

## DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UMA ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA AVALIAR A SEVERIDADE DA FERRUGEM (*Hemileia vastatrix*) DO CAFEIEIRO

CUNHA, R.L.<sup>1</sup>; POZZA, E.A.<sup>2</sup>; DIAS, W.P.<sup>3</sup> e BARRETTI, P.B.<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>EPAMIG/CTMS, Lavras-MG; <sup>2</sup>DFP/UFLA, Lavras-MG; <sup>3</sup>EMBRAPA, Londrina-PR; <sup>4</sup>Bolsista CNPq; <rlc@ufla.br>

**RESUMO:** As escalas diagramáticas são ferramentas para avaliar a severidade das doenças de plantas. Para a ferrugem do cafeeiro existe somente uma disponível. A fim de tentar suprir essa necessidade, foi elaborada uma escala diagramática de base logarítmica, com seis níveis de severidade. Na elaboração da escala foram coletadas 300 folhas com níveis variados de ferrugem, provenientes de lavouras da cultivar Catuaí, em Lavras-MG. As imagens dessas folhas foram capturadas com scanner, para medir a área foliar total e a área foliar lesionada. A proporção de doença foi obtida dividindo-se a somatória das áreas foliares com sintomas pela área total de cada folha. O limite máximo de severidade observado foi de 49% (uma única folha). A partir dos níveis de severidade estimados nessa amostra, foi proposta a seguinte escala diagramática: 0 (ausência da doença), 1 (< 3% de severidade), 2 (de 3 a 6% de severidade), 3 (de 6 a 12% de severidade), 4 (de 12 a 25% de severidade) e 5 (de 25 a 50% de severidade). Como diagrama, para cada valor da escala, foram selecionadas cinco fotos de folhas exibindo os respectivos níveis de severidade de ferrugem. Para validação da escala, 100 folhas com níveis de ferrugem previamente quantificados, escolhidas ao acaso, foram avaliadas visualmente por quatro pessoas (25 folhas/avaliador). A avaliação visual para os quatro avaliadores teve alta acurácia e precisão, em todos os níveis de severidade.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica*, ferrugem, severidade, patometria.

## DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A DIAGRAMMATIC SCALE TO EVALUATE COFFEE RUST (*Hemileia vastatrix*)

**ABSTRACT:** Diagrammatic scales are tools to evaluate plant disease severities. There is only one rust scale available. To try supply that need, a diagrammatic scale was elaborated, in logarithmic base with six severity levels. In the scale elaboration, three hundred leaves were collected with varied rust levels, from 'Catuaí', coffee plantations in Lavras, MG. Severity levels were proposed on diagrammatic scale: 0 (absence of the disease); 1 (< 3% severity levels); 2 (3 to 6% severity); 3 (6 to 12% severity); 4 (12 to

25% severity) and 5 (25 to 50% severity). A diagram for each scale value, five photos of leaves were selected exhibiting the respective rust severity level. To validate the scale, 100 leaves with rust levels previously quantified, in randomized withdrawal, were visually rated by 4 people (25 leaves per each). The evaluation had high accuracy and precision, in all the severity levels.

**Key words:** *Coffea arabica*, rust, severity, pathometry.

## INTRODUÇÃO

As escalas diagramáticas constituem a principal ferramenta para avaliar a severidade de muitas doenças (Bergamin Filho & Amorim, 1996). Esse tipo de escala é de ampla aplicabilidade, fácil manuseio e capaz de gerar dados adequados tanto à análise epidemiológica quanto à avaliação de danos e perdas (Amorim et al., 1993). Segundo Campbell & Madden (1990), a elaboração de escalas diagramáticas deve levar em consideração os seguintes pontos; i - o limite superior da escala deve corresponder à quantidade máxima de doença observada no campo. Esse limite pode ser representado por seu valor real, freqüentemente em torno de 50%, ou pelo seu valor relativo igual a 100%; ii - a determinação da quantidade real de doença no campo e sua representação na escala devem ter alta precisão; iii - as subdivisões da escala devem respeitar os limites da acuidade visual humana, definidos pela lei de estímulo-resposta de Weber Fechner (James, 1974); iv - a vista humana lê tecido doente para níveis de severidade abaixo de 50% e tecido sadio para níveis de severidade superiores a 50%. Respeitando esses critérios, escalas têm sido desenvolvidas para avaliar a severidade de doenças em seringueira (Chee, 1976), trigo (Horsfall & Barratt, 1945; Eyal et al., 1983), cana-de-açúcar (Amorim et al., 1987), feijão (James, 1971; Díaz et al., 2001), citros (Amorim et al., 1993) e inhame (Michereff *et al.*, 2000), dentre outras. Embora a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) seja a principal doença do cafeeiro no Brasil, não existe, ainda, no País uma escala diagramática suficientemente precisa e simples para avaliar a doença. A escala desenvolvida por Kushalappa (1978), possivelmente, por mostrar diagramas em preto e branco, pouco ilustrativos, tem sido pouco utilizada. Atualmente, com os grandes avanços que aconteceram na área da informática, o desenvolvimento de escalas com diagramas coloridos tornou-se possível. O presente trabalho teve como objetivo desenvolver uma escala diagramática para avaliar a severidade da ferrugem do cafeeiro.

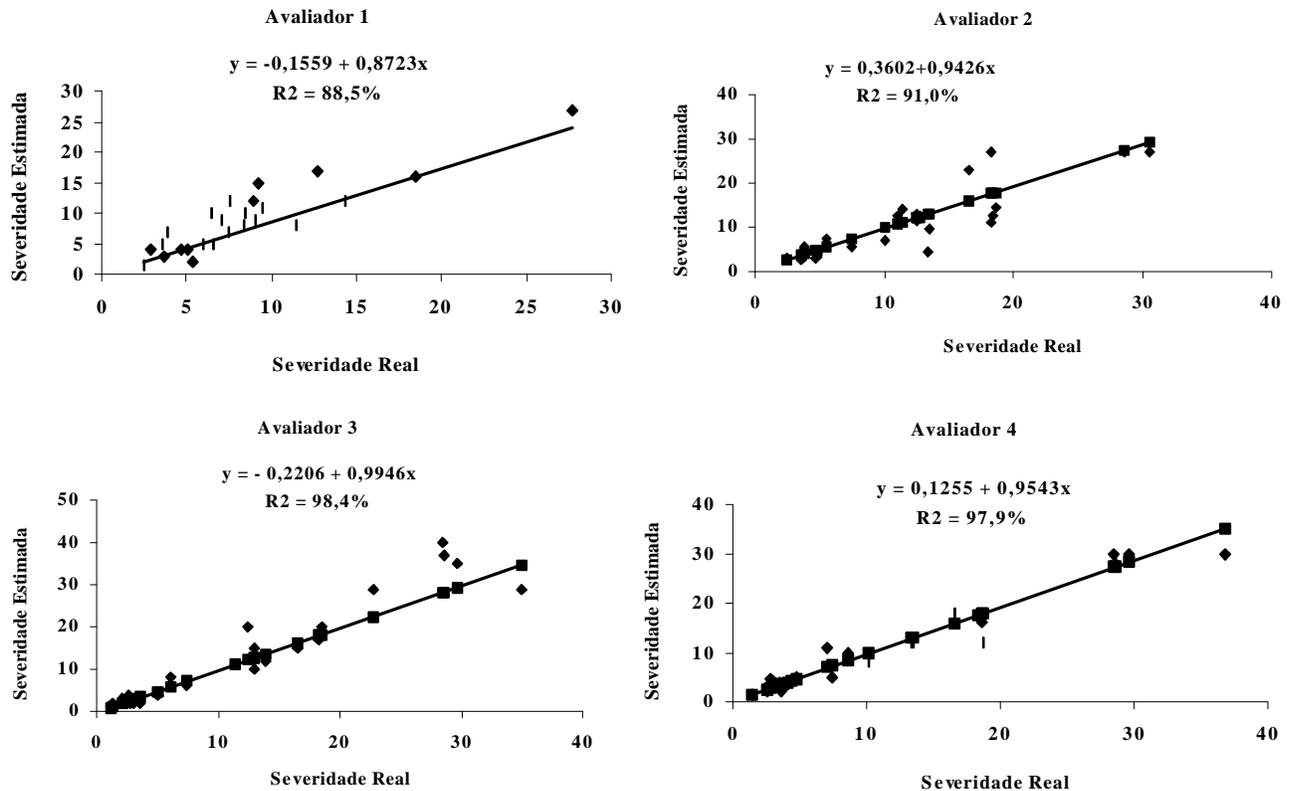
## MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração da escala, cerca de 300 folhas de cafeeiro apresentando níveis variados de ferrugem foram coletadas, ao acaso, em lavouras da cultivar Catuaí, no Campus da Universidade Federal de Lavras, em Lavras-MG. As imagens dessas folhas foram, imediatamente, capturadas com um scanner. Utilizou-se o programa Image Tool IT 200 (University of Texas Health Science Center at San Antonio, Texas, 1996) para medir a área foliar total e a área foliar lesionada. A proporção de doença foi obtida dividindo-se a somatória das áreas foliares com sintomas pela área total de cada folha. O limite máximo de severidade observado foi de 49% (uma única folha). Em razão de a doença provocar desfolha, folhas com níveis de severidade superiores a 50% não foram encontradas. Com base nas diferentes proporções de doença observadas, foi proposta a seguinte escala de notas: 0 (folha livre da doença), 1 (de 0 a 3% de severidade), 2 (de 3 a 6% de severidade), 3 (de 6 a 12% de severidade), 4 (de 12 a 25% de severidade), 5 (de 25 a 50% de severidade) e 6 (mais de 50% de severidade). Em cada intervalo, exceto o último, foram selecionadas cinco imagens de folhas, mostrando os respectivos níveis de severidade, para constituir a escala. Para avaliar a escala diagramática proposta, selecionaram-se 100 imagens de folhas com diferentes níveis de severidade, que foram avaliadas por quatro pessoas (25 folhas/avaliador). A precisão e a acurácia de cada avaliador foram determinadas por meio de regressão linear, com a severidade real, estimada no Image Tool como variável independente, e a severidade estimada como variável dependente. A precisão das estimativas, para cada avaliador, foi obtida pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e pela variância dos erros absolutos (diferença entre as severidades estimada e real). A acurácia foi verificada pela análise dos valores da interseção e da inclinação (Michereff et al., 2000). Todas as análises estatísticas foram efetuadas com o auxílio do programa STATISTICA for Windows 5.1 (StatSoft Inc., Tulsa – OK, USA, 1996).

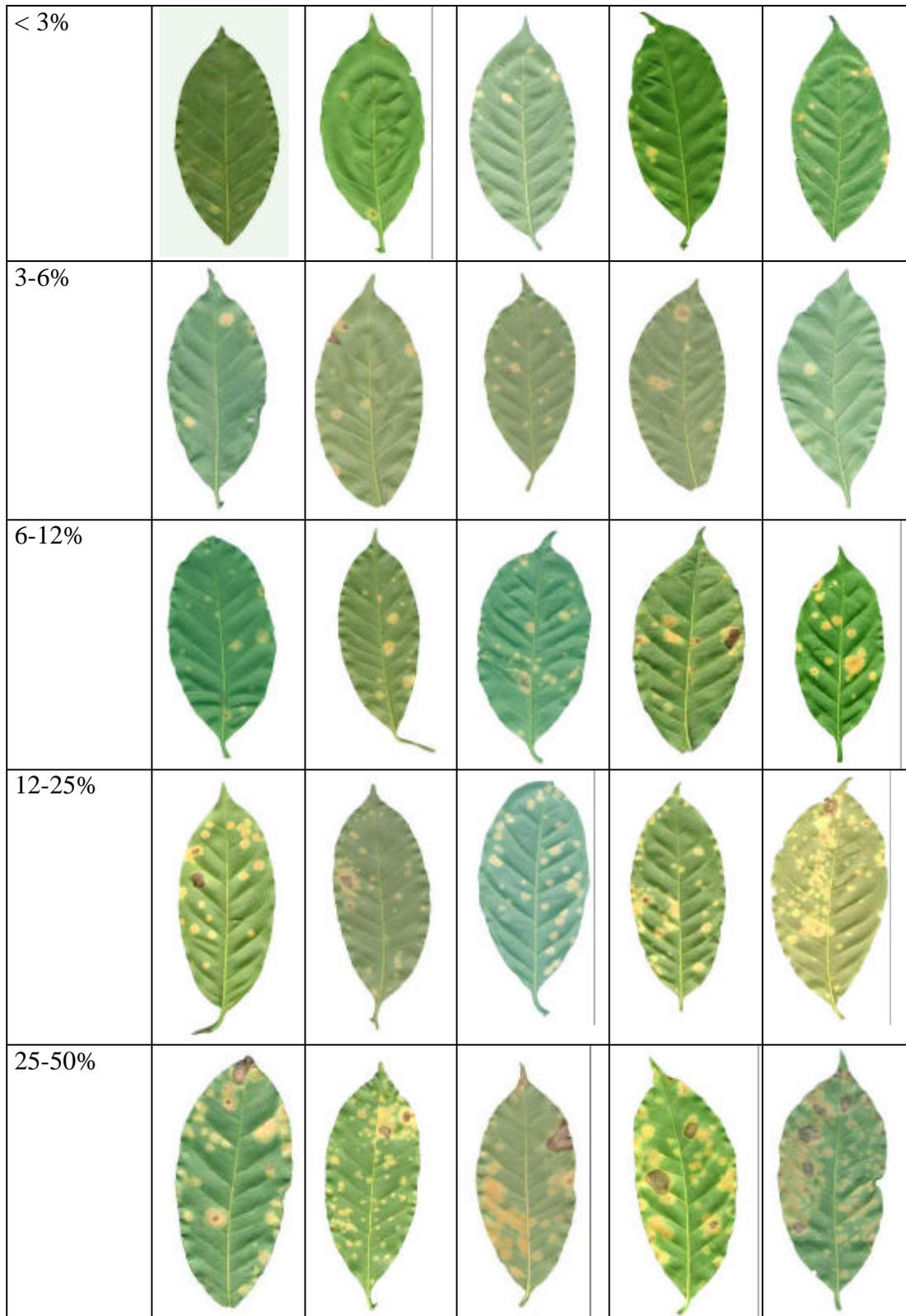
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os seis valores da escala diagramática, com os seus respectivos níveis de severidade, estão representados na Figura 1. De acordo com a validação da escala, os valores de severidade estimados, para os quatro avaliadores, com o auxílio da escala diagramática, ficaram próximos dos valores reais (Figura 2). Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) foram superiores a 88%, e os valores da interseção e da inclinação, próximos de zero e um, respectivamente, para os quatro avaliadores (Figura 2). Segundo Michereff et al. (2000), isso indica alta precisão e acurácia. Todos os avaliadores apresentaram desvios

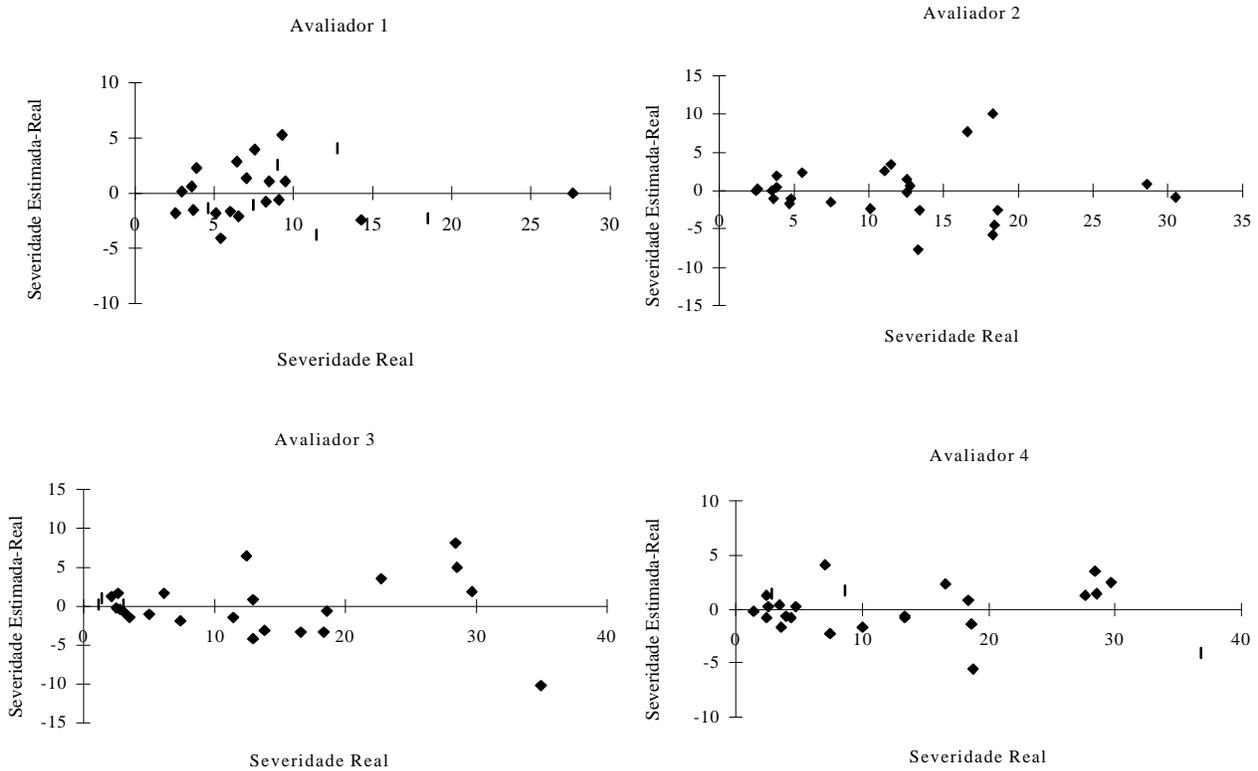
(erros absolutos) inferiores a 10% (Figura 3). Autores de programas de computadores para treinamentos de avaliadores de severidade de doenças, como DISTRAIN (Tomerlin & Howell, 1988) e DISPRO (Nutter, 1989), consideram excelente um avaliador cujos erros não ultrapassem 5% e bom aquele cujos erros sejam menores que 10%. No presente trabalho, os avaliadores 3 e 4 foram excelentes e os 1 e 2 comportaram-se como bons. Os avaliadores 1 e 2 apresentaram tendência de subestimar a severidade da ferrugem do cafeeiro, enquanto os 3 e 4 foram bastante precisos (Figura 3).



**Figura 1** - Severidade estimada (quadrado) com auxílio de escala diagramática, e linhas de regressão obtidas representam a severidade real.

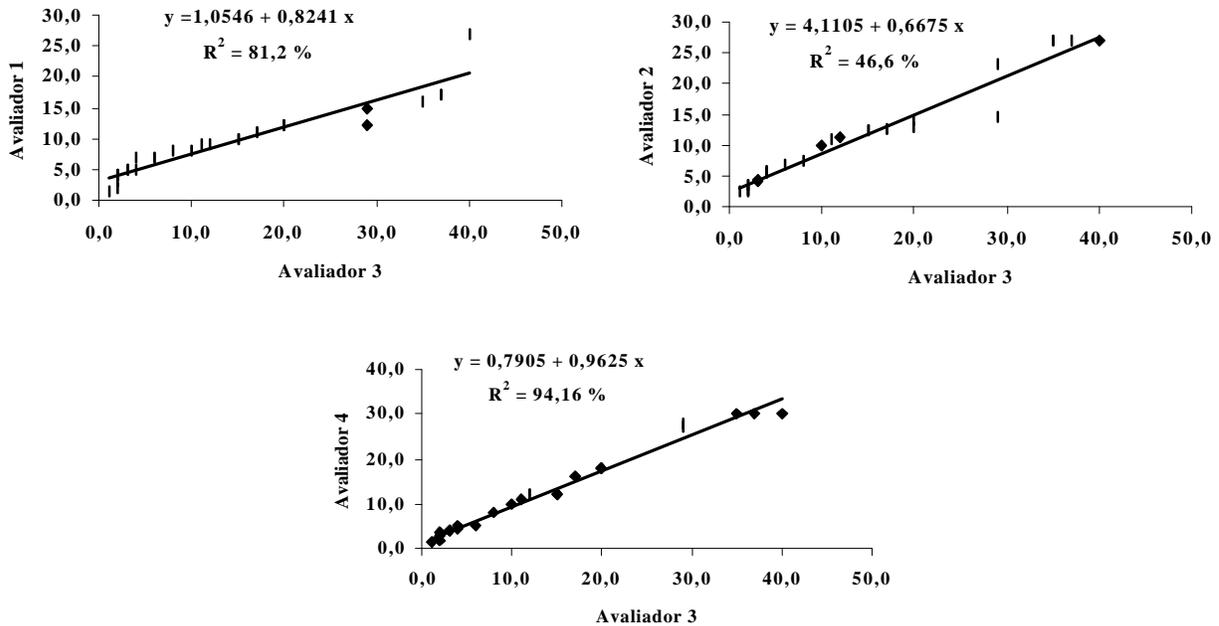


**Figura 2** - Escala diagramática para avaliação de severidade da ferrugem do cafeeiro.



**Figura 3** - Erros absolutos (severidade estimada – severidade real), para quatro avaliadores.

Ao utilizarem a mesma escala para avaliação, diferentes avaliadores devem estimar os mesmos valores de severidade (Nutter & Schultz, 1995). Na comparação do melhor avaliador, no caso o 3, com os demais, foram obtidos coeficientes de determinação de 81,18%, 46,57% e 94,16%, em relação aos avaliadores 1, 2 e 4, respectivamente (Figura 4). Desse modo, a severidade estimada pelo avaliador 3 explicou 81,18% da variação das avaliações do avaliador 1, 46,57% do 2 e 94,16% do 4. Provavelmente, as diferenças entre os avaliadores 3 e 2 se devem ao fato de o avaliador 2, em alguns casos, ter subestimado a doença. Os resultados obtidos pelos avaliadores 1 e 4 podem ser comparados entre si, demonstrando a reprodutibilidade das avaliações (Berger, 1980), o que garante o uso da escala diagramática desenvolvida. Como foram atendidos os requisitos desejáveis, a escala proposta mostra-se útil para a avaliação da severidade da ferrugem do cafeeiro, permitindo avaliações precisas e acuradas.



**Figura 4** - Comparação das estimativas de severidade do avaliador 3 com as estimativas dos demais avaliadores. Linhas cheias representam as estimativas do avaliador 3, e os quadrados, as estimativas dos demais avaliadores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; PALAZZO, D.A.; BASSANEZI, R.B.; GODOY, C.V. & TORRES, G.A.M. Clorose variegada dos citros: uma escala diagramática para avaliação da severidade da doença. **Fitopatol. Bras.**, 18: 174-180, 1993.
- AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; SANGUINO, A.; CARDOSO, C.O.N.; MORAES, V.A. & FERNANDES, C.R. Metodologia de avaliação da ferrugem da cana-de-açúcar (*Puccinia melanocephala*). **Boletim Técnico Copersucar**, 39: 13-16. 1987.
- BERGAMIN FILHO, A. & AMORIM, L. Doenças de plantas tropicais. In: Bergamin Filho, A. & Amorim, L. (Eds.). Piracicaba. ESALQ/USP. Editora Ceres, p. 289. 1996.
- BERGER, R.D. Measuring disease intensity. In: Teng, P.S. & Krupa, S.V. (Ed.) **Crop loss assessment**. St. Paul, University of Minnesota, p.28-31. 1980.
- CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York, John Wiley & Sons, p. 655. 1990.
- CHEE, K.H. Assessing susceptibility of *Hevea* clones to *Mycrocyclus ulei*. **Ann. App. Biol.**, 84:135-146. 1976.

- DÍAZ, C.G.; BASSANEZI, R.B. & BERGAMIN FILHO, A. Development and validation of a diagrammatic scale for *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* in *Phaseolus* bean. **Summa Phytopathologica**, 27: 35-39, 2001.
- EYAL, Z.; SHAREAN, A.L. & PRESCOTT, J.M. **Septoriosis de la gluma (*Leptosphaeria nodorum* - *Septoria nodorum*) y septoriosis de la hoja (*Mycosphaerella graminicola* - *Septoria tritici*); enfermedades del trigo, métodos y conceptos**. Santiago, CIMMYT, p. 76. 1983.
- HORSFALL, J.G. & BARRATT, R.W. An improved grading system for measuring plant disease. **Phytopathology**, 35:655. 1945.
- JAMES, W.C. Assessment of plant diseases and losses. **Ann. Rev. Phytopathol.**, 12:27-48, 1974.
- JAMES, W.C. **A manual of assessment keys of plant diseases**. Canada Department of Agriculture Publication (1458): 74. 1971.
- KUSHALAPPA, A.C. Uma escala para estimar a intensidade foliar de ferrugem do cafeeiro. **Fitopatol. Brasileira**, 3: 119, 1978. (Abs.).
- MICHEREFF, S.J.; MAFFIA, L.A. & NORONHA, M.A. Escala diagramática para avaliação da severidade da queima das folhas do inhame. **Fitopatol. Bras.**, 25: 612-619. 2000.
- NUTTER, F.W. Jr. Disease Pro: A computer program for evaluating and improving a person ability to assess disease proportion. **Phytopathology**, 79: 1135, 1989. (Abstract).
- NUTTER, F.W. Jr. & SCHULTZ, P.M. Improving the accuracy and precision of diseases assessment: selection of methods and use of computer-aided training programs. **Canadian J. Plant Pathol.**, 17: 174-181, 1995.
- TOMERLIN, J.R. & HOWELL, T.A. DISTRAIN: a computer program for training people to estimate disease severity on cereal leaves. **Plant Dis.**, 72:455-459. 1988.