

INDUTORES DE RESISTÊNCIA NO MANEJO DA FERRUGEM DO CAFEIEIRO E SUA TOXICIDADE AOS ESPOROS DO PATÓGENO¹

Joyce Alves Goulart da Silva², Ana Cristina Andrade Monteiro³, Mário Lúcio Vilela de Resende⁴, Bruno Henrique Garcia Costa⁵, Pedro Martins Ribeiro Júnior⁶, Manoel Batista da Silva Junior⁷, Marcelo Henrique Lisboa Rennó⁸, Luiz Rodolpho Rodrigues Vitorino⁹

¹ Apoio: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do Café (INCT-CAFÉ), FAPEMIG

² Mestranda em fitopatologia, Universidade Federal de Lavras- UFLA, Lavras-MG, joycegoulart@hotmail.com

³ Prof. Associado do Dep. de fitopatologia, Universidade Federal de Lavras- UFLA, Lavras-MG, ml@dfp.ufla.br

⁴ Doutoranda em fitopatologia, Universidade Federal de Lavras- UFLA, Lavras-MG, monteiroaca@yahoo.com.br

⁵ Doutorando em fitopatologia, Universidade Federal de Lavras- UFLA, Lavras-MG, brunohenriquegc@yahoo.com.br

⁶ Pós doutorando em fitopatologia, Universidade Federal de Lavras- UFLA, Lavras-MG, ribeirojuniorpm@yahoo.com.br

⁷ Mestrando em fitopatologia, Universidade Federal de Lavras- UFLA, Lavras-MG, mjunior_agroufla@yahoo.com.br

⁸ Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPQ, Universidade Federal de Lavras- UFLA, Lavras-MG, marcelohl@msn.com

⁹ Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal de Lavras- UFLA, Lavras-MG, rodolphovitorino@hotmail.com

RESUMO: O cafeeiro (*Coffea arabica* L.) é uma das espécies agrônomicas mais relevantes para o Brasil, sendo de significativa importância para a economia nacional. Alguns fatores limitam a produção de café, como condições climáticas adversas, deficiências nutricionais e, principalmente, a presença de pragas e doenças. Dentre as doenças do cafeeiro, destaca-se a ferrugem alaranjada (*Hemileia vastatrix*). O controle da ferrugem é realizado principalmente por meio de fungicidas que, quando utilizado indiscriminadamente pode causar danos ao ambiente e aos produtores, além de aumentar os custos de produção. Diante disso, objetivou-se neste trabalho avaliar formulações à base de subprodutos das indústrias de café e formulações de fosfitos no manejo da ferrugem do cafeeiro. Para isso, foram realizados testes *in vivo* e *in vitro* com os seguintes tratamentos: Greenforce FULL, Greenforce PLUS, Greenforce CuCa (5,0 mL L⁻¹), Greenforce KP (5,0 mL L⁻¹), Fulland (4,0 mL L⁻¹), Reforce Cu (3,0 mL L⁻¹), Viça-Café Plus® (6,25 g L⁻¹), PrioriXtra® (0,625 mL L⁻¹) e testemunha (água), a fim de avaliar o efeito destas formulações na proteção de mudas de cafeeiro contra *Hemileia vastatrix*, além da toxicidade desta sobre a germinação de urediniosporos do patógeno. O Greenforce FULL, controlou a ferrugem em mudas de cafeeiro e 74% de eficiência, não diferindo do fungicida PrioriXtra® que teve eficiência de controle de 100%. Todos os produtos apresentaram efeito fungitóxico ou fungistático na germinação de urediniosporos de *H. vastatrix*.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica*, *Hemileia vastatrix*, Fosfitos, Controle alternativo.

INDUCTORS OF RESISTANCE IN MANAGEMENT OF RUST OF COFFEE AND ITS TOXICITY TO SPORES OF PATHOGEN

ABSTRACT: The coffee (*Coffea arabica* L.) is one of the most important agronomic species in Brazil, being of significant importance to the national economy. Some factors limit the production of coffee, as adverse weather conditions, nutritional deficiencies, and especially the presence of pests and diseases. Among the coffee diseases, there is the rust *Hemileia vastratrix*. The rust control is accomplished primarily through fungicides, and when used indiscriminately can cause damage to the environment and producing, besides increasing the production costs. The research objective of this study was to evaluate formulations based on byproducts of coffee industries and formulations of phosphite in the management of coffee rust. For this, tests were performed *in vivo* and *in vitro* with the following treatments: GreenForce FULL GreenForce PLUS, GreenForce CuCa (5.0 mL L⁻¹), GreenForce KP (5.0 mL L⁻¹), Fulland (4.0 mL L⁻¹), Reinforce Cu (3.0 mL L⁻¹), Vica-Coffee Plus ® (6.25 g L⁻¹), PrioriXtra ® (0.625 mL L⁻¹) and control (water) in order to evaluate the effect of these formulations in protecting against coffee seedlings to *Hemileia vastratrix*, beyond this toxicity on germination of urediniospores of the pathogen. The GreenForce FULL, controlled rust in coffee seedlings in the percentage of 74% efficiency, not differing from PrioriXtra ® fungicide that had control efficiency of 100%. All products feature fungitoxic or fungistatic effect on germination of urediniospores of *H. vastratrix*.

KEY WORDS: *Coffea arabica*, *Hemileia vastatrix*, Phosphites, Alternative control.

INTRODUÇÃO

O cafeeiro (*Coffea arabica* L.) é uma das espécies agrônômicas mais relevantes no Brasil, sendo de significativa importância para a economia nacional. Alguns fatores limitam a sua produção, como a presença de pragas e doenças. Dentre as doenças do cafeeiro, destaca-se a ferrugem alaranjada.

A ferrugem alaranjada é causada por *Hemileia vastatrix* Berk. & Br, um fungo biotrófico exclusivo do gênero *Coffea*. Esta doença pode causar perdas significativas na produção de café, variando de 35% a 50%, na ausência de medidas de controle (ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005). O controle dessa doença é realizado principalmente pela utilização de fungicidas. Entretanto, a utilização indiscriminada destes defensivos pode causar a seleção de patógenos resistentes, contaminar o meio ambiente e o produtor, além de onerar ainda mais os custos de produção. Para contornar esse problema, a indução de resistência em plantas contra patógenos representa um método alternativo promissor no controle de doenças, a qual ativa os mecanismos de defesa latentes na planta. A resistência induzida pode ser ativada em plantas por uma série de substâncias, evitando ou atrasando a entrada e/ou a subsequente atividade do patógeno em seus tecidos, por meio de mecanismos de defesa próprios. Resende et al. (2004) e Cavalcanti et al. (2005) mencionam que a resistência induzida em plantas pode ocorrer por meio do tratamento com agentes bióticos (extratos vegetais, microrganismos ou parte desses) ou abióticos (substâncias químicas).

A utilização de fertilizantes foliares, como os fosfitos, ganhou importância no controle de doenças de plantas nos últimos anos, uma vez que podem, além de atuar na nutrição, agir diretamente sobre o patógeno e também ativar a defesa natural das plantas (JACKSON et al., 2000; NOJOSA et al., 2009). Outra opção que vem despertando o interesse dos especialistas da área e pode ser utilizada no manejo de doenças de plantas é o uso de formulações à base de extratos vegetais possuidores de substâncias bioativas, capazes de atuar como indutores de resistência (TOYOTA, 2008).

Diante do exposto o objetivo do presente trabalho foi avaliar formulações à base de subprodutos das indústrias de café e formulações de fosfitos no manejo da ferrugem do cafeeiro, além de avaliar o efeito destas formulações no crescimento e nos teores de clorofila de mudas de cafeeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de cafeeiro cv. Mundo Novo foram germinadas em bandejas contendo areia. Assim que atingiram a fase chamada de orelha de onça foram transplantadas para sacos de polietileno de 0,50 kg, contendo substrato composto por terra, areia e esterco bovino, na proporção 2:1:1. As mudas foram mantidas em casa de vegetação do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), durante todo o período experimental, onde foram irrigadas periodicamente e receberam adubações complementares com formulados 20-0-20, mais micronutrientes.

O inóculo, urediniósporos de *H. vastatrix*, foi obtido a partir de folhas naturalmente infectadas de plantas de cafeeiro provenientes de campo experimental da UFLA. Os urediniósporos foram coletados das folhas por meio de raspagem das pústulas. Para a inoculação, as plantas foram pulverizadas com uma suspensão de urediniósporos de *H. vastatrix* ($1,0 \times 10^5$ urediniósporos mL⁻¹) e, em seguida, submetidas a uma câmara úmida, na ausência de luz, por um período de 72 horas.

Tabela 1 Formulações à base de subprodutos das indústrias de café e formulações de fosfitos na proteção de mudas de cafeeiro contra *Hemileia vastatrix*.

Tratamentos	Doses
1) Greenforce FULL*	---
2) Greenforce PLUS*	---
3) Greenforce CuCa	5,0 mL L ⁻¹
4) Greenforce KP	5,0 mL L ⁻¹
5) Fulland®	4,0 mL L ⁻¹
6) Reforce® Cu	3,0 mL.L ⁻¹
7) Viça-Café Plus®	6,25 g L ⁻¹
8) PrioriXtra®	0,625 mL L ⁻¹
9) Testemunha inoculada	---
10) Testemunha absoluta	---

*Formulação à base de subproduto da indústria de café a 1° Brix + nutrientes.

As mudas foram pulverizadas com os tratamentos até o ponto de escorrimento, utilizando-se um pulverizador manual. Sete dias após a aplicação dos tratamentos, as plantas foram inoculadas com *H. vastatrix*, como descrito anteriormente.

As avaliações da ferrugem foram realizadas quinzenalmente, a partir do surgimento dos primeiros sintomas/sinais da doença, totalizando seis avaliações, utilizando-se a escala diagramática proposta por Cunha et al. (2001). Em seguida, foi calculada a área abaixo da curva de progresso da severidade da ferrugem (AACPSD), conforme Shaner & Finney (1977).

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Fitopatologia da UFLA em delineamento de blocos casualizados (DBC), com três repetições e 10 tratamentos (Tabela 1), sendo cada parcela experimental composta por seis plantas com nove meses de idade. Os dados de AACPSD foram submetidos à análise de

variância e, quando significativos pelo teste F, foram comparados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) utilizando-se o programa Sisvar versão 5.1 (FERREIRA, 2000).

O teste de germinação foi realizado em microplacas com 96 poços, onde foram adicionados em cada poço 40 μL da suspensão de inóculo, obtido como descrito anteriormente, na concentração de 1×10^5 urediniósporos de *H. vastatrix* mL^{-1} e igual volume de cada produto a ser testado para que as concentrações finais ficassem de acordo com as pré-estabelecidas para o ensaio (Tabela 1). As placas foram incubadas em câmara de crescimento a 23°C por 8 h no escuro. Após esse período, foi acrescentado 20 μL em cada poço da solução de lactoglicerol + azul de tripan para paralisar a germinação dos urediniósporos. As avaliações foram realizadas em microscópio de luz, onde foi avaliada a porcentagem de germinação, considerando-se como germinado o urediniósporo que apresentava tubo germinativo com comprimento superior ao seu tamanho.

O delineamento experimental do teste *in vitro* foi o inteiramente casualizado, com oito repetições, sendo cada repetição constituída de um poço da microplaca, avaliando-se 50 urediniósporos por poço. O experimento teste foi realizado duas vezes. Os dados de germinação foram submetidos à análise de variância e, quando significativos pelo teste F, foram comparados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) utilizando-se o programa Sisvar versão 5.1 (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento realizado em casa de vegetação, plantas pulverizadas com o Greenforce FULL apresentaram menor severidade da ferrugem em mudas de cafeeiro com eficiência de controle de 74%, não diferindo de plantas pulverizadas com o fungicida padrão PrioriXtra®, que proporcionou eficiência de controle de 100%. Os demais tratamentos, apesar de apresentarem eficiência no controle da ferrugem variando de 43 a 68%, não diferiram da testemunha inoculada e não pulverizada (Figura 1).

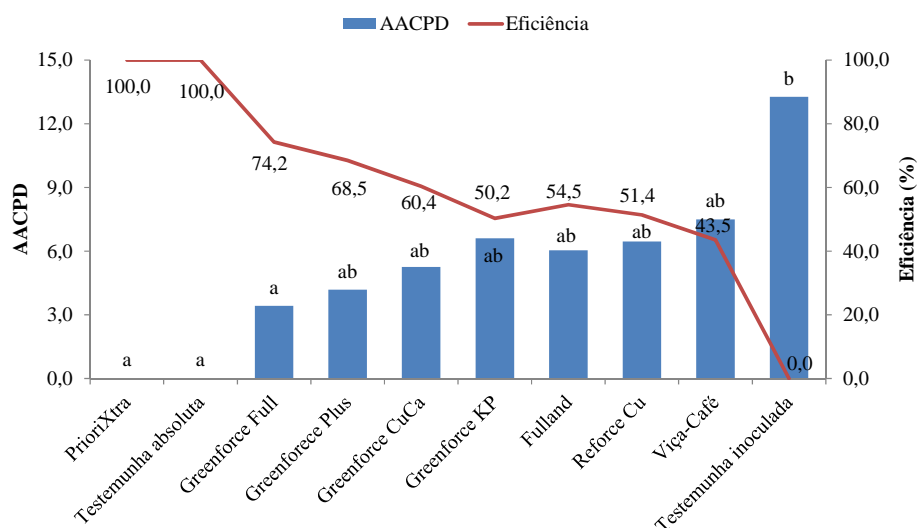


Figura 1 Efeito dos tratamentos na área abaixo da curva de progresso da severidade e na eficiência no controle da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*). Tratamentos: Greenforce FULL (1° Brix), Greenforce PLUS (1° Brix), Greenforce CuCa ($5,0 \text{ mL L}^{-1}$), Greenforce KP ($5,0 \text{ mL L}^{-1}$), Fulland® ($4,0 \text{ mL L}^{-1}$), Reforce® Cu ($3,0 \text{ mL L}^{-1}$), Viça-Cafê Plus® ($6,25 \text{ g L}^{-1}$), PrioriXtra® ($0,625 \text{ mL L}^{-1}$), Testemunha inoculada e Testemunha absoluta.

Observou-se na curva de progresso da severidade da ferrugem que, em todas as avaliações, o tratamento testemunha inoculada manteve uma severidade superior aos demais tratamentos. Os tratamentos com o fungicida PrioriXtra® e a testemunha não inoculada não apresentaram sintomas da ferrugem em todo o período de avaliação, enquanto que o tratamento com o Greenforce FULL manteve níveis de severidade da ferrugem superiores a estes tratamentos e inferiores aos demais até 75 dias após a aplicação (Figura 2).

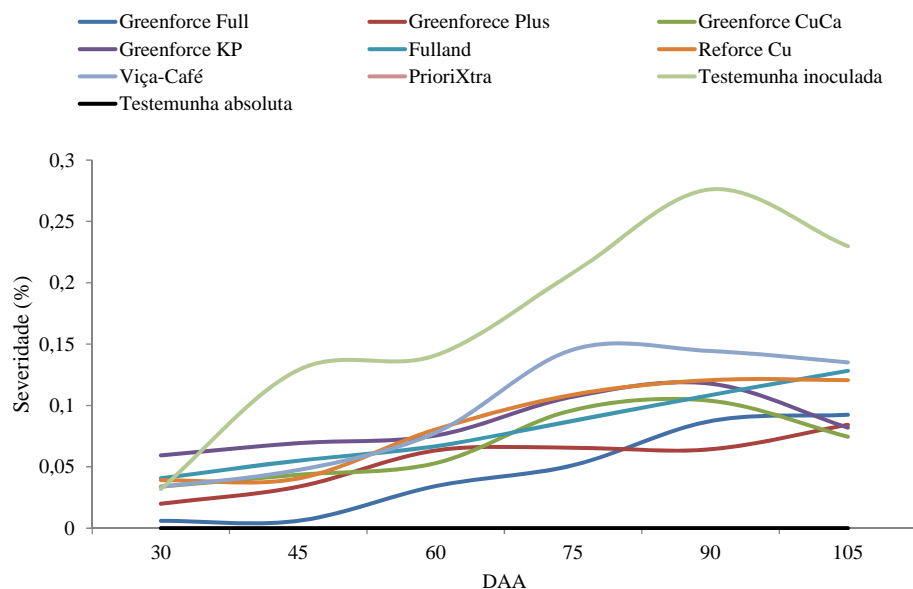


Figura 2 Efeito dos tratamentos na curva de progresso da severidade da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*). Tratamentos: Greenforce FULL(1° Brix), Greenforce PLUS(1° Brix), GreenforceCuCa (5,0 mL L⁻¹), Greenforce KP (5,0 mL L⁻¹), Fulland®(4,0mL L⁻¹), Reforce® Cu (3,0mL L⁻¹), Viça-Café Plus®(6,25 g L⁻¹), PrioriXtra®(0,625 mL L⁻¹), Testemunha inoculada e Testemunha absoluta. DAA: dias após aplicação dos tratamentos.

No presente trabalho, o Greenforce FULL, produto à base extrato de subprodutos da indústria de café, fosfito e outros nutrientes, reduziu a incidência e a severidade da ferrugem do cafeeiro. Esse efeito protetor pode ter ocorrido pela associação de indutores de resistência contidos no extrato de cafeeiro e fosfito.

A eficiência de extratos vegetais no controle de doenças do cafeeiro foi relatada em outros trabalhos. Em experimento em casa de vegetação Costa, Zambolim e Rodrigues (2007) utilizando extratos foliares aquosos de cafeeiro, observaram redução no número de pústulas e na área foliar com ferrugem em cafeeiro, porém a redução foi inferior àquela proporcionada pelo tratamento como fungicida padrão, epoxiconazole + piraclostrobin.

Na avaliação da toxidez direta dos produtos aos urediniósporos de *H. vastatrix*, foi observado que todos os tratamentos à base de subprodutos das indústrias de café, fosfitos e Viça-Café Plus apresentaram efeito tóxico direto, inibindo a germinação, não diferindo entre si e nem do tratamento com o fungicida PrioriXtra® e diferindo da testemunha (Tabela 2 e Figura 3). Esse experimento foi realizado duas vezes apresentando resultados semelhantes.

Tabela 2. Efeito dos tratamentos na porcentagem de germinação de urediniósporos de *Hemileia vastatrix in vitro*

Tratamentos	Germinação (%)	
	Experimento 1	Experimento 2
Reforce® Cu - 3,0mL L ⁻¹	0,00 a	1,00 a
Fulland® - 4,0mL L ⁻¹	0,00 a	0,00 a
PrioriXtra® - 0,625mL L ⁻¹	0,00 a	0,00 a
Viça-Café Plus® - 6,25 g L ⁻¹	0,00 a	0,00 a
Greenforce PLUS	0,00 a	0,25 a
Greenforce CuCa- 5,0 mL L ⁻¹	0,00 a	1,50 a
Greenforce KP - 5,0 mL L ⁻¹	0,00a	0,00 a
Greenforce FULL	0,25 a	0,25 a
Testemunha	88,50b	96,75b

Médias com mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

Alguns trabalhos relatam o uso de fosfitos e extratos vegetais em testes de toxidez direta em patógenos de plantas, com efeito tóxico ao patógeno. No presente trabalho, Reforce® Cu, que é um fosfito que tem cobre na sua formulação, proporcionou inibição de 99% da germinação dos urediniósporos.

Faz-se necessário a realização de estudos *in vivo* com plantas adultas em campo para confirmar a eficiência desses produtos, como foi realizado no presente trabalho. Os fosfitos e os subprodutos da indústria de café são produtos menos agressivos ao homem e ao meio ambiente e podem ajudar a reduzir a intensiva utilização de fungicidas, contribuindo para a produção de alimentos de forma sustentável.

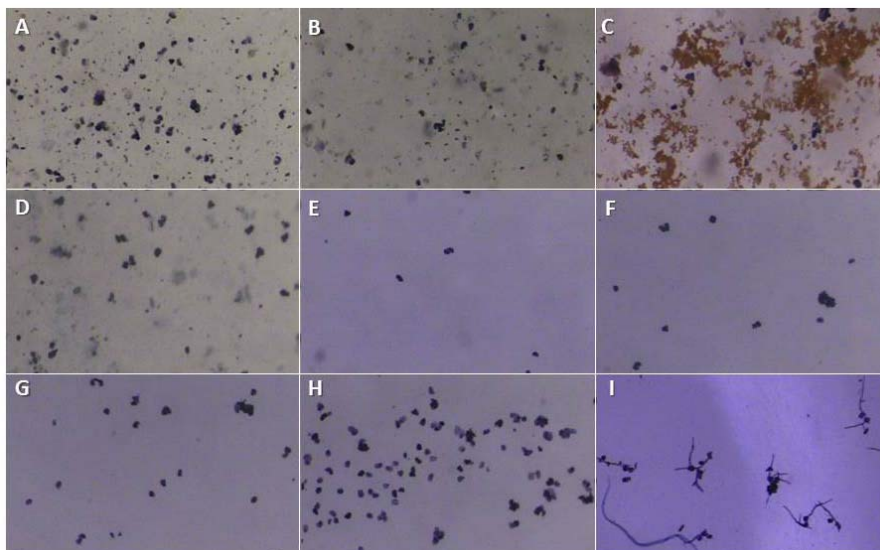


Figura 3. Efeito dos tratamentos na germinação de urediniósporos de *Hemileia vastatrix*. Tratamentos: A - Greenforce FULL (1 ° Brix); B - Greenforce PLUS (1 ° Brix); C - Greenforce CuCa (5,0 mL L⁻¹); D - Greenforce KP (5,0 mL L⁻¹); E - Fulland[®](4,0mL L⁻¹); F - Reforce[®] Cu (3,0mL L⁻¹); G - Viça-Café Plus[®] (6,25 g L⁻¹); H - PrioriXtra[®] (0,625 mL L⁻¹) e I - Testemunha.

CONCLUSÕES

O Greenforce FULL, formulação à base de subprodutos das indústrias de café, reduz a severidade da ferrugem em mudas de cafeeiro.

Os produtos utilizados, Greenforce FULL, Greenforce PLUS, Greenforce CuCa, Greenforce KP, Fulland[®], Reforce[®] Cu, Viça-Café Plus[®] e PrioriXtra[®] apresentam efeito fungitóxico ou fungistático na germinação de urediniósporos de *H. vastatrix*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAVALCANTI, L.S.; DI PIERO, R.; CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; RESENDE, M.L.V.; ROMEIRO, R.S. (eds). **Indução de Resistência em Plantas Contra Patógenos e Insetos**. Piracicaba, FEALQ, 2005, 263p.
- COSTA, M. J. N.; ZAMBOLIM, L.; RODRIGUES, F. A. Avaliação de produtos alternativos no controle da ferrugem do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 150-155, mar./abr. 2007.
- CUNHA, R. L. et al. Desenvolvimento e validação de uma escala diagramática para avaliar a severidade da ferrugem (*Hemileiavastatrix*) do cafeeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos...** Vitória: EMBRAPA Café, 2001. p. 77-78.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- 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.
- NOJOSA, G. B. A. et al. Efeito de indutores de resistência em cafeeiro contra a mancha de Phoma. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 35, n. 1, p. 60-62, jan./fev. 2009.
- RESENDE, M.L.V.; BARGUIL, B.M.; RESENDE, R.S.; BESERRA JÚNIOR, J.E.A.; SALGADO, S.M.L. Induction of resistance against *Phomacostarricensis* on coffee leaves by extracts from citrus pulp and coffee leaves and husks. **The International Joint Workshop on PR-Proteins and Induced Resistance**. Helsingor, Dinamarca, p. 79, 2004..
- 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, 1977.
- 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.
- ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, E.M. Doenças do cafeeiro (*C. arabica* e *C. canephora*), In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p.165-180.