

Escala diagramática e reação diferencial
de clones para Oídio do EucaliptoDiagramatic scale and differential reaction of
clones for powdery mildew in EucalyptusRodrigo Valeriano¹, Edson Ampélio Pozza², Leandro Alvarenga Santos³,
Eugênio Chaves³, Mauro Peraro Barbosa Junior⁴ e Maria Alves Ferreira²**Resumo**

Várias doenças podem causar danos em mudas de eucalipto e muitas espécies têm sido atacadas por *Oidium sp.*, em viveiros, casa-de-vegetação e no campo. Com o objetivo de avaliar a severidade de oídio em folhas de eucalipto, foi elaborada e validada uma escala diagramática com as seguintes notas e níveis de severidade: nota (1) - 0 % ; nota (2) - 0,1 a 1,5%; nota (3) - 1,6 a 3,0%; nota (4) - 3,1 a 6,0%; nota (5) - 6,1 a 12,0%; nota (6) - 12,1 a 25%; nota (7) - 25,1 a 50%. A escala foi utilizada para determinar a severidade do oídio em cinco clones de eucalipto e, por meio do uso desta, foi possível observar reação diferencial em mudas de clones. As menores incidência e severidade (retirar pois já foi citado) foram observadas no clone 1528, em casa de vegetação. O uso da escala melhorou a acurácia dos avaliadores e proporcionou boa repetibilidade e reprodutibilidade das avaliações da severidade da doença. **Palavras-chave:** Mudas; *Oidium eucalypti*; Doenças.

Abstract

Several diseases can cause damage to seedlings of eucalyptus and many species have been attacked by *Oidium sp.*, in nurseries, greenhouse and field. In order to assess the severity of powdery mildew on leaves of eucalyptus, a diagrammatic scale was developed and validated with the following grades and severity levels: note (1) - 0 % ; grade (2) - 0,1 to 1,5% ; grade (3) - 1,6 to 3,0% ; grade (4) - 3,1 to 6,0% ; grade (5) - 6,1 to 12,0% ; grade (6) - 12,1 to 25% ; grade (7) - 25,1 to 50%. The use of the scale improved the accuracy of the evaluators and provided high repeatability and reproducibility of the assessments of the severity of this disease. The scale was used to determine the severity of powdery mildew in seedlings of five clones of eucalyptus. With this scale it was possible to describe the differences among clones to powdery mildew. Clone 1528 had the lowest incidence and severity of powdery mildew in the greenhouse. **Keywords:** *Oidium eucalypti*; Powdery mildew; Nursery diseases.

INTRODUÇÃO

O Brasil tem, aproximadamente, 523,7 milhões de hectares de florestas, das quais 6,5 milhões são cultivadas. A eucaliptocultura é responsável por cerca de 4,7 milhões, correspondendo à principal atividade do setor florestal. Em 2010, estima-se que tenham sido consumidos 162,58 milhões m³ de toras oriundas de reflorestamentos, dos quais 68,4% foram de eucalipto (ABRAF, 2012). Porém, vários fatores podem reduzir essa produção e afetar o setor. Entre esses, encontram-se as doenças, de ocorrência

em viveiro, minijardins clonais e no campo. Nos primeiros, uma doença limitante à cultura é o oídio, cujo agente etiológico, no Brasil, é o fungo *Oidium eucalypti* Rostr, fase perfeita *Sphaerothecha pannosa* Wallr. de Bary (SILVA et al., 2001). Este patógeno ocorre na superfície foliar e em brotos jovens, onde observa-se os sinais do patógeno, massa pulverulenta de coloração acinzentada, capaz de causar encarquilhamento foliar e superbrotamento das plantas (FERREIRA, 1997). O superbrotamento afeta a qualidade das mudas, devido à perda da dominância apical e pode acarretar a morte de até 50 %

¹Mestrando em Fitopatologia. Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos Químicos na DOW AGROSCIENCES. E-mail: valeriano.agro@yahoo.com.br.

²Professor Doutor do Departamento de fitopatologia. Universidade Federal de Lavras. Campus UFLA - 37200-000 - Lavras, MG. E-mail: edsonpozza@gmail.com; mariaferreira@dfp.ufla.br.

³Doutorando em Fitopatologia. Universidade Federal de Lavras. Campus UFLA - 37200-000 - Lavras, MG. E-mail: leandro.alvarenga.s@hotmail.com; eugenio_chaves@yahoo.com.br

⁴Mestrando em Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras. Campus UFLA - 37200-000 - Lavras, MG. E-mail: mjrperaro@gmail.com

das mudas no viveiro (MUCCI et al., 1980). Em mini jardins clonais pode causar perda da qualidade da matriz, redução no número de estacas produzidas e no pegamento destas na casa de vegetação (KRUGNER; AUER, 2005).

Apesar da importância da doença, embora na literatura sejam encontrados trabalhos com o controle químico, não existem fungicidas registrados para o seu controle. (BIZI et al., 2008; BLUM et al., 2002). Assim os viveiristas têm buscado, no melhoramento genético, híbridos de eucalipto resistentes, como a principal alternativa para seu controle efetivo. Além disso, não existem meios para estimar a severidade do oídio, em viveiros e jardins clonais de eucalipto. Isso, o que dificulta aos produtores, quantifiquem os danos causados por esse patógeno, bem como aos melhoristas selecionarem clones resistentes. Com essa finalidade, um meio prático e rápido é a utilização de escalas diagramáticas para estimar a intensidade da doença (CAMPBELL; MADDEN, 1990). Estas permitem reduzir o erro na estimativa visual da severidade de doenças (AMORIM et al., 1995) além de auxiliarem na padronização do método, de modo a tornar a avaliação mais precisa e acurada, por meio da comparação da amostra com a representação no diagrama (CAMPBELL; MADDEN, 1990). Embora existam escalas descritivas e com diagramas para avaliar o oídio do eucalipto, essas não foram validadas para testar sua precisão, acurácia e repetibilidade. Para o oídio do eucalipto Schultz et al. (2012), utilizaram escala descritiva modificada de Bizi et al. (2008) a qual se baseia em estimativas qualitativas visuais da severidade de Oídio em eucalipto, considerando as notas 0 (sem sintoma), 1 (leve), 2 (média), 3 (alta) e 4 (muita alta) para avaliar a eficiência de pulverizações de silicatos de potássio com intervalos de 14 dias em plantas de eucalipto. Já Borges et al. (2011), em trabalho no qual foi estudado o efeito de sacarina sódica para o controle de *O. eucalypti*, empregaram, escala diagramática com gravuras em preto e branco confeccionada manualmente para avaliar a severidade do oídio e quantificar a doença.

Posteriormente, usaram os valores obtidos para calcular a área abaixo da curva de progresso da doença, porém também não avaliaram essa escala. Em eucalipto, outros autores construíram e avaliaram escalas para outras doenças (ANDRADE et al., 2005; PASSADOR, et al., 2013).

A ausência de uma escala diagramática validada para quantificar a severidade de oídio em

eucalipto tem levado muitos pesquisadores a adaptar escalas de outras culturas para quantificar essa doença, e também a confeccionar escalas manualmente, baseadas em estimativas visuais de cada pesquisador, podendo gerar dificuldades de interpretação, de padronização, bem como erros na quantificação da doença.

Sendo assim, considerando a inexistência de métodos padronizados e avaliados para quantificar o oídio em eucalipto, objetivou-se com este trabalho, desenvolver e validar escala diagramática quantitativa para estimar a severidade do oídio em folhas de eucalipto e determinar, se com o emprego desta, é possível detectar diferenças quanto a resistência em mudas de clones de eucalipto.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimento 1 - ESCALA DIAGRAMÁTICA

Para elaborar a escala diagramática, foram coletadas 100 folhas aleatoriamente, de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill (*ex Maiden*), cultivadas em casas de vegetação da Universidade Federal de Lavras, com alta incidência do patógeno, apresentando diferentes níveis de severidade. Confirmado o agente etiológico *Oidium eucalypti*, com base na sintomatologia e nos caracteres morfológicos do fungo, as folhas coletadas foram digitalizadas em scanner de mesa com resolução de 300 dpi. Posteriormente, com auxílio do programa QUANT®. (VALE et al., 2003) determinou-se a área foliar total e lesionada. A escala diagramática foi confeccionada de acordo com a forma, distribuição e frequência das lesões utilizando-se a lei de Weber-Fechner (HORSFALL; COWLING, 1978; CAMPBELL; MADDEN, 1990; SANTOS et al., 2011).

Para validação da escala, foram projetadas imagens por meio do programa Power Point 2010® (MS Office 2010), contendo 20 folhas de eucalipto com diferentes níveis de severidade de *O. eucalypti*. A apresentação foi submetida a 10 avaliadores inexperientes, para obtenção das estimativas das severidades (SANTOS et al., 2011; CUSTÓDIO et al., 2011; SUSSEL; POZZA; CASTRO, 2009). Para avaliar a repetibilidade das estimativas foram realizadas três avaliações com intervalos de sete dias, sendo a primeira sem e as demais com o uso da escala de acordo com Santos et al. (2011).

A partir dos dados de cada avaliador, determinaram-se a acurácia e a precisão, entre a severidade real estimada no programa QUANT® (variável independente) e a severidade estima-

da visualmente (variável dependente) por meio de regressão linear simples, com o programa de análise estatística SAS®. A acurácia foi estimada com os parâmetros “a” e “b” da equação de regressão, comparando-os, respectivamente, aos valores 0 e 1, no teste “t” (p<0,05), sem e com o uso da escala. A precisão foi estimada pelo coeficiente de determinação (R²) da regressão linear e pela variância dos erros absolutos os quais foram determinados pela diferença entre o valor real determinado pelo programa QUANT® e estimado por meio do uso da escala. A repetibilidade das estimativas por um mesmo avaliador foi determinada por meio do coeficiente de determinação (R²) da regressão linear entre a terceira e a segunda avaliações, de acordo com Nutter Junior e Schultz (1995) e Madden et al. (2007).

Experimento 2 - Avaliação da resistência de clones de eucalipto a oídio

Mudas de híbridos de eucalipto com quinze folhas, em média e 25 cm de comprimento, foram adquiridas de viveiros localizados nos municípios de Campo Belo e Lavras, MG, (Tabela 1). A inoculação foi realizada de forma natural mantendo-se as mudas sadias em casa de vegetação próximas a outras infectadas, por um período de vinte dias. As caixas com as mudas foram mudadas de lugar a cada dois dias, para diminuir o efeito do ambiente, de acordo com metodologia proposta por Bizi et al. (2008).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (híbridos de eucalipto) e quatro repetições, sendo a área útil de cada tratamento constituída por 10 mudas. Após o aparecimento dos primeiros sintomas, iniciaram-se as avaliações de incidência, considerando-se o número de folhas com sintomas de oídio em relação ao total e da severidade e porcentagem da área foliar lesionada, quando se atribuíram notas de acordo com a escala proposta no experimento 1. As avaliações

foram realizadas em intervalo de sete dias, num total de cinco avaliações.

Também foi calculada a Área Abaixo da Curva de Progresso de Doença (AACPD), incidência (AACPI) e severidade (AACPS), segundo Shaner e Finney (1977).

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(Y_i + Y_{i+1})}{2} * (T_{i+1} - T_i)$$

em que:

aacpd = área abaixo da curva de progresso da doença;

Y_i = proporção da doença na i-ésima observação;

T_i = tempo, em dias, na i-ésima observação;

n = número total de observações.

O experimento foi repetido duas vezes no tempo, para confirmar os resultados.

Os dados foram previamente submetidos à análise de homogeneidade e variância de erros. Diante da constatação da homogeneidade dos dados de incidência, severidade, sua respectiva área abaixo da curva de progresso (AACPD) e do número total de folhas foram submetidos à análise de variância. Foi realizada análise conjunta no tempo, dos dois experimentos, para verificar se houve diferença entre eles. As variáveis significativas na primeira análise foram submetidas ao teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância no programa SISVAR® (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Escala Diagramática

A escala diagramática para avaliar a severidade do Oídio em eucalipto foi elaborada em sete notas, delimitadas pelas seguintes classes de porcentagens de severidade (área foliar lesionada/área foliar total x 100):

Tabela 1. Clones de eucalipto selecionados para avaliação da tolerância e/ ou resistência ao oídio em eucalipto. Lavras, MG, 2012.

Table 1. Selected eucalyptus clones selected for tolerance evaluation and / or resistance to powdery mildew in eucalyptus. SE Brazil 2012.

| *Clone | Espécie | Origem geográfica | Procedência |
|--------|------------------------------|-------------------|---------------------------------------|
| 049 | <i>Eucalyptus urograndis</i> | Campo Belo MG | Viveiro no Município de Campo Belo MG |
| I 224 | <i>Eucalyptus urograndis</i> | Lavras MG | Universidade Federal de Lavras MG |
| GG100 | <i>Eucalyptus urograndis</i> | Campo Belo MG | Viveiro no Município de Campo Belo MG |
| I 144 | <i>Eucalyptus urograndis</i> | Campo Belo MG | Viveiro no Município de Campo Belo MG |
| 1528 | <i>Eucalyptus urograndis</i> | Lavras MG | Universidade Federal de Lavras MG |

*Clones obtidos do cruzamento de eucalipto da espécie *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis*

(1) - 0 %, (2) 0,1 a 1,5%, (3) - 1,6 a 3,0%, (4) - 3,1 a 6,0%, (5) - 6,1 a 12,0%, (6) - 12,1 a 25% e (7) - 25,1 a 50% de severidade (área foliar lesionada/área foliar total x 100), sendo próximo de 50% a máxima severidade do oídio do eucalipto observada em folhas coletadas no viveiro. As folhas dentro da escala apresentam valores reais medidos nesse programa (Figura 1). Embora, na análise visual, aparentemente ocorria 100% da área foliar coberta por sinais do patógeno, o programa detectou áreas foliares, ainda, sem estruturas do fungo. Este fato pode provocar erros de avaliação no campo

sem o auxílio de escalas elaboradas para tal fim, principalmente tratando-se de fungos biotróficos como oídios e ferrugens.

Dessa forma, a escala construída apresenta imagens e valores de severidade reais dos sinais de *Oidium eucalypti* em folhas de eucalipto, proporcionando aos pesquisadores realizar trabalhos futuros com a obtenção de informações mais precisas e mais próximas do real (CAMPBELL; MADDEN, 1990). As demais escalas encontradas na literatura para este patossistema são escalas descritivas. (SCHULTZ et al., 2012) ou ilustrativas, com gravuras ou desenhos em

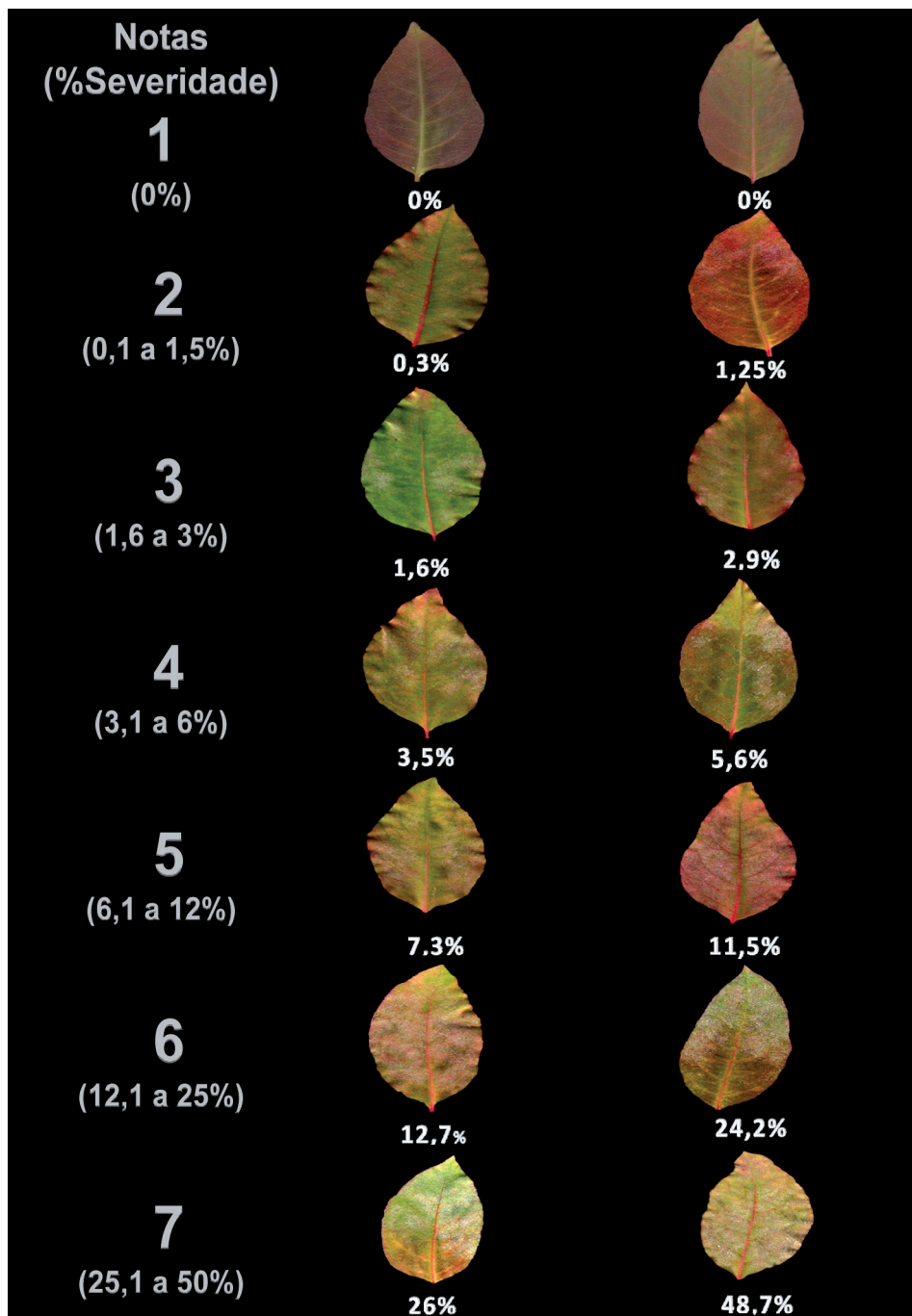


Figura 1. Escala Diagramática para avaliar a severidade do Oídio em eucalipto. Fonte: UFLA, (2013).
Figure 1. Diagrammatic scale to assess the severity of eucalyptus mildew. Source: UFLA (2013).

tons de preto e branco (BORGES et al., 2011). Tipos de escalas conhecidas por apresentarem baixa acurácia e precisão e que não foram validadas cientificamente.

Validação da escala diagramática para determinar a severidade de oídio em eucalipto

Com relação a acurácia, de acordo com os parâmetros "a" e "b", na avaliação realizada sem o auxílio da escala, 100% dos avaliadores diferenciaram-se de zero ($P < 0,05$) para os valores do intercepto "a", e apresentaram forte tendência de superestimativa da severidade de oídio em folhas de eucalipto. Estes resultados assemelham-se ao trabalho de Custódio et al. (2011), no qual os autores observaram que 100% dos avaliadores, sem uso da escala, superestimaram a cercosporiose em folhas de cafeeiro. Na segunda e terceira avaliações, já com o uso da escala, 40% dos valores do intercepto "a" foram significativamente iguais a zero ($P < 0,05$) demonstrando aumento na acurácia da escala. Com relação ao coeficiente angular da reta "b", 80% dos avaliadores apresentaram valores significativamente diferentes de 1, quando não se utilizou a escala. Com o uso da escala na segunda e na terceira avaliações, os avaliadores apresentaram 100% dos coeficientes angulares significativamente iguais a 1 ($P < 0,05$), reiterando que o uso da escala diagramática melhorou a acurácia da

avaliação visual e o ajuste entre os valores reais e os estimados com o emprego da escala (Tabela 2). Andrade et al. (2005), Santos et al. (2011) e Passador et al. (2013) também obtiveram redução dos erros e valores próximos aos reais quando utilizaram escalas diagramáticas para avaliar doenças.

Andrade et al. (2005), avaliaram escala diagramática para mensurar a severidade da mancha foliar de *Quambalaria eucalyptii* e obtiveram aumento dos valores de acurácia para mais de 70% dos avaliadores. Santos et al. (2011), também observaram que 80% dos avaliadores, durante a estimativa da severidade de oídio em folhas de mamoeiro, apresentaram valores do coeficiente angular da reta "b", sem o uso da escala, significativamente diferente de 1, melhorando, posteriormente, com o uso da escala.

Para outra doença do eucalipto, a mancha de micosferela, tanto em folhas jovens quanto adultas, a adoção da escala proporcionou boa melhoria significativa na acurácia dos avaliadores (PASSADOR et al., 2013). Sendo assim, o uso da escala diagramática proposta melhorou a acurácia dos avaliadores.

Na avaliação da análise de precisão da escala, os valores de R^2 relativos as estimativas visuais da severidade da doença sem a utilização da escala diagramática, variaram entre 0,39 a 0,81, com amplitude de 0,42 e média de 0,63. Na segunda e terceira avaliações, com o uso

Tabela 2. Coeficiente de regressão e parâmetros a (intercepto) e b (coeficiente angular) do modelo linear de regressão ajustado entre a severidade real e a estimada sem o uso de escala e na primeira e na segunda avaliação com o uso de escala diagramática.

Table 2. Regression coefficient parameters a (intercept) and b (slope) of the linear regression model adjusted between the actual and the estimated severity without the use of scale and the first and second evaluation using diagrammatic scale.

| Validação de escala diagramática para determinar a severidade de oídio em folhas de eucalipto | | | | | | | | | |
|---|------------|-------|----------------|--------------|------|----------------|--------------|------|----------------|
| Avaliador | Sem escala | | | Com escala | | | | | |
| | | | | 1ª avaliação | | | 2ª avaliação | | |
| | a | b | R ² | a | b | R ² | a | b | R ² |
| 1 | 31,57* | 1,35* | 0,64 | 4,63* | 0,85 | 0,76 | 2,58* | 0,90 | 0,81 |
| 2 | 25,55* | 1,94* | 0,59 | 0,21 | 1,06 | 0,89 | 0,19 | 0,71 | 0,83 |
| 3 | 22,65* | 1,99* | 0,64 | 0,02 | 1,05 | 0,91 | 0,27 | 0,94 | 0,93 |
| 4 | 10,99* | 1,17 | 0,77 | 1,71* | 0,83 | 0,93 | 0,86* | 0,75 | 0,93 |
| 5 | 35,07* | 1,42* | 0,39 | 1,14* | 0,88 | 0,92 | 1,18* | 0,66 | 0,83 |
| 6 | 31,12* | 1,60* | 0,54 | -0,22 | 1,02 | 0,96 | 0,18 | 1,04 | 0,93 |
| 7 | 6,44* | 1,41* | 0,75 | 2,18* | 1,00 | 0,90 | 2,78* | 0,96 | 0,76 |
| 8 | 15,78* | 1,80* | 0,68 | 0,25 | 1,05 | 0,84 | 0,15 | 1,04 | 0,81 |
| 9 | 5,24* | 1,11 | 0,81 | 2,81* | 0,91 | 0,74 | 1,49* | 0,93 | 0,87 |
| 10 | 36,30* | 1,45* | 0,45 | 3,56* | 0,89 | 0,70 | 4,18* | 0,74 | 0,62 |
| Média | | | 0,63 | | | 0,86 | | | 0,83 |

* valores estatisticamente diferentes de 0 para o intercepto da regressão linear (a) e diferentes de 1 para coeficiente angular (b) indicam que a hipótese de nulidade ($a=0$ ou $b=1$) foi rejeitada pelo teste t ($P=0,05$).

da escala, a variação foi de 0,7 a 0,96, com amplitude de 0,26 e média de 0,86 e de 0,62 a 0,93, com amplitude de 0,31 e média de 0,83, respectivamente (Tabela 2). Houve aumento dos valores do coeficiente de regressão com o emprego da escala, reduzindo sua amplitude, demonstrando assim, aumento na precisão com o uso da escala. Estes resultados assemelham-se aos constatados na validação de escalas diagramáticas para outros patossistemas, nos quais as mesmas aumentaram a precisão e a acurácia das estimativas (MICHEREFF et al., 2006; CUSTÓDIO et al., 2011).

No trabalho realizado por Custódio et al. (2011), os avaliadores também melhoraram a precisão das estimativas com a utilização da escala para quantificar a severidade de cercosporiose em folhas de café, com coeficientes de determinação (R^2) sem o uso da escala variando de 0,60 a 0,89 com média de 0,79. Já com o uso da escala as variações foram entre 0,76 a 0,95, para a primeira avaliação, e entre 0,72 e 0,95 para a segunda avaliação, com médias de 0,87 e 0,85, respectivamente, revelando um incremento de aproximadamente 10%, aumentando, assim, a precisão da escala.

Em Andrade et al. (2005), os valores do coeficiente de determinação (R^2) sem o uso da escala diagramática para a avaliação da mancha foliar de eucalipto causada por *Quambalaria eucalypti* variaram de 0,67 a 0,88 com média de 0,79 entre os avaliadores inexperientes e de 0,7 a 1,02 com média de 0,85 entre os experientes. Já com o uso da escala as variações foram de 0,75 a 1,10 com média de 0,94 entre os inexperientes, e 0,7 a 0,95, com média de 0,86, para os experientes, ou seja, o uso da escala proporcionou um incremento de 15% principalmente entre os avaliadores inexperientes. Com relação aos erros absolutos, com auxílio da escala diagramática, também houve redução dos mesmos, quando comparados aos valores obtidos sem a utilização da escala, sendo a maioria dos erros absolutos de cada avaliador inferior a 10% (Figura 3).

Com a utilização da escala diagramática proposta, os erros absolutos não apresentaram padrão tendencioso para a superestimação ou a subestimação da severidade. Resultados semelhantes foram obtidos nos trabalhos de Passador

et al. (2013), Santos et al. (2011), Custódio et al. (2011) e Andrade et al. (2005), ao trabalharem com micoserela em folhas de eucalipto, oídio em folhas de mamoeiro, cercosporiose em folhas de café e de mancha foliar em eucalipto causada por *Quambalaria eucalypti*, respectivamente. Esses autores também observaram que a utilização da escala diagramática proporcionou uma redução significativa nos padrões tendenciosos de acordo com os erros absolutos, seja para super ou subestimação da severidade.

Para um avaliador ser considerado excelente, o erro de suas estimativas deve estar dentro de um intervalo de $\pm 5\%$ do valor real e bom quando não ultrapassar a $\pm 10\%$ (NUTTER JÚNIOR; SCHULTZ, 1995). Segundo esses critérios, os erros absolutos obtidos na validação foram aceitáveis, (AMORIM et al., 1995), porém, podem ser minimizados com o treinamento dos avaliadores (NUTTER JÚNIOR; SCHULTZ, 1995).

Em geral os avaliadores apresentaram boa repetibilidade nas avaliações uma vez que, na análise de regressão linear entre os dados da segunda avaliação com o uso da escala diagramática em relação à primeira avaliação sem o uso desta, foram observados valores de R^2 entre 0,62 e 0,96 com média de 0,86 (Tabela 2). Estes valores foram considerados muito bons e aceitáveis para a repetibilidade dos avaliadores. Santos et al. (2011) também observaram boa repetibilidade na avaliação da escala para quantificar a severidade de oídio em folhas de mamoeiro, com valores de R^2 de 0,66 e 1,00 com média de 0,83 entre duas avaliações consecutivas.

O uso da escala diagramática para avaliar a severidade de oídio em eucalipto proporcionou melhor precisão e acurácia para os avaliadores e também garantiu boa repetibilidade das avaliações, uma vez que os avaliadores não tinham conhecimento desta doença e não receberam treinamento prévio para as avaliações. Uma vez não existindo até o presente momento uma escala diagramática válida para determinação da severidade de oídio em folhas de eucalipto, a padronização da avaliação desta doença é desejável e necessária, pois a uniformização da metodologia de avaliação permitirá comparar resultados obtidos em experimentos em diferentes locais, variedades, métodos de controle, entre outros.

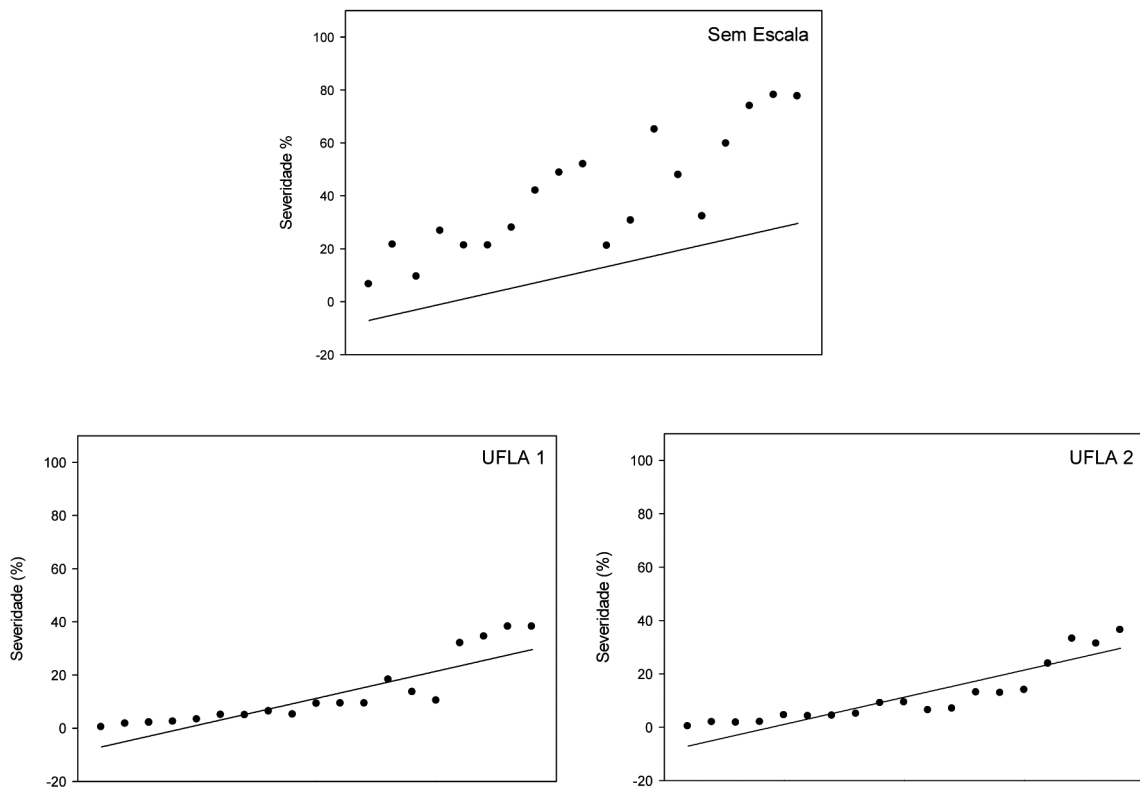


Figura 2. Análise de acurácia dos dados coletados sem o uso da escala e com o uso da escala na primeira avaliação, UFLA1 e na segunda avaliação, UFLA2. *** - $p < 0.001$.

Figure 2. Accuracy of the data analysis collected without the use of the scale and the use of the scale in the first assessment , UFLA1 and second evaluation , UFLA2 . *** - $P < 0.001$.

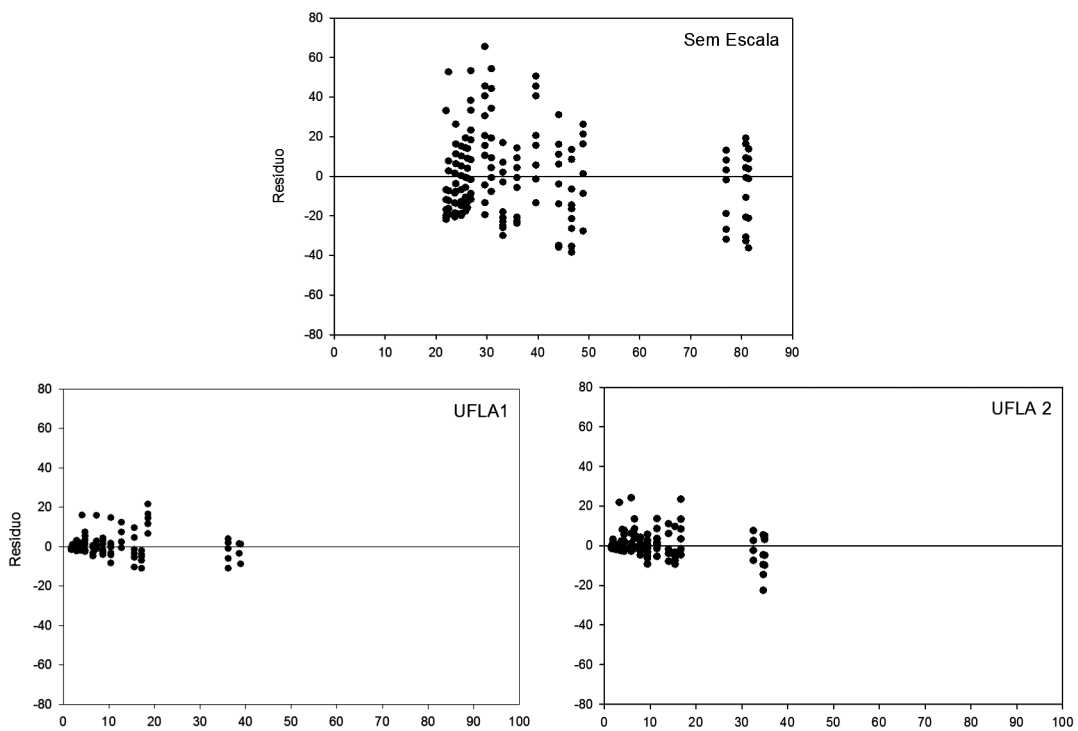


Figura 3. Gráficos de resíduo sem utilização da escala e com a utilização da escala, na primeira avaliação, UFLA1 e na segunda avaliação, UFLA 2.

Figure 3. Waste graphics without using the scale and the use of the scale, the first evaluation, UFLA1 and second evaluation , UFLA 2.

Avaliação da resistência de clones de eucalipto a oídio por meio do uso de escala diagramática

Como não houve diferença na análise conjunta no tempo, os dados a seguir referem-se à média dos dois experimentos. Houve diferença significativa entre os clones a partir da primeira avaliação da incidência, na qual o clone 049 apresentou maior incidência da doença, diferenciando-se estatisticamente dos demais (Tabela 3). Durante a segunda, a terceira, a quarta e a quinta avaliações, os clones 049 e I144 diferenciaram-se estatisticamente dos demais, apresentando as maiores incidências, na última avaliação igualando-se ao I 224. O clone 1528 apresentou a menor média de incidência de oídio na quarta e na quinta avaliações, seguido do GG 100, diferenciando-se estatisticamente dos demais (Tabela 3).

Em relação ao número de folhas, o clone com maior emissão durante o experimento foi o I 224, seguido do GG 100 e do I 144, diferenciando estatisticamente dos demais (Tabela 4). O clone 1528 emitiu poucas folhas durante o experimento. Esse comportamento pode ter contribuído para a baixa incidência da doença, pois a ausência de folhas jovens ou pelo fato de ainda estarem em formação às barreiras de resistência pré-formadas, como a camada de cera ou parede celular, podem desfavorecer a

infecção do patógeno (POZZA; POZZA, 2012). Sendo assim as folhas do clone 1528 podem estar com maior rustificação e conseqüentemente com essas barreiras já formadas. Porém, mais estudos devem ser realizados para comprovar essas hipóteses e também em outros ambientes na produção de mudas, como o minijardim clonal, onde a extração constante de estacas pode mudar o comportamento dos clones.

O comportamento diferencial de clones em relação a doenças também foi encontrado por Mafia et al. (2012). Esses autores observaram em diferentes clones de eucalipto, nos intervalos de 7, 14 e 21 dias, diferentes níveis de incidência da ferrugem, quando estes foram inoculados com o patógeno *Puccinia psidii*. Já os clones mais resistentes apresentaram o mesmo comportamento durante os intervalos das avaliações. Essa variabilidade demonstra que o método do uso de material resistente a doenças pode ser um importante fator para o manejo de doenças na cultura do eucalipto.

Para a AACPD, houve diferença significativa entre os materiais. O clone 1528 ainda apresentou a menor AACPDI (Tabela 5), seguido do GG100 e do I224. Nesse caso a maior rustificação das folhas (POZZA; POZZA, 2012) do 1528, com menor número de lançamentos foliares e a diluição da doença (CAMPBELL; MADDEN, 1990) e devido ao maior número de folhas emi-

Tabela 3. Incidência de oídio em folhas de diferentes clones de eucalipto. Lavras-MG, 2012.

Table 3. Powdery mildew incidence in leaves of different eucalyptus clones. Lavras -MG 2012.

| Clone | 7 DAA* | 14 DAA | 21 DAA | 28 DAA | 35 DAA |
|-------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| I224 | 27,83a(1) | 17,59 a | 28,37 a | 36,70 b | 50,19 c |
| 049 | 49,39 b | 36,17 b | 42,02 b | 49,66 c | 54,73 c |
| GG100 | 34,09 a | 19,48 a | 23,56 a | 23,89 a | 44,40 b |
| 1528 | 25,01 a | 15,99 a | 21,78 a | 22,91 a | 33,75 a |
| I144 | 27,78 a | 27,95 b | 35,39 b | 46,46 c | 60,70 c |
| CV% | 27,30 | 25,75 | 21,31 | 11,86 | 15,65 |

(I) Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não diferem entre si no teste Scott-Knott 5%.

(*) DAA - Dias após o aparecimento dos sintomas.

Tabela 4. Número médio de folhas por clone em diferentes datas de avaliação. Lavras, MG, 2012.

Table 4. Mean number of leaves per clone on different dates of assessment. Lavras, MG 2012.

| Clone | 7 DAA* | 14 DAA | 21 DAA | 28 DAA | 35 DAA |
|-------|---------|--------|--------|--------|--------|
| I224 | 10a (1) | 11,85a | 16,1a | 17,2a | 18,3a |
| 049 | 7,3d | 8,2d | 8,1d | 9,85d | 10,55d |
| GG100 | 6,85e | 9,25c | 10,9c | 11,95b | 12,65b |
| 1528 | 7,55c | 7,25e | 8,0e | 8,45e | 8,8e |
| I144 | 9,6b | 10,5b | 11,1b | 11,9c | 11,4c |
| CV | 13,5 | 14,2 | 17,31 | 12,83 | 15,20 |

(I) Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5%.

(*) Dias após o aparecimento dos sintomas.

tidas no GG100 e I224 (Tabela 4) podem contribuir para explicar esse comportamento. Mafia et al. (2012) também observaram que clones de eucaliptos susceptíveis à ferrugem (*P. psidii*) do eucalipto, apresentaram aumento da incidência da doença no decorrer das avaliações, as quais ocorreram aos 7, 14 e 21 dias após inoculação do patógeno. Os clones que apresentaram resistência à doença mantiveram o mesmo comportamento durante as avaliações, com índices baixos de incidência da doença.

Na avaliação da severidade, com o uso da escala diagramática desenvolvida, houve diferença estatística entre os clones a partir da quarta e da quinta avaliação. Os clones 049 e I144 apresentaram as maiores médias de severidade, ao passo que os clones 1528 e GG100 obtiveram as menores, diferenciando dos demais. Estes resul-

tados permitiram a avaliação da incidência da doença e demonstraram a capacidade da escala de possibilitar diferenciar a reação dos clones ao oídio (Tabela 6).

O uso de escalas diagramáticas proporciona a diferenciação de materiais quanto a resistência a doenças, sendo uma ferramenta precisa e prática para ser usada por produtores, com um menor custo, maior rapidez e resultados confiáveis.

Para a AACPDS, houve diferença significativa entre os materiais. Os clones 1528 e GG100 continuaram apresentando a menor AACPDS (Tabela 7). Estes resultados foram semelhantes a análise da incidência, confirmando a eficiência da escala. Porém, são necessários mais estudos, mesmo porque pode haver diferença entre a avaliação de mudas e a de matrizes no minijardim clonal, além de poder ocorrer variação en-

Tabela 5. Área abaixo da curva de progresso da incidência de oídio nos diferentes clones de eucalipto.

Table 5. Area under the curve of progress in the incidence of powdery mildew in different eucalyptus clones.

| Clone | AACPDI ⁽¹⁾ |
|-------|-----------------------|
| I224 | 1027,44 a |
| 049 | 1450,99 d |
| GG100 | 898,79 b |
| 1528 | 748,61 a |
| I144 | 1290,87 c |
| CV% | 10,28 |

(1) As médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Scott Knott 5%.

Tabela 6. Severidade (%) do oídio em folhas de diferentes clones de eucalipto. Lavras, MG, 2012.

Table 6. Severity (%) of powdery mildew on leaves of eucalyptus different clones. Lavras, MG 2012.

| Clone | 7 DAA* | 14 DAA | 21 DAA | 28 DAA | 35 DAA |
|--------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| I224 | 1,21a (1) | 1,48 a | 2,01 a | 2,60 b | 5,17 b |
| 049 | 1,54 a | 1,62 a | 2,21 a | 3,13 b | 4,11 b |
| GG 100 | 1,58 a | 1,38 a | 1,72 a | 1,59 a | 2,80 a |
| 1528 | 1,34 a | 1,7 a | 1,52 a | 1,54 a | 2,12 a |
| I144 | 1,60 a | 2,06 a | 2,52 a | 2,98 b | 3,78 b |
| CV% | 18,73 | 19,81 | 24,51 | 15,03 | 33,56 |

(1) As medias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Scott Knott 5%.

(*) Dias após o aparecimento dos sintomas.

Tabela 7. Área abaixo da curva de progresso da severidade de oídio (AACPDS) nos diferentes clones de eucalipto. Lavras, MG, 2012.

Table 7. Area under the curve of progress of the severity of powdery mildew (AACPDS) in different clones of eucalyptus. Lavras, MG 2012.

| Clone | AACPDS ⁽¹⁾ |
|--------|-----------------------|
| I224 | 83,18 b |
| 049 | 83,00 b |
| GG100 | 58,12 a |
| 1528 | 52,95 a |
| I144 | 85,10 b |
| CV (%) | 14,91 |

(1) As médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Scott Knott 5%.

tre plantas no minijardim, devido a diferenças no manejo, embora tenha ocorrido pré-seleção.

Com esses resultados foi possível constatar que a escala diagramática proposta foi eficiente em detectar a diferença da reação dos clones ao oídio, foi prática e de fácil manuseio. Além disso, garantiu a repetibilidade, melhorando a acurácia e a precisão do avaliador, para avaliações de clones de eucalipto quanto à resistência ao oídio.

CONCLUSÕES

A escala diagramática construída foi adequada para avaliar a severidade do oídio em folhas de mudas de eucalipto.

Houve reação diferencial entre clones de eucalipto.

É possível obter reação diferencial de clones de eucalipto a oídio com o emprego de escala diagramática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. *Anuário estatístico da ABRAF 2012*: ano base 2011. Brasília, 2012. 150 p.

AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H. (Ed.). *Manual de fitopatologia: princípios e conceitos*: 3.ed. São Paulo: Ceres, 1995. v. 1, p. 647-671.

ANDRADE, G. C. G.; ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G.; MAFFIA, L. A.; GONÇALVES, R. C. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha foliar do eucalipto causada por *Quambalaria eucalypti*. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 30, n. 5, p. 504-509, set./out. 2005.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. *Introduction to plant disease epidemiology*. New York: John Wiley & Sons, 1990. 560 p.

CUSTÓDIO, A. A. P.; POZZA, E. A.; GUIMARÃES, S. S. G.; KOSHIKUMO, É. S. M.; HOYOS, J. M. A.; SOUZA, P. E. Comparison and validation of diagrammatic scales for brown eye spots in coffee tree leaves. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1067-1076, nov./dez. 2011.

BIZI, R. M.; GRIGOLETTI JUNIOR, A.; AUER, C. G.; MAYDE MIO, L. L. Produtos alternativos no controle do oídio em mudas de eucalipto. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 34, n. 2, p. 144-148, 2008.

BLUM, L. E. B.; REIS, E. F.; PRADE, A. G.; TAVELA, V. J. Fungicidas e misturas de fungicidas no controle de oídio da soja. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 27, n. 2, p. 316-318, 2002.

BORGES, R. C. F.; ROCHA, J. H. T.; MENDEZ, D. Z. D.; DAL POGETTO, M. H. F. A. Controle de *Oidium* spp. Com sacarina sódica em eucalipto. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*, Garça, v. 17, n. 1, fev. 2011. Disponível em: . Acesso em: 10 jun 2014.

FERREIRA, D. F. Sisvar: Acunputer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*. Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

FERREIRA, F. A. Eucalipto (*Eucalyptus* spp.): controle de doenças. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Controle de doenças de plantas*: grandes culturas. Vicosa: UFV, 1997. v.1. p. 289-333.

HORSFALL, J. G.; COWLING, E. B. Pathometry: the measurement of plant disease. In: HORSFALL, J. G.; COWLING, E. B. (Ed.). *Plant disease an advanced treatise*: how disease develops in populations. New York: Academic Press, 1978. p. 119-136.

KRUGNER, T. L.; AUER, C. G. Doenças dos eucaliptos. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. *Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas*. 4.ed. São Paulo: Agronômica CERES, 2005. p. 319-332.

MADDEN, L. V.; HUGHES, G.; VAN DEN BOSCH, F. *The study of plant diseases epidemics*. Minnessota: APS Press, 2007. 432 p.

MAFIA, R. G.; AUN, C. P.; MARCHESI, H. P. Avaliação de clones de eucalipto para resistência à ferrugem em condições de micropropagação. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 843-849, set./out. 2012.

MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; NORONHA, M. A. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação de severidade do carvão da folha do caupi. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 32, n. 1, p. 51-56, 2006.

MUCCI, E. S. E.; PITTA, G. P. S.; YOKOMIZO, N. K. S. *O Oídio em mudas de eucalipto*. São Paulo: Instituto Florestal/Instituto Biológico, 1980.

- NUTTER JÚNIOR, F. W.; SCHULTZ, P. M. Improving the accuracy and precision of disease assessments: selection of methods and use of computer-aided training programs. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ontario, v. 17, n. 2, p. 174-184, 1995.
- PASSADOR, M. M.; PORCENA, A. S.; MASSON, M. V.; PIERI, C.; FINKENAUER, E.; FURTADO, E. L. Escala diagramática para quantificação da severidade de manchas em folhas de *Eucalyptus glóbulos* Labill. causadas por *Teratospaeria nubilosa* (Cookie) Crous & U. Braun. **Ciencia Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 523-530, abr/jun. 2013.
- POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A. A nutrição mineral no manejo de doenças de plantas. In: PODESTÁ, G.S. et al. **Nutrição mineral no manejo de doenças de plantas**. Viçosa: Editora UFV, 2012. p.177-212
- SANTOS, P. H. D.; VIVAS, M.; SILVEIRA, S. F.; SILVA, J. M.; TERRA, C. E. P. S. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade de oídio em folhas de mamoeiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 37, n. 4, p. 215-217, 2011.
- SCHULTZ, B.; BORA, K. C.; NOGUEIRA, A. C.; AUER, C. G. Uso do silicato de potássio no controle de oídio em mudas de *Eucalyptus benthamii*. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, v. 32, n. 69, p. 93-99, jan/mar. 2012.
- SHANER, G.; FINNEY, R. E. 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, ago. 1977.
- SILVA, M. D. D.; ALFENAS, A. C.; MAFFIA, L. A.; ZAUZA, E. A. V. Etiologia do oídio do eucalipto. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 201-205, jun. 2001.
- SUSSEL, A. A. B.; POZZA, E. A.; CASTRO, H. A. Elaboração e validação de Escala Diagramática para Avaliação da Severidade do Mofo Cinzento em Mamoeira. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 186-191, mai./jun. 2009.
- VALE, F. X. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; LIBERATO, J. R. QUANT. A software plant disease severity assessment. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT PATHOLOGY, 8., 2003, Christchurch. **Proceedings...** Christchurch: International Society of Plant Pathology, 2003. p. 105.

Recebido em 21/10/2013

Aceito para publicação em 19/09/2014

