

## METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM DE FOLHAS PARA QUANTIFICAÇÃO DA INCIDÊNCIA DA FERRUGEM EM CAFEIEIRO CONILON

Leonardo Leoni Belan<sup>1</sup>; Waldir Cintra de Jesus Junior<sup>2</sup>; Leônidas Leoni Belan<sup>3</sup>; Lucas Santos Satiro<sup>4</sup>; Mateus Pinheiro de Sousa e Gomes<sup>5</sup>; Angelo Oliveira Gonçalves<sup>6</sup>; Atháise Ferreira de Lima<sup>7</sup>; Fabio Ramos Alves<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Acadêmico do curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, leonardoleonibelan@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Professor, Departamento de Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, wcintra@cca.ufes.br

<sup>3</sup>Acadêmico do curso de Doutorado em Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras- MG, leonidas@posgrad.ufla.br

<sup>4</sup>Acadêmico do curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, santosatiro@hotmail.com

<sup>5</sup>Acadêmico do curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, mateuspinho007@hotmail.com

<sup>6</sup>Acadêmico do curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, angoligon@yahoo.com.br

<sup>7</sup>Acadêmico do curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, athaisef@hotmail.com

<sup>8</sup>Professor, Departamento de Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, fabioramosalves@yahoo.com.br

**RESUMO:** A ferrugem (*Hemileia vastatrix*) é uma das principais doenças do cafeeiro, porém ainda existem poucos trabalhos envolvendo os aspectos epidemiológicos em cafeeiro conilon (*Coffea canephora*). Metodologias adequadas de amostragem de folhas proporcionam subsídios para a quantificação real da doença e o estabelecimento de relações com os danos ocasionados à cultura, bem como nas tomadas de decisão quanto ao manejo fitossanitário. A partir dos dados de intensidade da doença pode-se decidir sobre a necessidade ou não de se recorrer ao controle químico, bem como o momento adequado de aplicação e o grupo de fungicidas a ser aplicado. Apesar da importância, ainda não foi estudado um sistema de amostragem da ferrugem específico para o café conilon. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi comparar metodologias de amostragem de folhas para quantificação da incidência da ferrugem em plantas de café conilon, e selecionar a que melhor represente a incidência real em cada planta amostrada. O experimento foi conduzido em lavoura comercial de cafeeiro conilon. Foram comparadas duas metodologias: 1) amostragem do 3º ou 4º par de folhas de quatro ramos do terço médio da planta (metodologia padrão para *C. arabica*), e 2) amostragem de quatro ramos localizados no terço superior das plantas (metodologia proposta para cafeeiro conilon). As metodologias foram comparadas com a incidência real da ferrugem nas plantas através de ajustes de regressão linear. Com base nos resultados verificou-se que a quantificação da incidência da ferrugem em quatro ramos localizados no terço superior da planta melhor representou a incidência real da ferrugem em cafeeiro conilon, se comparada à metodologia empregada para cafeeiro arábica.

Palavras-chave: *Hemileia vastatrix*, *Coffea canephora*, quantificação de doenças

## LEAF SAMPLING METHODOLOGY FOR MEASUREMENT INCIDENCE OF RUST IN CONILON COFFEE

**ABSTRACT:** Rust (*Hemileia vastratrix*) is a major coffee disease, but there are still few studies involving epidemiological conilon in coffee (*Coffea canephora*). Appropriate methodologies for leaf sampling provide information to accurately quantify the disease and the establishment of relations with the damage caused to the crop, also is helpful to decide how to control the disease. In this case, the need to resort to chemical control can be decided by the infection's percentage, as well as defining which fungicides group should be applied and application time. However, it has not been developed yet a sampling system for the specific rust of conilon coffee. Accordingly, the aim of this study was to compare leaf sampling methodologies to assess the incidence of rust in conilon coffee, and select the one that best represents the actual incidence of each sampled plant. The experiment was conducted in commercial farming of coffee conilon. We compared two methodologies: 1) sampling the 3rd or 4th leaf from the four branches of the middle third of the plant (standard methodology for *C. arabica*), and 2) sampling of four branches located in the upper third of the plants (proposed methodology for coffee conilon). The methods were compared with the actual incidence of

rust in plants through adjustments linear regression. Based on the results it was found that the quantification of the incidence of rust in four branches located in the upper third of the plant better represented the actual incidence of rust in coffee conilon, compared to the methodology employed arábica coffee.

**Keywords:** *Hemileia vastatrix*, *Coffea canephora*, disease monitoring.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor de café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex. Froehn) correspondendo com 26,4% da produção mundial (USDA, 2012). No entanto, vários fatores contribuem para a redução da produtividade da cultura, e entre as doenças, a principal é a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br) (WALLER et al., 2007; ZAMBOLIM et al., 2009b).

A quantificação de doenças (incidência e/ou severidade) é necessária tanto para descrever o progresso da epidemia, quanto para o delineamento de estratégias de manejo que permitam o uso racional dos recursos disponíveis (SILVA; JESUS JUNIOR, 2000; ZAMBOLIM et al., 2009a). A determinação da intensidade da ferrugem, através de amostragem correta, é importante, pois permite a definição do grupo de fungicidas a ser utilizado, uma vez que caso a incidência seja inferior a 5% deve-se empregar fungicidas protetores ou de contato e, caso a incidência seja superior a 10%, recomenda-se o uso de fungicidas sistêmicos.

Em estudos sobre as relações entre incidência e severidade no patossistema *Coffea arabica*– *Hemileia vastatrix*, Silva-Acuña et al. (1999) encontraram alta correlação entre incidência de folhas com ferrugem e o número de lesões esporuladas, mostrando que tanto uma variável quanto a outra pode ser empregada, dependendo do objetivo do trabalho. Assim, caso modelos utilizando a incidência apresentem bons resultados, devem ser preferidos, dado que permitem economia de tempo e maior acurácia (VALE et al., 2004).

Diante desses fatos, é indiscutível a necessidade do monitoramento da ferrugem para tomada de decisão quanto ao manejo por parte dos técnicos e produtores. No entanto, segundo Zambolim et al. (2009b) ainda não foi desenvolvido um sistema de monitoramento da ferrugem no café conilon que auxilie na tomada de decisão em relação à aplicação de fungicidas. De acordo com o autor supracitado, além da variabilidade genética própria da cultura, a heterogeneidade de condições nas quais o cafeeiro conilon vem sendo cultivado dificulta a elaboração desse tipo de estudo. Assim, atualmente tem-se empregado metodologia estabelecida para o cafeeiro arábica (LIMA, 1979; CHALFOUN, 1998) nas lavouras de conilon. Deste modo, é imprescindível que sejam avaliadas metodologias de monitoramento da ferrugem específico para o café conilon (VENTURA et al., 2007).

Considerando-se esses fatos, o objetivo deste trabalho foi comparar metodologias de amostragem de folhas para quantificação da incidência da ferrugem em plantas de café conilon, e selecionar a que melhor represente a incidência real em cada planta amostrada.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em lavoura comercial de cafeeiro conilon cultivar “Conilon Vitória – Incaper 8142”, composto por 13 clones, localizada na região sul do Estado do Espírito Santo, em delineamento em blocos casualizados com três repetições. Cada unidade experimental foi composta por uma planta, totalizando 36 unidades experimentais. Ressalta-se que nessa lavoura foi realizada a poda do terço inferior das plantas e retirados os ramos esgotados pela produção. As metodologias de amostragem de folhas e quantificação da incidência da ferrugem são apresentadas na Tabela 01.

Tabela 01. Metodologias de amostragem de folhas de cafeeiro conilon para quantificação da incidência da ferrugem (*Hemileia vastatrix*)

Tratamento	Metodologia de Amostragem (Determinação da Incidência)
Incidência real <sup>a</sup>	Na planta toda
M1 <sup>b</sup>	No 3º ou 4º par de folhas, nos 4 quadrantes do terço médio da planta
M2 <sup>c</sup>	Em 1 ramo dos 4 quadrantes do terço superior da planta

<sup>a</sup> Total de folhas na planta / total de folhas com ferrugem; <sup>b</sup> Metodologia padrão de amostragem de folhas em café arábica (*Coffea arabica*); <sup>c</sup> Metodologia proposta neste estudo.

Cada unidade experimental, ou parcela, recebeu todos os respectivos tratamentos e a incidência da ferrugem nas plantas foi determinada com base na relação entre o total de folhas amostradas na parcela por cada tratamento, e os respectivos números de folhas com presença de pústulas de ferrugem esporuladas. A incidência real foi determinada com base na relação entre o total de folhas presentes na parcela e o total de folhas com ferrugem identificadas na mesma. A incidência (IF) da ferrugem foi obtida através da seguinte equação (Equação 1):

Eq. 1)

$$IF (\%) = \frac{n^{\circ} \text{ de folhas com pústulas de ferrugem esporuladas} \times 100}{n^{\circ} \text{ total de folhas amostradas}}$$

As avaliações da incidência foram realizadas mensalmente, de junho de 2012 a abril de 2013, de modo a se estabelecer a curva de progresso da doença. Cabe ressaltar que a avaliação mensal permite o acompanhamento do desenvolvimento da doença ao longo do ano, abrangendo períodos em que há aumento da intensidade da doença em campo até atingir intensidade máxima durante e/ou após a colheita (ZAMBOLIM et al., 2005), e coincidindo com o período de realização dos principais tratos culturais nas lavouras por parte dos produtores.

Nas parcelas do experimento não foram realizadas práticas específicas de manejo da ferrugem a fim de propiciar condições naturais de infecção do patógeno em questão. Os demais tratos culturais foram realizados de acordo com as necessidades e recomendações técnicas para a cultura.

Os dados foram submetidos à análise de regressão e ajuste de modelos. A acurácia e a precisão de cada metodologia de avaliação da incidência da ferrugem foram determinadas por meio de regressão linear simples, em que a incidência real foi considerada a variável independente e a incidência estimada com base em cada uma das metodologias, como variável dependente. A acurácia das estimativas de cada metodologia foi determinada pelo teste t aplicado ao intercepto da regressão linear ( $\beta_0$ ), para testar a hipótese  $H_0: \beta_0 = 0$ , e ao coeficiente angular da reta ( $\beta_1$ ), para testar a hipótese  $H_0: \beta_1 = 1$ , ao nível de 5 % de probabilidade. A precisão das estimativas foi obtida por meio do coeficiente de determinação da regressão ( $R^2$ ) e por distribuição dos resíduos (incidência estimada menos incidência real) (CAMPBELL; MADDEN, 1990; NUTTER JUNIOR; SCHULTZ, 1995).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando-se os quesitos acurácia e precisão, a metodologia de amostragem M2 demonstrou ser a mais eficiente para representar a incidência real da ferrugem em plantas de café conilon.

Com relação ao quesito acurácia, a metodologia M2 apresentou intercepto ( $\beta_0$ ) não significativo para equação de regressão linear ajustada ( $p = 0,05$  - Tabela 02), ou seja, a hipótese de nulidade ( $\beta_0=0$ ) não foi rejeitada ( $p = 0,05$ ). Dessa forma, conforme prescrevem Campbell; Madden (1990), quando não ocorre doença nas plantas – incidência igual à zero – o valor de incidência obtido através da metodologia de amostragem também é zero. Valores de intercepto significativamente diferentes de 0 (zero), assim como obtido para M1, indicam superestimativa ( $>0$ ) da incidência da doença (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

Tabela 02. Coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e parâmetros das equações de regressão lineares ( $\beta_0$  e  $\beta_1$ ) ajustadas para valores de incidência real e estimada da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) em cafeeiros conilon (*Coffea canephora*), por diferentes metodologias de amostragem de folhas

Metodologia	Parâmetros da Equação de regressão		
	$\beta_0$	$\beta_1$	$R^2$
M1	7,93*	1,46*	0,51
M2	-0,79	0,78	0,71

\*Asterisco indica que a hipótese ( $\beta_0=0$  ou  $\beta_1=1$ ) foi rejeitada pelo teste t ( $p=0,05$ ). M1) 3° ou 4° par de folhas / 4 quadrantes / 1/3 médio da planta; M2) 1 ramo / 4 quadrantes / 1/3 superior da planta.

De acordo com Campbell; Madden (1990) a acurácia de determinada metodologia é avaliada também pela proximidade da inclinação da reta ( $\beta_1$ ) de 1 (um). Valores de coeficiente angular da reta que desviam significativamente de 1 (um) indicam superestimativa ( $>1$ ) ou subestimativa ( $<1$ ) sistemática da intensidade real em todos os níveis de intensidade da doença (CAMPBELL; MADDEN, 1990). Nesse caso, ocorre superestimação da incidência da doença em M1 (Tabela 02). Verifica-se que a hipótese de nulidade ( $\beta_1=1$ ) foi rejeitada ( $p=0,05$ ), logo, M1 superestima a incidência da ferrugem nas plantas em 46% (Tabela 1) (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

Além disso, M2 também foi mais eficiente que M1 quanto à precisão em estimar a incidência da doença nas plantas. Tal fato é indicado pelo maior valor de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) (Tabela 1). A precisão refere-se à repetibilidade dos valores associados à amostra, com a menor variação possível entre si (VALE et al., 2004), e é indicada pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) do modelo de regressão linear ajustado aos dados; quanto maior o valor de  $R^2$ , maior é a precisão da metodologia (CAMPBELL; MADDEN, 1990). A maior precisão de M2 se reflete e é corroborada pela menor amplitude de distribuição dos resíduos (Figura 01).

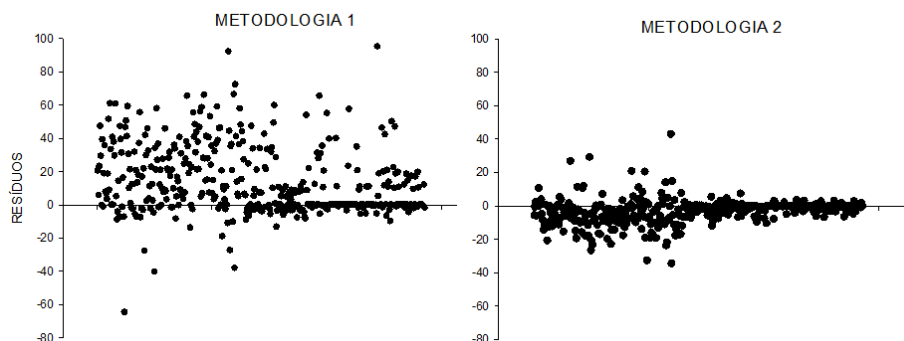


Figura 01. Distribuição dos resíduos entre incidência real da ferrugem (%) em cafeeiros conilon (*Coffea canephora*) e incidência avaliada por diferentes metodologias de amostragem de folhas de cafeeiro conilon (M): M1) 3º ou 4º par de folhas/ 4 quadrantes / 1/3 médio da planta; M2) 1 ramo / 4 quadrantes / 1/3 superior da planta.

Dessa forma, a metodologia de amostragem proposta para café arábica (M1) não foi eficiente para representar a incidência real da ferrugem em plantas de café conilon (Tabela 02). Atualmente essa metodologia tem sido recomendada para café conilon, pois ainda não havia sido desenvolvida e validada uma metodologia específica para o patossistema ferrugem/conilon (ZAMBOLIM et al., 2009b). No entanto, os resultados deste estudo mostram que essa não é a metodologia mais indicada para essa cultura, e sim a amostragem de todas as folhas de quatro ramos localizados no terço superior da planta.

## CONCLUSÕES

1. A metodologia de amostragem proposta para café arábica (M1) não foi eficiente para representar a incidência real da ferrugem em plantas de café conilon.
2. A avaliação da incidência da ferrugem em quatro ramos localizados no terço superior do cafeeiro conilon melhor representou a incidência real da ferrugem na planta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. *Introduction to Plant Disease Epidemiology*. New York. John Wiley. 1990.
- CHALFOUN, S. M. *Doenças do cafeeiro: importância, identificação e métodos de controle*. Lavras: UFLA FAEPE, 1998. 93 p.
- LIMA, P. C. *Métodos de amostragem para a avaliação do índice de infecção da ferrugem do cafeeiro (Hemileia vastatrix. Berk e Br.)*. 1979. 65 p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agrônômica), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- NUTTER JUNIOR., F.W.; SCHULTZ, P.M. Improving the accuracy and precision of disease assessments: selection of methods and use of com-puter-aided training programs. *Canadian Journal of Plant Pathology*, Ottawa, v.17, n.1, p.174-184, 1995.
- SILVA-ACUÑA, R.; MAFFIA, L.A.; ZAMBOLIM, L.; BERGER, R.D. Incidence-severity relationships in the pathosystem *Coffea arabica*-*Hemileia vastatrix*. *Plant Disease*, v. 83, p. 186-188, 1999.
- SILVA, M. B.; JESUS JUNIOR, W. C. Monitoramento espaço-temporal: uma ferramenta do manejo integrado de doenças. In: ZAMBOLIM L. (Org.). *Manejo Integrado de Doenças, Pragas e Plantas Daninhas*. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, 2000, v. 1, p. 127-168.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. *Production, Supply and Distribution Online*. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/>>. Acesso em: 07 set. 2012.
- VALE, F. X. R. do et al. Quantificação de doenças e do crescimento do hospedeiro. In: VALE, F. X. R. do; JESUS JUNIOR., W. C.; ZAMBOLIM, L. (Ed). *Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas*. Belo Horizonte: Perfil, 2004. p. 91-123.
- VENTURA, J. A. et al. Diagnostico e manejo das doenças do cafeeiro conilon. In.: FERRÃO, R. G. et al. (Eds.) *Café Conilon*. Vitória, ES: INCAPER, 2007. p. 451-497.
- WALLER, J. M.; BIGGER, M; HILLOCKS, R. J. *Coffee Pests, Diseases and their Management*. Natural Resources Intitute: University of Greenwich, Medway Campus, Chatham, UK, 2007. 450 p.
- ZAMBOLIM L.; VALE F. X. R.; ZAMBOLIM E. M. Doenças do cafeeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. (Ed.). *Manual de Fitopatologia*. v. 2: Doenças das plantas cultivadas. 4.ed. São Paulo: Ceres. 2005. p. 165-180.
- ZAMBOLIM, E. M. et al. Produção Integrada de Café. In: ZAMBOLIM, L. et al. (Org.). *Produção Integrada no Brasil: Agropecuária Sustentável Alimentos Seguros*. MAPA – Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília: Mapa/ACS. 2009a. p. 341 – 444.

ZAMBOLIM, L.; SOBREIRA, D. G.; SOUZA, A. F.; COSTA, H. Manejo integrado das doenças do conilon (*Coffea canephora*). In: ZAMBOLIM, L. (Ed). *Tecnologias para produção do Café Conilon*. Viçosa: UFV, 2009b, p. 1-46.