

Expansão da Pústula da Ferrugem em Três Cultivares do Cafeeiro

Maria E. Salustiano, Edson A. Pozza, Antônio C. Ferraz Filho & Paulo E. Souza

Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras, Cx. Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras, MG, Brasil, e-mail: eapozza@ufla.br

Autor para correspondência: Edson A. Pozza

SALUSTIANO, M.E., POZZA, E.A., FERRAZ FILHO, A.C. & SOUZA, P.E. Expansão da pústula da ferrugem em três cultivares de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira* 32:146-149. 2007.

RESUMO

A expansão da lesão é considerada importante componente epidemiológico em vários patossistemas. Com o propósito de avaliar a expansão da pústula da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) em três cultivares de cafeeiro e o valor das respectivas taxas de expansão da lesão (TEL) sob condições controladas delineou-se este estudo. O experimento foi instalado em câmaras de crescimento de plantas com temperatura de 20 ± 2 °C e umidade relativa de 70%. Foram inoculadas vinte plantas de cada uma das cultivares Acaiá, Catuaí e Rubi, de três meses de idade, com 0,5mg/mL da suspensão de urediniósporos. Após 42 dias da inoculação, sete pústulas foram marcadas aleatoriamente, em 7 plantas de cada cultivar e, em seguida, fotografadas na face abaxial da folha, com câmara digital, durante 15 dias, para posterior mensuração da área, utilizando o programa *Image Tool* da UTHSCA. Todas as imagens digitalizadas foram padronizadas em 4,0 x 4,0 cm. Ao final do experimento, foi avaliada a produção de urediniósporos/cm² de pústula, em hemacitômetro. As curvas de progresso da expansão da pústula nas três cultivares foram ajustadas ao modelo exponencial. A TEL foi de 0,14, 0,16 e 0,16 mm²/dia e o número de urediniósporos produzidos foi de 918,6, 929,3 e 934,8/cm² de pústula, para as cultivares Acaiá, Catuaí e Rubi, respectivamente. Não houve diferenças, entre as três cultivares, consideradas suscetíveis, em relação à TEL e à produção final de urediniósporos. Estes resultados podem contribuir para maior compreensão dos possíveis mecanismos que atuam no aumento da severidade da ferrugem do cafeeiro, sem que ocorram novas infecções.

Palavras-chaves adicionais: *Hemileia vastatrix*, *Coffea arabica*, taxa de expansão da lesão.

ABSTRACT

Rust pustule expansion in three coffee cultivars

Lesion expansion is considered an important epidemiological component in various pathosystems. To evaluate rust pustule expansion (*Hemileia vastatrix*) in three coffee cultivars and the respective lesion expansion rates (LER) under controlled conditions, the following assay was carried out. The experiment was installed in plant growth chambers at a temperature of 20 ± 2 °C and relative humidity of 70 %. Twenty three-month-old plants of each cultivar were inoculated with 0.5 mg/mL of a uredospore suspension. Seven pustules from each cultivar were randomly marked on the 42nd day after inoculation in the abaxial leaf surface. They were photographed daily with a digital camera for 15 days, for later area estimation using the UTHSCA Image Tool program. Every digital image was standardized at 4.0 x 4.0 cm. The production of urediniospores/cm² in the lesion was evaluated by placing the urediniospores in microtubes containing 1mL of water with 0.05% Tween 80 at the end of the experiment. Concentration was determined using a hemacytometer. The curves of pustule expansion progression in the three cultivars were adjusted to the exponential model. The rates of lesion expansion were 0.14, 0.16 and 0.16 mm²/day and the number of urediniospores produced was 918.6, 929.3 and 934.8/cm² for the cultivars Acaiá, Catuaí and Rubi, respectively. There were no differences between the three susceptible cultivars, in relation to the rates of lesion expansion and the final production of urediniospores. These results may contribute to better knowledge of possible mechanisms that act to increase rust severity, without the occurrence of new infections.

Additional keywords: *Hemileia vastatrix*, *Coffea arabica*, expansion rate.

A expansão da lesão ou da pústula ocorre na maioria dos patossistemas (Berger *et al.*, 1997) e seu reconhecimento como variável epidemiológica teve início com os trabalhos de Lapwood (1961) em batateira, avaliando a requeima cujo agente etiológico é *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. A maior consequência da expansão da lesão em uma epidemia é o aumento da severidade da doença, dificultando sua avaliação, além de incrementar a produção de inóculo em curto espaço de tempo (Berger *et al.*, 1997). A taxa de expansão da lesão (TEL), ou seja, a diferença entre o tamanho de uma mesma área necrosada ao longo de um determinado intervalo de tempo é a medida mais comumente empregada para se quantificar

essa variável. As mudanças na TEL podem ser determinadas por fatores como a temperatura (Lui & Kushalappa, 2003), a resistência da cultivar, o manejo da cultura (Metha, 1981) e a aplicação de fungicidas, (Mayton *et al.*, 2001), porém em alguns patossistemas, pode ocorrer expansão, mesmo em condições desfavoráveis (Emge *et al.*, 1975). Suassuna *et al.* (2004) observaram diferenças significativas nos valores da TEL para diferentes isolados de *P. infestans* provenientes das culturas do tomate e da batata. Segundo esses autores, as diferenças ocorreram devido à agressividade, à especificidade dos isolados e também ao fato de terem sido obtidos de folhas da batateira ou do tomateiro. A TEL foi consideravelmente maior em batata

inoculada com isolados provenientes da mesma cultura. As mais rápidas TEL médias foram de 0,053 cm²/h e 0,121cm²/h, para *P. infestans* em tomate e batata, respectivamente. Mesmo pústulas de fungos biotróficos podem crescer. Segundo Emge *et al.* (1975), a área de esporulação de *Puccinia striiformis* Westend. em trigo apresentou expansão significativa, enquanto para a ferrugem do feijoeiro, *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger, o crescimento efetivo foi do halo amarelo ao redor da pústula cerca de cinco a 15 vezes maior em relação à lesão (Berger *et al.*, 1995).

O estudo da expansão da pústula e da TEL pode contribuir para a compreensão da produção de inóculo, da colonização de tecido sadio e para comparar cultivares. O tamanho inicial da lesão e sua subsequente expansão foram utilizados, por melhoristas de plantas e fitopatologistas, para selecionar cultivares resistentes a vários patógenos, além de inferir quanto à sua agressividade (Johnson & Taylor, 1976). Em doenças policíclicas, monitorar a TEL pode contribuir para definir o momento ideal da pulverização de fungicidas (Berger *et al.*, 1997).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar se ocorre a expansão da pústula da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br.) em três cultivares de cafeeiro e qual o valor da TEL.

Para a realização do experimento, 20 mudas das cultivares Acaiaí, Catuaí e Rubi foram cultivadas em sacos de polietileno com 833 cm³ de substrato em câmara de crescimento a 20 °C e fotoperíodo de 12 horas. Quando as plantas completaram três meses de idade com seis pares de folhas, foram inoculadas. A suspensão de urediniósporos foi composta de 0,5 mg/mL e 0,05% de Tween 80 e aplicada com pequeno pulverizador manual na face abaxial de todas as folhas de cada uma das plantas.

O inóculo de *H. vastatrix* foi coletado em cafeeiros das cultivares Acaiaí, Catuaí e Rubi, em campos experimentais da UFPA, retirados com cápsula de gelatina tamanho 00 e, logo em seguida, peneirados a 100 mesh. A viabilidade dos urediniósporos foi preservada segundo técnica descrita por Zambolim (1973).

Após a inoculação, as plantas foram cobertas com sacos de polietileno preto por 72 horas a 20 °C para constituir câmara úmida (Zambolim 1973). Após 42 dias da inoculação, com o surgimento das pústulas, deu-se início à coleta de dados. Em cada cultivar, foram selecionadas sete plantas e nelas foram marcadas aleatoriamente sete lesões, sendo uma lesão/folha/planta, constituindo as repetições. A cada 24 horas, essas pústulas foram fotografadas com câmara digital durante 15 dias. As imagens digitalizadas foram padronizadas em 4,0 x 4,0 cm, posteriormente, as áreas das lesões foram mensuradas, em cm² utilizando-se o programa *Image Tool* da UTHSCA (*University of Texas, San Antonio*). Ao final do experimento, a produção de urediniósporos nas pústulas mensuradas foi avaliada, retirando-os com cápsulas de gelatina. Esses urediniósporos foram armazenados em microtubos contendo 1 mL de água e 0,05% de Tween 80 até a contagem. A concentração foi determinada em hemacitômetro e transformada em número de

urediniósporos/cm² de pústula.

O experimento foi conduzido em parcela subdividida, no delineamento inteiramente casualizado, constituído, nas parcelas, pelas três cultivares (Acaiaí, Catuaí e Rubi) e, nas subparcelas, pelos períodos de avaliação (15 dias de avaliações diárias). Os dados foram submetidos ao teste de 'Shapiro Wilk' para analisar a normalidade na distribuição de erros no programa SAS (programa SAS (Statistical Analysis System, versão 8). Diante da ausência de normalidade, os dados foram transformados em log₁₀(x+1). Procedeu-se, então, à análise de variância. Quando significativo no teste F, os dados foram ajustados aos modelos de regressão lineares e não lineares exponencial, logístico, gompertz e monomolecular (Campbell & Madden, 1990), da expansão das pústulas em função do tempo, utilizando-se o PROC NLIN do programa SAS. Para comparar as cultivares em relação a TEL, foi utilizado o teste t. A escolha do melhor modelo foi baseada no maior valor do coeficiente de determinação (R²), no menor quadrado médio do resíduo e pela ausência de padrão no gráfico dos resíduos. Para análise do número de esporos/cm², foram utilizados o PROC GLM e o teste de Tukey ao nível de 5% utilizando-se o programa SAS.

Os maiores valores do coeficiente de determinação (R²), os menores valores de quadrado médio do resíduo (QM_{Erro}) e os gráficos de dispersão dos resíduos sem tendências foram encontrados com o modelo exponencial, para as três cultivares (Tabela 1). Assim, as curvas de expansão das pústulas foram ajustadas a esse modelo (Figura 1). Embora tenha sido ajustada ao modelo exponencial, a

TABELA 1 - Coeficiente de determinação (R²), quadrado médio do erro e presença (+) e ausência (-) do padrão do resíduo avaliado no ajuste das curvas de progresso da expansão da pústula da ferrugem aos modelos exponencial, gompertz, monomolecular e logístico

Cultivar de café	Modelos	Expansão da pústula			
		R ²	Quadrado médio do erro	Resíduo	DW
Acaiaí	Exponencial	91,84	0,0033		4
	Gompertz	90,22	0,0036		3
	Monomolecular	85,21	0,0044		3
	Logístico	84,96	0,0045		4
Catuaí	Exponencial	95,14	0,0026		3
	Gompertz	93,91	0,0029		3
	Monomolecular	90,03	0,0037		3
	Logístico	89,78	0,0038		4
Rubi	Exponencial	93,89	0,0031		3
	Gompertz	93,20	0,0033		2
	Monomolecular	90,97	0,0038		3
	Logístico	90,80	0,0038		3

Estatística de Dubin-Watson >1.07- não significativo para autocorrelação

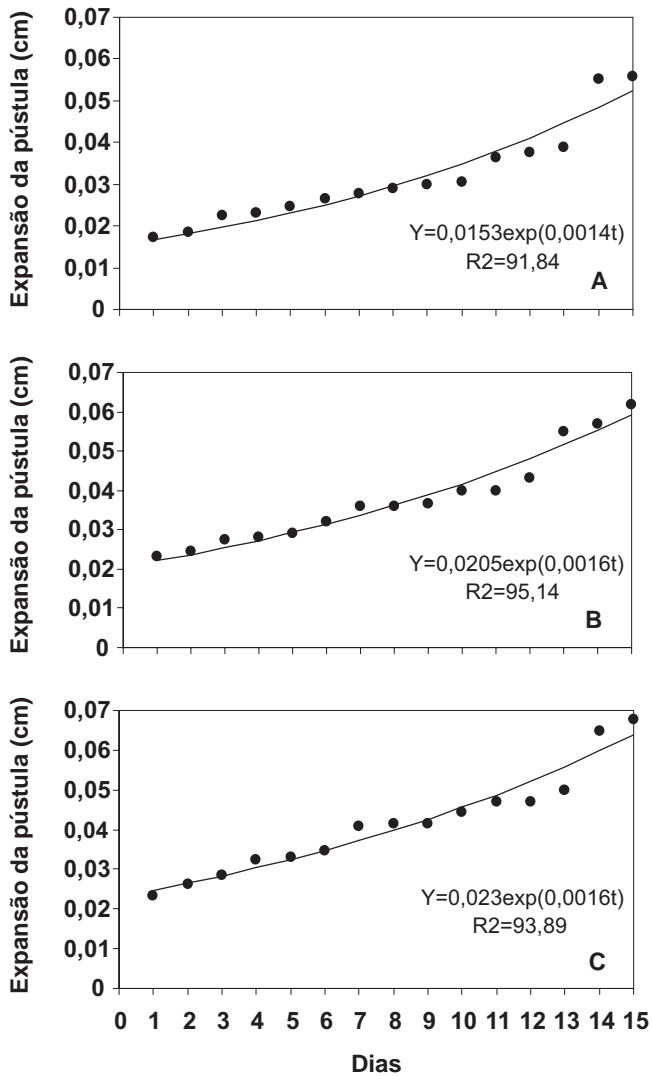


FIG. 1 - Curva de progresso da expansão da pústula (A, B e C) da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) nas cultivares Acaiá, Catuaí e Rubi, avaliadas durante 15 dias.

TEL foi pequena, de 0,0014, 0,0016 e 0,0016 cm²/dia, ou seja, 0,14, 0,16 e 0,16 mm²/dia, para as cultivares Acaiá, Catuaí e Rubi, ao longo de 15 dias, respectivamente. A maioria das taxas de expansão da lesão, ou mais especificamente da pústula, para fungos biotróficos, foi relatada com baixos valores, de 0,002 a 0,07, mm²/dia, para as ferrugens da folha do trigo (*Puccinia recondita* f.sp. *tritici* Johnson) (Lehman & Shaner, 1997), embora, para a ferrugem (*P. graminis* f.sp. *tritici* Erikss. & Henning) do colmo do trigo, uma exceção quando compara-se as demais, a TEL tenha sido de até 19 mm²/dia (Emge, 1975). Porém, quando se compara a fungos necrotróficos, geralmente a TEL é maior, a exemplo de 1,8 para podridão cinzenta (*Botrytis cinerea* Pers.) no caule do tomateiro (O'Neill *et al.*, 1997) ou de 3 a 45,2 mm²/dia para requeima (*P. infestans*) em batata (Suassuna *et al.*, 2004).

A pequena TEL para ferrugens deve-se ao fato de a lesão mensurada representar somente a área de reprodução do patógeno ou seus sinais, diferente do necrotrófico, quando a lesão geralmente representa a maioria da área de colonização e de reprodução. De acordo com o teste t, não houve diferença da TEL entre as três cultivares, provavelmente pelo fato de as três cultivares serem suscetíveis à ferrugem (Pereira *et al.*, 2002). O número médio de uredosporos produzidos foi de 918,6, 929,3 e 934,8/cm² de pústula, em uma única amostragem para as cultivares Acaiá, Catuaí e Rubi, respectivamente. Segundo McCain & Hennen (1984), uma lesão da ferrugem do cafeeiro pode produzir de 300 a 400.000 uredosporos ao longo de 3 a 5 meses. Também não houve diferença para a produção de uredosporos entre as cultivares, possivelmente devido à reação de cultivares.

As pústulas da ferrugem do cafeeiro expandiram nas três cultivares estudadas ao longo de 15 dias. Apresentaram similaridade quanto à expansão da pústula no tempo, na velocidade de crescimento e na produção de novos urediniósporos, que servirão de fonte de inoculo no próximo ciclo da doença. Estes resultados podem contribuir para melhor entendimento dos possíveis mecanismos que atuam no aumento da severidade da ferrugem do cafeeiro, sem que ocorram novas infecções.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERGER, R.D., BERGAMIN FILHO, A. & AMORIM, L. Lesion expansion as an epidemic component. *Phytopathology* 87:1005-1013. 1997.
- BERGER, R.D., HAU, B., WEBER, G.E., BACCHI, I.M.A., BERGAMIN FILHO, A. & AMORIM, L. A simulation model in describe epidemics of rust of *Phaseolus beans* 1. Development of the model and sensitivity analysis. *Phytopathology* 85:715-721. 1995.
- CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L.V. Introduction to plant disease epidemiology. New York NY. Wiley Interscience. 1990.
- EMGE, R.G., KINGSOLVER, C.H. & JOHNSON, D.R. Growth of the sporulating zone of *Puccinia striiformis* and relationship to strip rust epidemiology. *Phytopathology* 65:679-681. 1975.
- JOHNSON, R. & TAYLOR, A.J. Spore yield of pathogens in investigations of racespecificity of host resistance. *Annual Review of Phytopathology* 17:97-119. 1976.
- LAPWOOD, D.H. Potato haulm resistance to *Phytophthora infestans* II. Lesion production and sporulation. *Annals of Applied Biology* 49:316 - 330. 1961.
- LEHMAN, J.S. & SHANER, G. Selection of populations of *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* for shortened latent period on a partially resistant wheat cultivar. *Phytopathology* 87:170-176. 1997.
- LUI, L.H. & KUSHALAPPA, A.C. Models to predict potato tuber infection by *Pythium ultimum* from duration of wetness and temperature, and leak-lesion expansion from storage duration and temperature. *Postharvest Biology and Technology* 27:313-322. 2003.

- MAYTON, H., FORBES, G.A., MIZUBUTI, E. SG. & FRY, W.E. The roles of three fungicides in the epidemiology of potato late blight. *Plant Disease* 85:1006-1012. 2001.
- McCAIN, J.W. & HENNEN, J.F. Development of the uredinial thallus and sorus in the orange coffee rust fungus, *Hemileia vastatrix*. *Phytopathology* 74:714-21. 1984.
- METHA, Y.R. Produção de conídios, período de esporulação e extensão da lesão por *Helminthosporium sativum* nas folhas bandeira de trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 16:77-79. 1982.
- O'NEILL, T.M., SHTIENBERG, D. & ELAD, Y. Effect of some host and microclimate factors on infection of tomato stems by *Botrytis cinerea*. *Plant Disease* 81:36-40. 1997.
- PEREIRA, A.A., MOURA, W.M., ZAMBOLIM, L., SAKIYAMA, N.S. & CHAVES, G.M. Melhoramento genético do cafeeiro no estado de Minas Gerais-cultivares lançadas e em fase de obtenção. In: Zambolim, L. (Ed.) O estado da arte de tecnologias na produção de café. Viçosa MG. UFV. 2002. pp. 253-287.
- SUASSUNA, N.D., MAFFIA, L.A. & MIZUBUTI, E.S.G. Aggressiveness and host specificity of Brazilian isolates of *Phytophthora infestans*. *Plant Pathology* 53: 405-413. 2004.
- ZAMBOLIM, L. Efeito de baixas temperaturas e do binômio temperatura-umidade relativa sobre a viabilidade dos uredósporos de *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. e *Uromyces phaseoli typica* Arth. Dissertação de Mestrado. Viçosa MG. Universidade Federal de Viçosa. 1973.

Recebido 07 Abril 2006 - Aceito 16 Janeiro 2007 - FB 6045