferentes culturas (GUEST; GRANT, 1991; McDONALD; GRANT; PLAXTON, 2001; SILVA *et al.*, 2011). Embora não tenha sido evidenciado que as plantas se beneficiem do fosfito como fonte de fósforo, alguns pesquisadores defendem a ideia de que os elementos que acompanham essa molécula nos produtos à base de fosfitos, como por exemplo, zinco (fosfito de zinco) poderia atuar na nutrição, fornecendo esse elemento à planta (DALIO *et al.*, 2012), agindo diretamente sobre o patógeno (SILVA *et al.*, 2013) e o fato de que os micronutrientes funcionam como cofatores das enzimas envolvidas na síntese de compostos fenólicos (SILVA *et al.*, 2008). No entanto, Bizi *et al.* (2008) observaram que o fosfito de potássio a 0,6 mL L⁻¹ e o fosfito de cobre a 0,2 mL L⁻¹ não foram eficientes no controle do oídio em eucalipto. Já Silva *et al.* (2013) verificaram que mesmo com uma dose de 3 mL L⁻¹, o fosfito de potássio não foi eficiente no controle desse patógeno, mas os fosfitos de cobre e potássio/manganês na concentração de 3 mL L⁻¹ foram eficientes em controlar o fungo. Os fosfitos apresentam uma vantagem de serem defensivos sistêmicos que translocam pela planta via floema e xilema (GUEST; GRANT, 1991; SAINDRENANT *et al.*, 1988) e não são metabolizados pelas plantas (McDONALD; GRANT;

PLAXTON, 2001) e assim, acumulam-se nas regiões de crescimento rápido, tais como raízes e brotos (WHILEY *et al.*, 1995), potencialmente permanecendo lá por meses ou anos (GUEST; GRANT, 1991; MALUSA; TOSI, 2005). Esta capacidade é importante para o controle de oídio, pois o agente causal ao infectar principalmente brotos e folhas novas, pode ser diretamente exposto ao fosfito acumulado durante o processo de infecção.

O uso do sulfato de zinco pode apresentar efeito positivo ou negativo no controle de fitopatógenos, dependendo das concentrações testadas e do patossistema. Segundo Carvalho *et al.* (2008), concentrações de sulfato de zinco na faixa de 0,6-0,75% apresentaram menor severidade da ferrugem e com o aumento nas concentrações, aumentou a incidência de cercosporiose, manchas foliares (phoma e ascochyta) e a desfolha dos cafeeiros. Neste trabalho foi verificado que o sulfato de zinco na concentração de 2 g L⁻¹ foi eficiente no controle do oídio do eucalipto em relação aos tratamentos controle (Tabela 1).

Outro objetivo do presente trabalho foi avaliar se a mistura do extrato NEFID com o sulfato de zinco ou fosfito de zinco aumentaria a eficiência do extrato no controle do oídio em minicepas de eucalipto. Não foi verificada uma melhoria na eficiência com o uso das combinações (Tabela 1). Apenas o sulfato de zinco melhorou sua eficiência quando misturado na proporção de 25% sulfato de zinco + 75% NEFID, mas essa melhoria provavelmente se deve à maior proporção do extrato NEFID na mistura, pois o uso do extrato puro foi mais eficiente que a mistura.

O tratamento contendo água mais KCl a 0,1% e óleo mineral a 2,5 mL L⁻¹ controlou 32% da doença, em relação ao controle absoluto que não recebeu nenhum tipo de tratamento, porém foi menos eficiente que os outros tratamentos (Tabela 1). Neste caso, a mistura pode ter apresentado um efeito tóxico ou a água livre na superfície da folha pode ter prejudicado o desenvolvimento do oídio. Já é muito praticado e indicado o uso da água como uma forma de controle de oídio.

Através das imagens obtidas da microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi confirmada a ação fungitóxica direta do extrato NEFID, do sulfato de zinco, fosfito de zinco (Figura 1) e das combinações desses nutrientes com o extrato sobre o oídio do eucalipto (Figura 2). Pôde-se observar que todos os tratamentos causaram modificações na morfologia do oídio, como lise da parede das hifas e conidióforos e murchamento dos conídios do fungo (Figuras 1 e 2). Também foi observado que os danos causados no fungo pelo extrato NEFID foram mais intensos em relação às minicepas tratadas com o fungicida à base de piraclostrobina +

epoxiconazole. Essas alterações e ruptura das estruturas fúngicas podem provocar a liberação de moléculas elicitoras, levando a uma indução de mecanismos de defesa das plantas (KING *et al.*, 2010; PEREZ *et al.*, 1995). Segundo Ferreira *et al.* (2007), os fosfitos podem atuar diretamente sobre os organismos patogênicos, causando poros na membrana celular, conduzindo ao efluxo de conteúdo celular e alterações no potencial da membrana. Eles podem também atuar através de alterações da transcrição em vários genes que codificam proteínas envolvidas na biossíntese dos componentes da parede celular, na síntese de aminoácidos, no metabolismo de proteínas, na desintoxicação e stress oxidativo, como observado em *P. cinnamomi* (KING *et al.*, 2010). Já os extratos de plantas possuem uma série de compostos ativos (GODARD *et al.*, 2009) que podem apresentar diferentes modos de ação contra patógenos. O tratamento controle à base de água + KCL + óleo mineral levou a uma ligeira alteração dos conídios, conidióforos e hifas (Figura 1 E), mas esta alteração foi muito pequena em comparação com as que foram induzidas pelos outros tratamentos.

Figura 1 - Imagens de microscopia eletrônica de varredura da estrutura morfológica de *Oidium eucalypti*, infectando folhas de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*, após tratamento com extrato vegetal NEFID a 10% (A), fungicida à base de piraclostrobina + epoxiconazole, a 0,5 mL L⁻¹ (B), Fosfito de zinco a 2 mL L⁻¹ (C), Sulfato de zinco a 2g L⁻¹ (D) e os tratamentos controle, contendo água + KCl (0,1%) + óleo mineral (2,5 mL L⁻¹) e outro absoluto, sem aplicação de qualquer produto (E e F respectivamente)

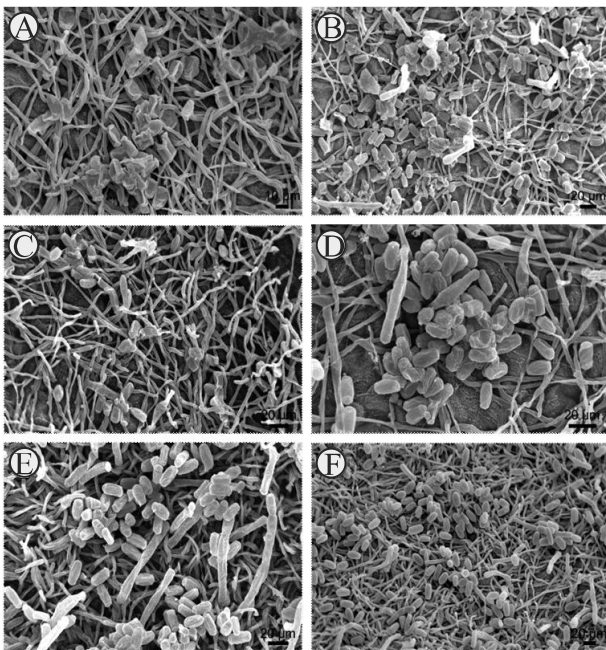
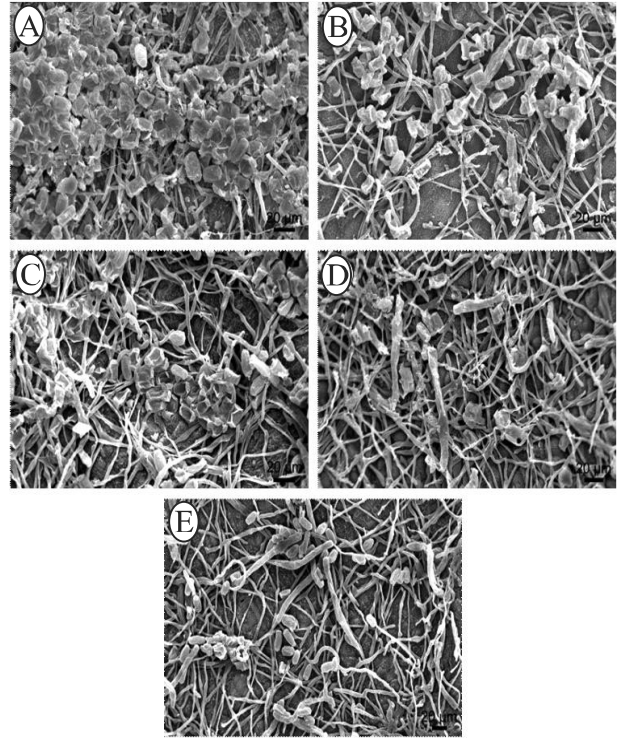


Figura 2 - Imagens de microscopia eletrônica de varredura da estrutura morfológica de *Oidium eucalypti*, infectando folhas de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*, pulverizadas com 75% NEFID + 25% Fosfito de zinco (A), 50% NEFID + 50% Fosfito de zinco (B), 25% NEFID + 75% Fosfito de zinco (C), 75% NEFID + 25% Sulfato de zinco (D) e 25% NEFID + 75% Sulfato de zinco (E)



Em relação à produção de brotos e a porcentagem de enraizamento, verificou-se que as minicepas de eucalipto que não receberam nenhum tratamento foram as que menos produziram mini-estacas por planta (Tabela 2). Isso mostra a capacidade do oídio em reduzir a produção de brotos em minicepas de eucalipto. Os outros tratamentos não diferiram entre si. Foi observado também que não houve diferença entre os tratamentos e o controle absoluto na porcentagem de enraizamento das mini-estacas. Esse fato pode ser devido ao alto índice de molhamento foliar das mini-estacas durante o período de enraizamento, criando condições adversas ao oídio presente nas mini-estacas coletadas. Silva *et al.* (2013) verificaram que o fungicida à base de piraclostrobina + epoxiconazole interferiu negativamente na porcentagem de mini-estacas enraizadas nos clones de *E. urophylla* x *E. camaldulensis*. Ferreira *et al.* (2008) observaram que o número médio de mini-estacas diminuiu em um dos três clones de *E. urophylla* x *E. grandis* testados após a aplicação do fungicida piraclostrobina + epoxiconazole. Os autores também confirmaram que este fungicida reduziu o enraizamento

Tabela 2 - Produção média de mini-estacas por planta e porcentagem de enraizamento das mini-estacas coletadas, oito dias após a primeira aplicação dos tratamentos e um dia após a segunda aplicação

Tratamentos*	Produção média de mini-estaca/planta na primeira coleta**	Produção média de mini-estaca/planta na segunda coleta**	Porcentagem de enraizamento das mini-estacas na primeira coleta**	Porcentagem de enraizamento das mini-estacas na segunda coleta**
NEFID	1,91 a	1,95 a	93,4 a	82,4 a
Fosfito de Zinco	1,69 a	1,74 a	85,9 a	86,1 a
25% Fosf. Zn + 75% NEFID	1,86 a	1,79 a	87,0 a	83,5 a
50% Fosf. Zn + 50% NEFID	1,71 a	1,84 a	82,6 a	89,6 a
75% Fosf. Zn + 25% NEFID	1,87 a	2,15 a	91,6 a	80,9 a
Sulfato de Zinco	1,75 a	1,84 a	89,4 a	86,4 a
25% Sulf. Zn+ 75% NEFID	1,64 a	1,77 a	86,7 a	81,2 a
75% Sulf. Zn + 25% NEFID	1,88 a	1,45 a	90,6 a	77,0 a
Fungicida	1,61 a	1,48 a	87,4 a	85,7 a
Testemunha (água)	1,69 a	1,78 a	91,4 a	83,1 a
Testemunha (sem pulverização)	0,39 b	0,27 b	86,5 a	83,4 a
CV (%)	9,8	6,2	5,3	21,3

*Todos os tratamentos receberam adição de óleo mineral Assist (2,5 mL L⁻¹) e KCl (0,1%), exceto o controle sem pulverização. A dose do fungicida à base de piraclostrobina + epoxiconazole foi de 0,5 mL L⁻¹, do fosfito de zinco de 2 mL L⁻¹, do sulfato de zinco de 2 g L⁻¹ e a concentração do extrato NEFID foi de 10%; **Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

em mini-estacas e a produção de biomassa radicular em um dos clones testados. Neste trabalho não foi observado um efeito negativo do fungicida e dos tratamentos na produção de brotos e enraizamento do híbrido de *E. urophylla* x *E. grandis*, acesita-144, o que indica que o efeito negativo do fungicida nessas variáveis esteja ligado ao clone avaliado. É de interesse obter produtos que sejam eficientes no controle do oídio em eucalipto, mas que não tenham efeitos negativos sobre a produção de brotos e no enraizamento das mini-estacas.

Este trabalho demonstra a capacidade dos produtos aqui testados em controlar o oídio em minicepas de eucalipto, indicando a possibilidade de testá-los sobre outras espécies de oídio, como o oídio da roseira que segundo Silva *et al.* (2001) são semelhantes. O uso desses produtos no controle do oídio, tanto em roseira como em minicepas de eucalipto, seria de grande importância, pois são plantas manuseadas diariamente por trabalhadores, evitando assim, o contato direto com o fungicida.

Como não há fungicidas registrados no Brasil para o controle do oídio em eucalipto e com os resultados obtidos neste trabalho, poderiam integrar principalmente o fosfito de zinco, o extrato NEFID e a combinações desses dois produtos em um programa de manejo integrado do oídio, a fim de reduzir a quantidade de produtos químicos aplicados em viveiros

e minijardins clonais para controlar a doença e evitar futura resistência do patógeno. O extrato NEFID está sendo desenvolvido para futura comercialização como uma alternativa eficiente e menos tóxica no controle de fitopatógenos.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que:

1. O extrato vegetal NEFID, o fosfito de zinco, sulfato de zinco e a mistura do sulfato de zinco ou fosfito de zinco com o extrato NEFID, inibem a infecção do oídio em minicepas de eucalipto e causam alterações na estrutura morfológica desse fungo;
2. Os referidos tratamentos não interferem negativamente na produção e na porcentagem de enraizamento de mini-estacas de eucalipto.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo atribuída ao primeiro

autor, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro para o projeto e ao laboratório de microscopia eletrônica da Universidade Federal de Lavras pelo apoio técnico.

REFERÊNCIAS

- ALFENAS A. C. *et al.* **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 500 p.
- AMIRI, A.; BOMPEIX, G. Control of *Penicillium expansum* with potassium phosphite and heat treatment. **Crop Protection**, v. 30, n. 1, p. 222-227, 2011.
- 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**, v. 30, n. 5, p. 535-537, 2005.
- BIZI, R. M. *et al.* Produtos alternativos no controle do oídio em mudas de eucalipto. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 2, p. 144-148, 2008.
- CARVALHO, V. L. *et al.* Influência do zinco na incidência de doenças do cafeeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 3, p. 804-808, 2008.
- DALIO, R. J. D. *et al.* O triplo modo de ação dos fosfitos em plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 20, n. 1, p. 206-243, 2012.
- DELIOPOULOS, T.; KETTLEWELL, P. S.; HARE, M.C. Fungal disease suppression by inorganic salts: a review. **Crop Protection**, v. 29, n. 10, p. 1059-1075, 2010.
- FERREIRA, E. M. *et al.* Effectiveness of systemic fungicides in the control of *Quambalaria eucalypti* and their effects on production of eucalypt mini-cuttings for rooting. **Crop Protection**, v. 27, n. 2, p. 161-170, 2008.
- FERREIRA, R. b. *et al.* The role of plant defence proteins in fungal pathogenesis. **Molecular Plant Pathology**, v. 8, n. 5, p. 677-700, 2007.
- GODARD, S. *et al.* Induction of defence mechanisms in grapevine leaves by emodin- and anthraquinone-rich plant extracts and their conferred resistance to downy mildew. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 47, n. 9, p. 827-837, 2009.
- GUEST, D.; GRANT, B. R. The complex action of phosphonates as antifungal agents. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v. 66, n. 2, p. 159-187, 1991.
- KING, M. *et al.* Defining the phosphite-regulated transcriptome of the plant pathogen *Phytophthora cinnamomi*. **Molecular Genetics and Genomics**, v. 284, n. 6, p. 425-435, 2010.
- LIMA, M. L. P.; LOPES, C. A.; CAFÉ FILHO, A. C. Estabilidade da resistência de *Capsicum* spp. ao oídio em telado e casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 5, p. 519-525, 2004.
- MALUSA, E.; TOSI, L. Phosphorous acid residues in apples after foliar fertilization: results of field trials. **Food Additives and Contaminants**, v. 22, n. 6, p. 541-548, 2005.
- MCDONALD, A. E.; GRANT, B. R.; PLAXTON, W. C. Phosphite (Phosphorous acid): its relevance in the environment and agriculture and influence on plant phosphate starvation response. **Journal of Plant Nutrition**, v. 24, n.10, p.1505-1519, 2001.
- MEDEIROS, F. C. L. *et al.* Defense gene expression induced by a coffee-leaf extract formulation in tomato. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 74, n. 2, p. 175-183, 2009.
- MEDICE, R. *et al.* Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 83-90, 2007.
- MOREIRA, L. M.; MAY-DE-MIO, L. L. Controle da podridão parda do pessegueiro com fungicidas e fosfitos avaliados em pré e pós-colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 2, p. 405-411, 2009.
- OLIVIER, C.; MACNEIL, C. R.; LORIA, R. Application of organic and inorganic salts to field-grown potato tubers can suppress silver scurf during potato storage. **Plant Disease**, v. 83, n. 9, p. 814-818, 1999.
- PERCIVAL, G.; NOVISS, K.; HAYNES, I. Field evaluation of systemic inducing resistance chemicals at different growth stages for the control of apple (*Venturia inaequalis*) and pear (*Venturia pirina*) scab. **Crop Protection**, v. 28, n. 8, p. 629-633, 2009.
- PEREZ, V. *et al.* Enhanced secretion of elicitors by *Phytophthora fungi* exposed to phosphonate. **Cryptogamic Mycologia**, v. 16, n. 3, p. 191-194, 1995.
- REUVENI, M.; REUVENI, R. Efficacy of foliar application of phosphates in controlling powdery mildew fungus on field-grown winegrapes: effects on cluster yield and peroxidase activity in berries. **Journal of Phytopathology**, v. 143, n. 1, p. 21-25, 1995.
- REUVENI, M.; SHEGLOV, D.; COHEN, Y. Control of moldy-core decay in apple fruits by β -aminobutyric acids and potassium phosphates. **Plant Disease**, v. 87, n. 8, p.933-936, 2003.
- SAINDRENANT, P. *et al.* Effect of phosphite on phytoalexin accumulation in leaves of cowpea infected with *Phytophthora cryptogea*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 32, n. 3, p. 425-435, 1988.
- SANTOS, F. S. *et al.* Efeito de extratos vegetais no progresso de doenças foliares do cafeeiro orgânico. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 59-63, 2007.
- SHANER, G.; FINNEY, R. F. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. **Phytopathology**, v. 67, n. 8, p. 1051-1056, 1977.

SILVA, A. C. *et al.* Local and systemic control of powdery mildew in eucalyptus using essential oils and decoctions from traditional Brazilian medicinal plants. **Forest Pathology**, v. 44, n. 2, p. 145-153, 2014.

SILVA, A. C. *et al.* Coffee-leaf extract and phosphites on the curative control of powdery mildew in eucalyptus mini-stumps. **Forest Pathology**, v. 43, n. 4, p. 297-305, 2013.

SILVA, I. L. S. S. *et al.* Efeito de nutrientes combinados com indutores de resistência na proteção contra a vassoura de bruxa no cacauero. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 61-67, 2008.

SILVA, M. D. D. *et al.* Etiologia do oídio do eucalipto. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 201-205, 2001.

SILVA, O. C. *et al.* Potassium phosphite for control of downy mildew of soybean. **Crop Protection**. v. 30, n. 6, p. 598-604, 2011.

WHILEY, A. W. *et al.* Changing sink strengths influence translocation of phosphonate in avocado (*Persea Americana Mill.*) trees. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 46, n. 5, p. 1079-1090, 1995.