

RESISTÊNCIA PARCIAL DA CULTIVAR IPR 103 E FOSFITO DE COBRE NO CONTROLE INTEGRADO DA FERRUGEM ALARANJADA DO CAFEIEIRO¹

Fernando C. Carducci²; Elder Andreazi³; Carlos T. M. Pereira⁴; Nathan A. N. Pereira⁵; Angelita G. da Silva⁶; Kawana S. Bortolato⁷; Luciana H. Shigueoka⁸; Gustavo H. Sera⁹

¹ Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café.

² Doutorando Universidade Estadual de Londrina, fernando.carducci@hotmail.com

³ Eng. Agrônomo; Inquima - Nutrição e Agrotecnologia; elder@inquima.com.br

⁴ Bolsista consorcio pesquisa café, IAPAR, carlosthpereira@gmail.com

⁵ Bolsista consorcio pesquisa café, IAPAR, natannunespereira@gmail.com

⁶ Bolsista consorcio pesquisa café, IAPAR, angelgarbossi@gmail.com

⁷ Mestranda Instituto Agrônomo do Paraná, kawana.bortolato@gmail.com

⁸ Bolsista consorcio pesquisa café, IAPAR, lucianashigueoka@gmail.com

⁹ Pesquisador do IAPAR/ Área de Melhoramento e Genética Vegetal. E-mail para correspondência: gustavosera@iapar.br

RESUMO: Em cultivares de café arábica suscetíveis à ferrugem alaranjada, a principal medida de controle utilizada nas lavouras é o químico por meio do uso de fungicidas. É conhecido que os fosfitos de cobre podem auxiliar no controle dessa doença. Entretanto, até o momento não existem estudos que analisaram o controle da ferrugem, utilizando o fosfito de cobre, combinado com o controle genético das cultivares com resistência. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do fosfito de cobre em cultivar de café arábica com resistência parcial a ferrugem. O experimento em campo foi instalado no IAPAR (Londrina, PR, Brasil), em dezembro de 2013. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com três repetições e parcelas de cinco plantas. Foram avaliadas as cultivares Catuaí Vermelho IAC 99 e IPR 103, respectivamente, suscetível e moderadamente suscetível à ferrugem alaranjada. Nas duas cultivares foi aplicado o fosfito de cobre com nome comercial Inqui+ Cobre® a 0,25%, em conjunto com o adjuvante sintético não iônico TA 35® a 0,05%. Como controle, o fungicida Nativo® (trifloxistrobina + tebuconazol) a 0,25%, em conjunto com o TA 35® a 0,05%, foi aplicado na cultivar Catuaí. Também foi avaliado um tratamento do Catuaí, sem nenhum produto aplicado. Foram realizadas duas aplicações de Nativo® (20/ 01/ 2019 e 20/ 03/ 2019) e quatro aplicações de Inqui+ Cobre® (20/ 01, 20/ 02, 20/ 03 e 20/ 04/ 2019). Foram feitas duas avaliações da severidade da ferrugem, sendo uma (severidade inicial) antes da primeira aplicação dos produtos (20/ 01/ 2019), e outra (severidade final em 20/ 05/ 2019) 30 e 60 dias após a última aplicação, respectivamente, de Inqui+ Cobre® e de Nativo®. A porcentagem de controle foi calculada com base nas severidades inicial e final. O teste de médias Tukey a 1% foi aplicado nas variáveis severidade inicial, severidade final e porcentagem de controle. O Inqui+ Cobre® aplicado na cultivar suscetível Catuaí, mostrou controle intermediário, com menos eficiência do que o fungicida Nativo®. O fosfito de cobre controlou a ferrugem com eficiência similar ao fungicida trifloxistrobina + tebuconazol, quando foi combinado com o controle genético, utilizando a cultivar moderadamente suscetível IPR 103.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica*, *Hemileia vastatrix*, Icatu, indutor de resistência, manejo integrado.

PARTIAL RESISTANCE OF IPR 103 CULTIVAR AND COPPER PHOSPHITE ON THE INTEGRATED CONTROL OF COFFEE LEAF RUST

ABSTRACT: In Arabica coffee cultivars susceptible to leaf rust, the main control measure used in crops is chemical by using fungicides. It is well known that copper phosphites can help control of this disease. However, to date there are no studies that have analyzed the control of rust using copper phosphite combined with genetic control of resistance cultivars. The aim of this study was to evaluate the effect of copper phosphite on Arabica coffee cultivar with partial resistance to rust. The field experiment was installed at IAPAR (Londrina, PR, Brazil) in December 2013. The experimental design was a randomized blocks design with three replications and plots of five plants. The cultivars Catuaí Vermelho IAC 99 and IPR 103, respectively, susceptible and moderately susceptible to leaf rust were evaluated. In both cultivars the copper phosphite commercially-named Inqui+ Cobre® at 0.25% was applied, together with the non-ionic synthetic adjuvant TA 35® at 0.05%. As a control, the fungicide Nativo® (trifloxystrobin + tebuconazole) at 0.25%, together with TA 35® at 0.05% was applied in the cultivar Catuaí. A treatment of Catuaí was also evaluated, without any product applied. Two applications of Nativo® (20/01/2019 and 20/03/2019) and four applications of Inqui+ Cobre® (20/01, 20/02, 20/03 and 20/04/2019) were performed. Two rust severity assessments were made, one (initial severity) before the first application of the products (20/01/2019), and another (final severity in 20/05/05) 30 and 60 days after the last application, respectively, of Inqui+ Cobre® and Nativo®. Percentage of control was calculated based on initial and final severities. The Tukey's means test at 1% was applied for the variables initial severity, final severity and percentage of control. Inqui+ Cobre® applied to susceptible cultivar Catuaí showed intermediate control, with less efficiency than Nativo® fungicide. Copper phosphite controlled the rust with efficiency similar to the fungicide

trifloxystrobin + tebuconazole when it was combined with genetic control using the moderately susceptible cultivar IPR 103.

KEY WORDS: *Coffea arabica*, *Hemileia vastatrix*, Icatu, resistance inducer, integrated management.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de café, sendo responsável em 2018 por 36,8% da safra mundial (ICO, 2019), sendo responsável por significativa geração de divisas para o país, rendendo na exportação cerca de US\$ 8,7 bilhões por ano (CONAB 2019).

A ferrugem alaranjada do café, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk. et Br., é a principal doença e se não controlada eficientemente causa grandes perdas na produtividade e na qualidade dos grãos. Se a desfolha ocorrer antes da indução floral ou durante o desenvolvimento dos frutos, ocorrerá à redução da floração e à má formação dos grãos (Godoy et al., 1997). O controle químico é muito eficiente quando realizado de forma adequada, porém demanda custos ao cafeicultor.

Segundo Chalfoun e Reis (2010), ainda as cultivares mais plantadas no Brasil são do grupo Catuaí e Mundo Novo. Essas cultivares são produtivas e possuem ampla adaptabilidade no Brasil, porém são suscetíveis à ferrugem e a outras doenças (Fazuoli et al., 2007). Existem no Brasil cultivares com diferentes níveis de resistência, sendo desde altamente resistentes até altamente suscetíveis (Sera et al., 2010; Del Grossi et al., 2013). As altamente resistentes, não necessitam aplicar fungicidas para controle da ferrugem, pois nessas não ocorre a manifestação dos sintomas do fungo. Nas parcialmente resistentes como as moderadamente resistentes e moderadamente suscetíveis é necessário aplicar fungicidas, porém com número de aplicações e dosagem menores.

As plantas são capazes de perceber a presença de agentes fitopatogênicos e de desenvolver diversos mecanismos de defesa contra esses invasores (Staskawicz, 2001). Parte desses mecanismos estão relacionados a barreiras físicas e químicas pré-formadas como espessamento da parede celular, cutícula, ceras, adaptações estomáticas, glicosídeos, compostos fenólicos, entre outros (Dixon e Lamb, 1990; Pascholati e Leite, 1995). Por outro lado, mecanismos de resistência induzida estão relacionados à formação de tilose, papilas, deposição de goma, além da produção de substâncias inibidoras como fitoalexinas, PR-proteínas (quitinases e glucanases) e ERO's (espécies reativas de oxigênio) (Pascholati e Leite, 1995). A indução de resistência está relacionada ao amplo espectro de defesa da planta contra uma ampla gama de fitopatógenos (Oliveira et al., 1997).

Entre os chamados indutores de resistência, podemos considerar os sais de fosfitos, que correspondem à neutralização do ácido fosforoso por uma base. Os sais de fosfito liberam ânions fosfito na planta, que seriam os responsáveis pelo controle dos patógenos (Schroetter et al., 2006; Araújo, 2008).

Os fosfitos podem atuar de maneiras distintas, apresentando ação direta e indireta sobre os fitopatógenos. Na ação direta, a molécula funciona como uma toxina, impedindo o crescimento ou até mesmo causando a morte de alguns fungos. A ação indireta está relacionada à indução de mecanismos de defesa, que aumentam consideravelmente a atividade de inúmeras enzimas. Consequentemente, ocorre a produção de diversos metabólitos secundários antimicrobianos, que vão atuar por múltiplas vias contra a patogênese (Guest e Grant, 1991; Pascholati e Leite, 1995; Wilkinson et al., 2001; Daniel e Guest, 2006).

Diversos trabalhos tem demonstrado o efeito positivo no controle de doenças de planta com uso de fosfitos (Wilkinson et al., 2001; Daniel e Guest, 2006; Ribeiro-Júnior et al., 2006; Shearer e Fairman, 2007; Dianese e Blum, 2010), inclusive em cafeeiros (Nojosa, 2003; Ribeiro-Júnior, 2008; Toyota, 2008; Nojosa et al., 2009).

O cobre tem importante papel no controle de doenças de plantas, em especial bacterioses. Algumas enzimas, como a peroxidase e a catalase, tem suas atividades reduzidas com aumento na concentração foliar de cobre. Isso resulta no acúmulo de peróxidos, substância altamente bactericida (Zambolim e Ventura, 1996). O efeito deste micronutriente sobre o patógeno pode ser direto, uma vez que os microorganismos não toleram altos teores de cobre, ou indireto, como na síntese de lignina, uma barreira parcial a penetração de fungos. Além disso, esse elemento também está envolvido na formação de compostos fenólicos, que servem como defesa natural contra patógenos (Graham e Webb, 1991).

Não existem estudos reportando o efeito do fosfito de cobre em cultivares de café com resistência parcial à ferrugem.

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do fosfito de cobre em cultivar de café arábica com moderada suscetibilidade à ferrugem alaranjada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento em campo foi conduzido no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), em Londrina em solo do tipo Latossolo Vermelho Distrófico, com temperatura média anual de 21,1°C, 585 m de altitude, latitude 23°22'S e longitude 51°10'W.

O experimento foi instalado no espaçamento de plantio 2,75m entre linhas e 0,50m entre plantas, em dezembro de 2013. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com três repetições e parcelas de cinco plantas. Foram avaliadas as cultivares Catuaí Vermelho IAC 99 e IPR 103 (Icatu x Catuaí), respectivamente, suscetível e moderadamente suscetível à ferrugem alaranjada (Sera et al., 2010, 2013; Del Grossi et al., 2013). Nas cultivares Catuaí

e IPR 103 foi aplicado o fosfito de cobre com nome comercial Inqui+ Cobre® a 0,25%, em conjunto com o adjuvante sintético não iônico TA 35® (lauril éter sulfato de sódio) a 0,05%, ambos da empresa Inquima. Como controle foi aplicado na cultivar Catuaí, o fungicida Nativo® (trifloxistrobina + tebuconazol) a 0,25%, em conjunto com o TA 35® a 0,05%. No total foram avaliados quatro tratamentos, sendo: T1 = Catuaí Vermelho IAC 99, sem nenhum produto; T2 = Catuaí Vermelho IAC 99, Nativo® e TA 35®; T3 = Catuaí Vermelho IAC 99, Inqui+ Cobre® e TA 35®; T4 = IPR 103, Inqui+ Cobre® e TA 35®.

As aplicações dos produtos foram com trator e pulverizador modelo Jacto 400. Foram realizadas duas aplicações de Nativo® (20/ 01/ 2019 e 20/ 03/ 2019) e quatro aplicações de Inqui+ Cobre® (20/ 01, 20/ 02, 20/ 03 e 20/ 04/ 2019).

Foram feitas duas avaliações da severidade da ferrugem, sendo uma (severidade inicial) antes da primeira aplicação dos produtos (20/ 01/ 2019), e outra (severidade final em 20/ 05/ 2019) 30 e 60 dias após a última aplicação, respectivamente, de Inqui+ Cobre® e de Nativo®. A severidade foi avaliada por meio de uma escala de notas de 1 a 5, avaliando desde o terço inferior até o superior e dos dois lados da planta, sendo: nota 1 = sem lesões nas folhas; nota 2 = lesões que variam desde “flecks” até cloroses, na área de infecção, mas sem a formação de uredósporos; nota 3 = pústulas uredospóricas em pouca quantidade na planta (1 a 30% das folhas), geralmente no terço inferior e com baixa severidade no terço médio; nota 4 = pústulas uredospóricas em 31 a 50% das folhas, geralmente, nos terços inferior e médio; nota 5 = pústulas uredospóricas em mais de 50% das folhas, desde o terço inferior até o terço superior (Shigueoka et al., 2014). A porcentagem de controle da ferrugem (% controle) foi calculada utilizando a fórmula: $\% \text{ controle} = \frac{\text{Severidade inicial} - \text{Severidade final}}{\text{Severidade inicial}} \times 100$.

Os dados das variáveis severidade inicial, severidade final e porcentagem de controle foram submetidos ao teste de normalidade dos resíduos de Shapiro-Wilk e ao teste de homogeneidade das variâncias de Bartlett. Os dados foram transformados em $\sqrt{x + 1}$ para fazer a análise de variância e o teste de médias Tukey a 1% de significância. As análises foram realizadas por meio do programa R versão 3.3.0 (R Core Team, 2016), pacote agricolae (Mendiburu, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação da severidade inicial, antes da aplicação dos produtos, foi observado que Catuaí diferiu de IPR 103 somente em um tratamento, sendo que nos demais tratamentos com Catuaí, essa cultivar não diferiu de IPR 103 e também não diferiu do Catuaí com maior severidade. Assim, a diferença entre Catuaí e IPR 103 não foi muito expressiva (**Tabela 1**).

Na severidade final e % de controle, o tratamento T3 diferiu do T1, mostrando que houve controle do fosfito de cobre sobre a ferrugem. T2 e T4 diferiram de T3, mostrando que os dois primeiros apresentaram um controle mais eficiente do que T3, com menores valores de severidade final e maior % de controle (**Tabela 1**). Assim, é possível verificar que o produto à base de trifloxistrobina e tebuconazol foi eficiente no controle da ferrugem na cultivar Catuaí. O fosfito de cobre também foi eficiente no controle da ferrugem, porém quando foi utilizada a cultivar IPR 103.

Tabela 1. Severidades e porcentagens de controle (% controle) da ferrugem alaranjada em cultivares de café arábica tratadas com Nativo® (trifloxistrobina + tebuconazol) e Inqui + Cobre®, ambos com adjuvante TA 35®.

Tratamento	Severidade inicial ^(1,2)	Severidade final ^(1,2)	% controle ⁽¹⁾
T1 = Catuaí sem produtos	3,5 ab	4,0 a	-14,3 c
T3 = Catuaí, Inqui+ Cobre e TA 35	4,0 a	2,7 b	32,5 b
T2 = Catuaí, Nativo e TA 35	3,4 ab	1,5 c	55,9 a
T4 = IPR 103, Inqui+ Cobre e TA 35	3,2 b	1,3 c	59,4 a

⁽¹⁾ Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de médias Tukey a 1%. Dados transformados em $\sqrt{x + 1}$.

⁽²⁾ Escala de notas de 1 a 5, sendo 1 as plantas mais resistentes e 5 as mais suscetíveis.

Os indutores de resistência vêm sendo amplamente utilizados na agricultura em geral, com resultados satisfatórios (Dianese e Blum, 2010; Shearer e Fairman, 2007; Toyota, 2008; Nojosa et al., 2009). Vários estudos já demonstraram que os fosfitos podem auxiliar no controle de doenças do cafeeiro (Nojosa, 2003; Ribeiro Júnior, 2008; Toyota, 2008; Nojosa et al., 2009). O fosfito de cobre se destaca entre os fosfitos em geral, pois após a dissociação da molécula dentro da célula, o íon cobre também pode atuar sobre os patógenos (Graham e Webb, 1991; Jackson et al., 2000; Nojosa, 2003; Nojosa et al., 2005). Em um estudo em ano de baixa produção do café, pulverizações com fosfito de cobre reduziram em 81% a severidade da ferrugem alaranjada, semelhante ao controle obtido com pulverizações de epoxiconazol + piraclostrobina (Toyota, 2008). No nosso estudo foi mostrado que o fosfito de cobre proporciona um controle eficiente da ferrugem quando foi combinado com o controle genético, utilizando uma cultivar com moderada suscetibilidade.

CONCLUSÕES

1 - O fosfito de cobre aplicado na cultivar suscetível Catuaí Vermelho IAC 99, mostrou controle intermediário, com menos eficiência do que o fungicida trifloxistrobina + tebuconazol.

2 - O fosfito de cobre controlou a ferrugem com eficiência similar ao fungicida trifloxistrobina + tebuconazol, quando foi combinado com o controle genético, utilizando a cultivar moderadamente suscetível IPR 103.

AGRADECIMENTOS

Apoio financeiro do Consórcio Pesquisa Café.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo, J. L. Crescimento e nutrição fosfatada do feijoeiro em função da aplicação via radicular e foliar do fosfito. 2008. 77p. **Tese (Doutorado em Ciência do Solo)** – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Chalfoun, S. M.; Reis, P. R. História da cafeicultura no Brasil. In: Reis, P. R.; Cunha, R. L. (eds) **Café arábica: do plantio à colheita**. U. R. EPAMIG SM, Lavras, 2010. p. 21-85.
- CONAB: Convênio Ministério da Agricultura – Secretaria da Produção e Comercialização. Acompanhamento da safra brasileira - café, v. 5– Safra 2019, n. 2 - **Segundo levantamento, Brasília**, p. 1-61, maio de 2019 - Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/cafe>
- Daniel, R.; Guest, D. Defense responses induced by potassium phosphonate in *Phytophthora palmivora*-challenged *Arabidopsis thaliana*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, 67: 194-201. 2006.
- Del Grossi, L.; Sera, T.; Sera, G. H.; Fonseca, I. C. de B.; Ito, D. S.; Shigueoka, L. H.; Andreazi, E.; Carvalho, F. G. Rust Resistance in Arabic Coffee Cultivars in Northern Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 56: 27-33, 2013.
- Dianese, A. de C.; Blum, L. E. B. O uso de fosfitos no manejo de doenças fúngicas em fruteiras e soja. **Documentos/Embrapa Cerrados**. Planaltina, DF. 2010. 29p.
- Dixon, R. A.; Lamb, C. J. Molecular communication in interactions between plant and microbial pathogens. **Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology**, 41: 339-367, 1990.
- Fazuoli LC, Silvarolla MB, Salva TJG, Guerreiro Filho O, Medina Filho HP and Gonçalves W (2007) Cultivares de café arábica do IAC: Um patrimônio da cafeicultura brasileira. **O Agrônomo** 59: 12-15.
- Guest, D.; Grant, B. The complex action of phosphonate antifungal agents. **Biological Review**, 66: 59-187. 1991.
- Graham, R. D.; Webb, M. J. Micronutrients and disease resistance and tolerance in plants. In: Mortvedt, J. J. et al. (Eds.). **Micronutrients in agriculture**. Madison: Soil Science Society of America, 1991. p. 329-370.
- GODOY, C. V.; BERGAMIN FILHO, A.; SALGADO, C. L. Doenças do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). IN: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN-FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (eds.). **Manual de fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 2, p. 184-200, 1997.
- ICO – International Coffee Organization. **Trade statistics tables**. London: ICO, 2019. Disponível em: http://www.ico.org/trade_statistics.asp
- Jackson, T. J.; Burguess, T.; Colquhoun, I.; Hardy, G. E. StJ. Action of the fungicide phosphate on *Eucalyptus marginata* inoculated with *Phytophthora cinnamomi*. **Plant Pathology**, 49: 147-154, 2000.
- Mendiburu, F. *Agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research*. R package version 1.2-3, 2015.
- Nojosa, G. B. A. Efeito de indutores na resistência de *Coffea arabica* L. à *Hemileia vastatrix* BERK & BR. e *Phoma costarricensis* ECHANDI. 2003. 102 p. **Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras**, Lavras, 2003.
- 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**, 35: 60-62, 2009.
- Nojosa, G. B. A.; Resende, M. L. V.; Resende, A. V. Uso de fosfitos e silicatos na indução de resistência. In: Cavalcanti, L. S. et al. (Ed.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. v. 1, p. 139-153.
- Oliveira, R. F.; Pascholati, S. F.; Leite, B. Papilla formation and peroxidase activity in *Mimosa scabrella* hypocotyls inoculated with the non-pathogen *Colletotrichum graminicola*. **Fitopatologia Brasileira**, 22: 195-197, 1997.
- Pascholati, S. F.; Leite, B. Hospedeiro: mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. p. 417-453.
- R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2016.
- Ribeiro-Júnior, P. M.; Resende, M. L. V.; Pereira, R. B.; Cavalcanti, F. R.; Amaral, D. R.; Pádua, M. A. Effect of potassium phosphite on the induction of resistance in cocoa seedlings (*Theobroma cacao* L.) against *Verticillium dahliae* Kleb. **Ciência e Agrotecnologia**, 30: 629-636, 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, 2008.

- Schroetter, S.; Angeles-Wedler, D.; Kreuzig, R.; Schnug, E. Effects of phosphite on phosphorus supply and growth of corn (*Zea mays*). Landbauforschung Volkenrodde. **Fal Agricultural Research**, 56: 87-99, 2006.
- Sera, G. H.; Sera, T.; Fonseca, I. C. B.; Ito, D. S. Resistência à ferrugem alaranjada em cultivares de café. **Coffee Science**, 5: 59-66, 2010.
- Sera, T.; Sera, G. H.; Fazuoli, L. C. IPR 103 – Rustic dwarf arabic coffee cultivar more adapted to hot regions and poor soils. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, 13: 95-98, 2013.
- Shearer, B.L.; Fairman, R.G. A stem injection of phosphate protects *Banksia* species and *Eucalytus marginata* from *Phytophthora cinnamomi* for at least four years. **Australian Plant Pathology**, 36: 78-86, 2007.
- Shigueoka, L. H.; Sera, G. H.; Sera, T.; Fonseca, I. C. de B.; Mariucci Júnior, V.; Andreazi, E.; Carvalho, F. G.; Gardiano, C. G.; Carducci, F. C. Selection of Arabic coffee progenies with rust resistance. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, 14: 88-93, 2014.
- Staskawicz, B. Genetics of plant-pathogen interactions specifying plant disease resistance. **Plant Physiology**, 125: 73-76, 2001.
- Toyota, M. Extratos vegetais e produtos comerciais no manejo da ferrugem e nos mecanismos de defesa do cafeeiro à cercosporiose. 2008. 66p. **Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - UFPA**, Lavras, 2008.
- Wilkinson, C. J.; Holmes, J. M.; Dell, B.; Tynan, K. M.; McComb, J. A.; Shearer, B. L.; Colquhoun I. J.; Hardy, G. E. S. T. J. Effect of phosphite on in planta zoospore production of *Phytophthora cinnamomi*. **Plant Pathology**, 50: 587-593, 2001.
- Zambolim, L.; Ventura, J. A. Resistência a doenças induzidas pela nutrição das plantas. Piracicaba: **POTAFOS**, 1996. 16 p. (Encarte Técnico. Informações Agronômicas, 75).