

Escala Diagramática para Avaliação do Mofo- cinzento-da-mamoneira



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 247

Escala Diagramática para Avaliação do Mofo- cinzento-da-mamoneira

*Angelo Aparecido Barbosa Sussef
Edson Ampélio Pozza
Hilário Antônio de Castro*

Embrapa Cerrados
Planaltina, DF
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Fernando Antônio Macena da Silva*

Secretária-Executiva: *Marina de Fátima Vilela*

Secretária: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Jussara Flores de Oliveira Arbués*

Equipe de revisão: *Francisca Elijani do Nascimento*

Jussara Flores de Oliveira Arbués

Assistente de revisão: *Elizelva de Carvalho Menezes*

Normalização bibliográfica: *Shirley da Luz Soares Araújo*

Editoração eletrônica: *Fabiano Bastos*

Capa: *Fabiano Bastos*

Fotos da capa: *Angelo Aparecido Barbosa Sussel*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

Alexandre Moreira Veloso

1ª edição

1ª impressão (2009): tiragem 100 exemplares

Edição online (2009)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Cerrados

S964e Sussel, Angelo Aparecido Barbosa
Escala diagramática para avaliação do mofo-cinzeiro-da-mamoneira / Angelo Aparecido Barbosa Sussel, Edson Ampélio Pozza, Hilário Antônio de Castro. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2009.
23 p. — (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111, ISSN online 2176-5081 ; 247).

1. Mamoneira. 2. Doença de Planta. I. Pozza, Edson Ampélio. II. Castro, Hilário Antônio de. III. Título. IV. Série.

665.353 - CDD 21

© Embrapa 2009

Autores

Angelo Aparecido Barbosa Sussel

Engenheiro Agrônomo, D.Sc.

Pesquisador da Embrapa Cerrados

angelosussel@cpac.embrapa.br

Edson Ampélio Pozza

Engenheiro Agrônomo, D.Sc.

Professor Adjunto da Universidade Federal

de Lavras (UFLA)

eapozza@ufla.br

Hilário Antônio de Castro

Engenheiro Agrônomo, D.Sc.

Professor Titular da Universidade Federal

de Lavras (UFLA)

hilário@ufla.br

Apresentação

Entre as culturas oleaginosas, a mamona vem se destacando nos programas energéticos ligados à agricultura familiar, em todo o território nacional. Com a perspectiva da fabricação de óleo diesel, a partir do óleo de suas sementes, há uma tendência de expansão da área de cultivo para diversas regiões do Brasil. No entanto, foram relatadas perdas associadas ao mofo-cinzentos superiores a 50 %, em regiões com umidade relativa alta e maior pluviosidade durante o período reprodutivo da mamoneira, destruindo as flores e as bagas, deteriorando os grãos e reduzindo seu teor de óleo. Apesar de provocar severas perdas, até o momento, são poucos os estudos e métodos padronizados para avaliar a severidade da doença no campo. A utilização de escalas diagramáticas na avaliação de doenças proporciona maior acurácia, precisão e reprodutibilidade nas estimativas de severidade da doença, e sua utilização em estudos de seleção de genótipos resistentes ou de métodos de manejo da doença permite que as avaliações sigam um padrão definido, possibilitando a comparação de resultados de diferentes regiões, grupos de pesquisa ou pesquisadores. Nesta publicação, uma nova ferramenta de quantificação do mofo-cinzentos-da-mamoneira é apresentada, com objetivo de auxiliar melhoristas e fitopatologistas nas avaliações de genótipos resistentes e métodos de manejo para doença.

José Robson Bezerra Sereno
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

Sumário

Introdução.....	9
A Quantificação de Doenças em Plantas.....	10
A Elaboração da Escala Diagramática	12
A validação da escala diagramática	13
Resultados	14
A precisão e acurácia das estimativas.....	15
A repetibilidade e reprodutibilidade das estimativas	17
Considerações Finais	19
Referências	19
Abstract.....	23

Escala Diagramática para Avaliação do Mofo- cinzento-da-mamoneira

Angelo Aparecido Barbosa Susse

Edson Ampélio Pozza

Hilário Antônio de Castro

Introdução

Até 1980, o Brasil destacou-se como maior produtor de bagas de mamona e o maior exportador mundial de óleo. Hoje, o País volta a ter posição de destaque com os biocombustíveis e a mamona volta a ser alternativa de importância econômica e social. Para atingir essas premissas, a cultura deve estar em seu máximo potencial produtivo. Entre os fatores responsáveis por reduzir sua produtividade, encontram-se as doenças, principalmente o mofo-cinzento, causado pelo fungo *Amphobotrys ricini*, uma das mais destrutivas e que afeta as inflorescências, cachos e sementes, reduzindo assim a produção de frutos e de óleo (LIMA et al., 2001). Em regiões com umidade relativa alta e maior pluviosidade, durante o período reprodutivo da mamoneira, foram descritas perdas superiores a 50 % (MELHORANÇA; STAUT, 2005), em vista da destruição de flores e bagas, deterioração dos grãos e redução do teor de óleo. Apesar de provocar severas perdas e ter sido reportado há quase um século (GODFREY, 1923), até o momento foram realizados poucos estudos epidemiológicos sobre essa doença. Esses estudos requerem métodos padronizados para avaliar a severidade da doença no campo, que devem ser simples e de rápida utilização em condições diferenciadas. Entre esses métodos, destaca-se o uso de escalas diagramáticas (BERGER, 1980; NUTTER Jr.; SCHULTZ, 1995).

A utilização de escalas diagramáticas na avaliação de doenças proporciona maior acurácia, precisão e reprodutibilidade nas estimativas de severidade da doença (AMORIN, 1995). A acurácia representa o grau de proximidade entre a estimativa e a quantidade real de doença; a precisão refere-se à confiabilidade e (ou) repetibilidade nas avaliações da doença; e a reprodutibilidade trata da ausência de variação nas estimativas quando a mesma amostra é avaliada por diferentes avaliadores (CAMPBELL; MADDEN, 1990). Até o momento, foram utilizadas estimativas diretas da porcentagem do cacho afetado na avaliação da severidade do mofo-cinzeno (LIMA; SOARES, 1990; COSTA et al., 2004; UENO et al., 2004; MILANI et al., 2005; DEMANT et al., 2006; UENO et al., 2006), que apresentam a inconveniência de serem subjetivas e não seguirem ajustes que levem em conta a acuidade visual para avaliar os diferentes níveis de severidade (HORSFALL; COWLING, 1978; CAMPBELL; MADDEN, 1990). Assim, objetivou-se, neste trabalho, construir e validar uma escala diagramática para avaliar a severidade do mofo-cinzeno em inflorescências de mamoneira.

A Quantificação de Doenças em Plantas

A quantificação de doenças é fundamental para estudos epidemiológicos e para a avaliação de estratégias de controle. A quantificação de uma variável que expresse a intensidade de doença, seja ela medida pela incidência ou pela severidade, é necessária, tanto para descrever o progresso da epidemia e sua relação com o clima ou com medidas de controle, quanto para a validação de modelos de previsão ou para a aplicação do manejo integrado. Portanto, erros na quantificação da doença podem ser magnificados na análise epidemiológica subsequente, interferindo, em maior ou menor grau, nas conclusões alcançadas (CAMPBELL; MADDEN, 1990). Para que os erros sejam minimizados, o método utilizado na quantificação da doença deve ser capaz de fornecer resultados acurados, precisos e reproduzíveis.

A avaliação do mofo-cinzeno-da-mamoneira tem sido realizada pela incidência da doença e pela porcentagem de área do cacho afetada (COSTA et al., 2004; MILANI et al., 2005; DEMANT et al., 2006). A quantificação da severidade é, comumente, realizada com o auxílio de

escalas diagramáticas, representando folhas ou frutos com diferentes porcentagens de área ocupadas pelas lesões. As escalas são utilizadas na orientação da estimativa visual, de tal modo que a avaliação torne-se mais precisa e acurada após a comparação da amostra com a representação no diagrama. Quando a avaliação visual é feita sem o auxílio de escalas diagramáticas, o avaliador pode atribuir qualquer valor no intervalo de zero a 100 % para a superfície do fruto ocupada por sintomas. O uso da escala permite ao avaliador situar sua estimativa num intervalo menor, compreendido entre dois dos níveis representados por seus diagramas (AMORIM, 1995). Dessa forma, as escalas diagramáticas contribuem para a redução do erro na estimativa visual da severidade de doenças.

As escalas diagramáticas devem ser simples, aplicáveis em diferentes condições e ter intervalos suficientes para representar os diferentes níveis de severidade de uma determinada doença. Na elaboração de uma escala diagramática, alguns aspectos devem ser considerados, como as quantidades mínimas e máximas de doença observadas no campo e representadas na escala, a representação dos sintomas da maneira mais próxima possível da realidade e os níveis de severidade, respeitando-se as limitações da acuidade da vista humana, definidas pelas leis de estímulo-resposta de Weber e de Fechner, também conhecidas como lei de Weber-Fechner (HORSFALL; BARRAT, 1945; NUTTER; SCHULTZ, 1995). Além da boa qualidade de uma escala diagramática, as estimativas de severidade dependem da percepção visual e da experiência de cada indivíduo na avaliação de doenças.

A precisão e a acurácia das estimativas de severidade variam de acordo com o avaliador. Após a elaboração, as escalas devem ser testadas por diferentes indivíduos, a fim de comprovar sua eficiência na estimativa da severidade. A precisão, medida de confiabilidade e ou repetibilidade nas avaliações de doença (NUTTER et al., 1991), pode ser quantificada pelo coeficiente de determinação de regressões lineares estabelecidas entre a severidade real e as estimativas da severidade de determinada amostra. A precisão será tanto maior quanto mais próximo de 1,0 for o valor do coeficiente de determinação (R^2). A acurácia, representada pelo grau de proximidade entre a estimativa média e a realidade (NUTTER et al., 1991), pode ser quantificada pelo coeficiente angular e pela interseção

de linhas de regressão estabelecidas entre a severidade real e as estimativas da severidade de uma determinada amostra. A acurácia será tanto maior quanto mais próximo de 1,0 for o coeficiente angular e mais próximo de zero for a interseção (Fig. 1).

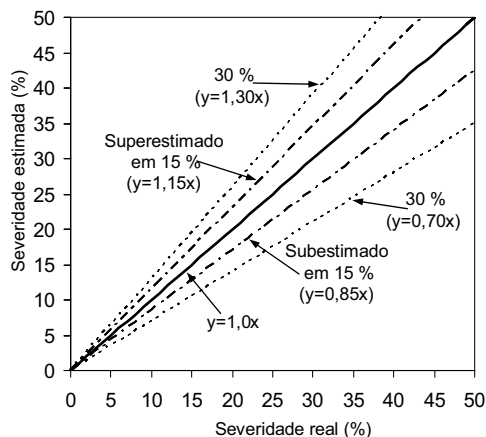


Fig. 1. Gráfico ilustrando análise de regressão das estimativas versus a severidade real com intercepto igual a zero. Quanto mais próxima a curva das estimativas estiver da curva central (estimado = real), maior a acurácia do avaliador.

Fonte: adaptado de Campell e Madden (1990).

A Elaboração da Escala Diagramática

Para elaborar a escala diagramática para quantificação do mofo-cinzeno-da-mamoneira, foram coletados cachos de mamona do híbrido Savana e da cultivar IAC Guarani em campo experimental, onde observou-se ampla variação da severidade do mofo-cinzeno. Os cachos foram fotografados sob fundo azul, com câmera digital. Com auxílio do programa ImageTool® da UTHSCA, determinou-se o percentual de área necrosada de cada cacho fotografado. Baseando-se na lei de Weber-Fechner (HORSFALL; COWLING, 1978; NUTTER Jr.; SCHULTZ, 1995) de acuidade visual, e nos níveis máximo e mínimo de severidade observados no campo, foi elaborada uma escala diagramática, com dez níveis de severidade, considerando a forma e a distribuição das

lesões observadas com maior frequência. Depois de estabelecidas as porcentagens da doença a serem representadas na escala, reproduziu-se uma imagem do cacho de mamona, de tamanho e formato próximo aos dos cultivares comerciais atualmente utilizados, à qual se acrescentaram desenhos de frutos colonizados pelo fungo, de maneira a retratar os sintomas observados no campo.

A validação da escala diagramática

Para a validação da escala diagramática, imagens de 40 cachos sintomáticos foram projetadas por meio de projetor tipo “multimídia” para os avaliadores. A severidade da doença foi avaliada por 10 pessoas, alunos do curso de pós-graduação em Fitopatologia, a maioria sem experiência na quantificação de doenças em mamoneira. Inicialmente, a severidade foi estimada sem auxílio da escala diagramática e, após sete dias, com o auxílio da mesma. Visando avaliar a repetibilidade das estimativas com a escala diagramática, uma nova sequência das mesmas imagens foi organizada e uma segunda estimativa visual com auxílio da escala foi efetuada pelos mesmos avaliadores, sete dias após a primeira avaliação com escala.

A acurácia e a precisão de cada avaliador foram determinadas por meio de regressão linear simples, com a severidade real obtida eletronicamente como variável independente e a severidade estimada como variável dependente. A acurácia das estimativas de cada avaliador e do conjunto de avaliadores foi determinada pelo teste t aplicado ao intercepto da regressão linear (a), para testar a hipótese $H_0: a = 0$, e ao coeficiente angular da reta (b), para testar a hipótese $H_1: b = 1$, ao nível de 5 % de probabilidade. Valores de intercepto significativamente diferentes de 0 descrevem a presença de desvios constantes, enquanto valores de coeficiente angular da reta significativamente diferentes de 1 indicam a presença de desvios sistemáticos. A precisão das estimativas foi obtida por meio do coeficiente de determinação da regressão (R^2), por erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) e pela repetibilidade das estimativas, determinada pela regressão da segunda avaliação em relação à primeira de uma mesma unidade amostral. A reprodutibilidade das estimativas foi determinada por valores de R^2 obtidos de regressões lineares entre as severidades estimadas entre os

diferentes avaliadores combinados em pares (CAMPBELL; MADDEN, 1990; NUTTER Jr. et al., 1993; NUTTER Jr.; SCHULTZ, 1995). As análises de regressão foram efetuadas com auxílio do software estatístico SAS®.

Resultados

O valor máximo da severidade, observada no campo, foi de 100 %, decorrente de infecção precoce dos cachos em período de alta umidade relativa e temperatura em torno de 25 °C, favoráveis à doença (MELHORANÇA; STAUT, 2005). A escala diagramática para quantificar o mofo-cinzeno-da-mamoneira foi elaborada com dez níveis de severidade, representados pelos valores de 3 %, 5 %, 8 %, 12 %, 25 %, 50 %, 76 %, 86 %, 94 % e 100 % de área lesionada (Fig. 2).

A precisão e acurácia das estimativas

Apesar de não terem experiência na avaliação de doenças da mamoneira, os avaliadores obtiveram acurácia em suas estimativas, pois apenas 20 % apresentaram valores do intercepto diferente de zero ($P < 0,05$) para as retas de regressão entre severidade real e estimada, contudo com valor médio de 3,3. Sem a utilização da escala, um avaliador superestimou e outro subestimou consistentemente a severidade do mofo-cinzeno. Com a escala, dois avaliadores em cada avaliação subestimaram a severidade em níveis significativos.

A precisão das estimativas foi considerada alta sem o auxílio da escala, pois os coeficientes de determinação variaram entre 0,89 e 0,97, com média de 0,93 (Tabela 1). As diferenças (erros absolutos) entre os valores estimados visualmente e os reais obtidos eletronicamente na quantificação da severidade sem o auxílio da escala diagramática variaram entre -34,59 e 35,00 (Fig. 3). Contudo, todos os avaliadores melhoraram a precisão das estimativas com a utilização da escala, com coeficientes de determinação variando entre 0,92 e 0,98 para a primeira avaliação (Tabela 1), e entre 0,93 e 0,98 para a segunda avaliação, com médias de 0,95 e 0,96 respectivamente, assemelhando-se aos verificados em outros estudos de validação de escalas (SPOSITO et al., 2004; HALFELD-VIEIRA; NECHET, 2006).

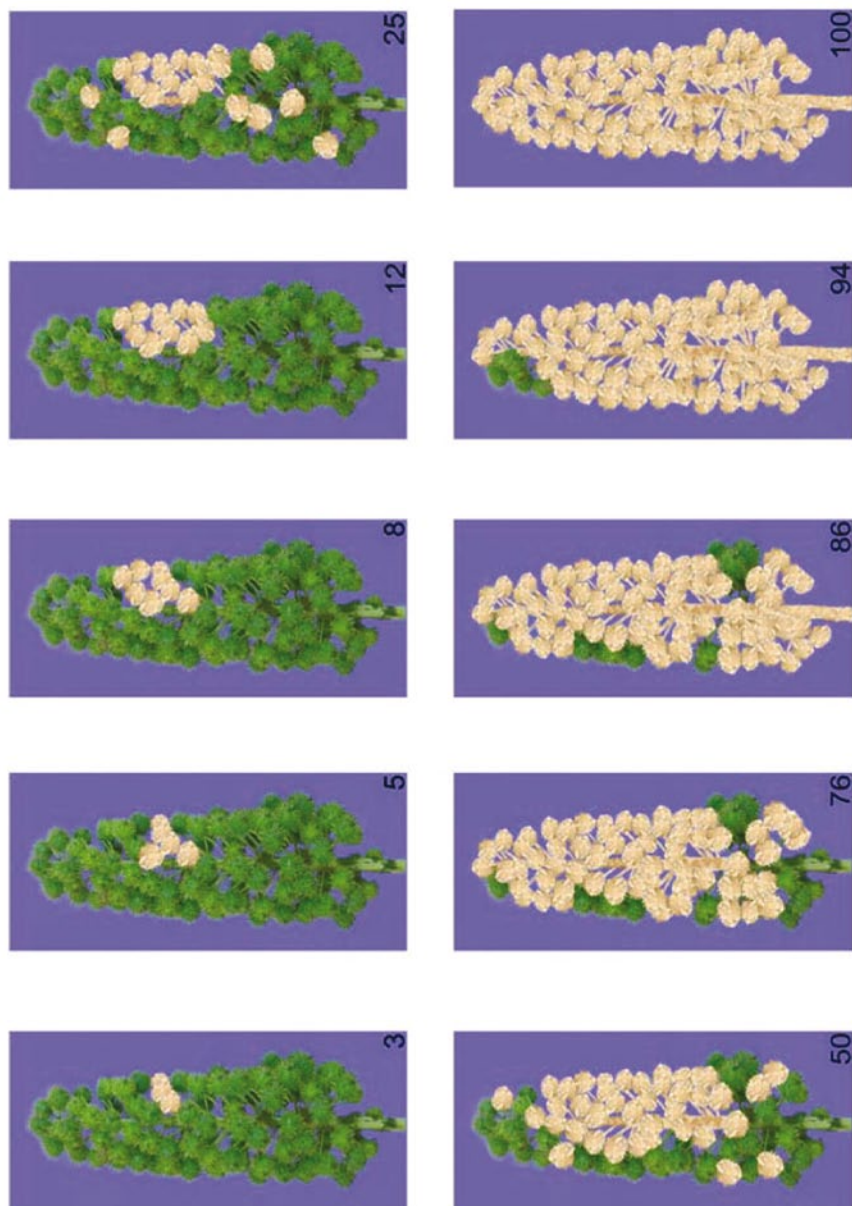


Fig. 2. Escala diagramática de severidade do mofo-cinza causado por *Amphobotris ricini*, em cachos de mamona.

Fonte: Sussel et al. (2009).

Tabela 1. Intercepto (a), coeficiente angular da reta (b) e coeficiente de determinação (R²) das equações de regressão linear calculadas entre severidade real e severidade estimada do mofo-cinzeo, efetuadas por avaliadores com e sem o auxílio de escala diagramática.

Avaliador	Sem Escala			Com Escala					
	a	b	R ²	1ª Avaliação			2ª Avaliação		
				a	b	R ²	a	b	R ²
A	6,33* ¹	0,96	0,92	-2,61	1,05	0,97	-3,58*	1,06	0,96
B	1,83	0,96	0,97	-1,46	1,00	0,97	-0,09	0,95	0,96
C	1,03	1,01	0,95	-1,97	1,01	0,96	0,33	0,97	0,95
D	-5,34	1,07	0,91	-2,50	1,08	0,94	-1,25	1,12*	0,94
E	1,47	1,11	0,92	-3,46	1,11*	0,96	-3,43	1,10	0,95
F	-6,69*	1,09	0,89	-1,93	1,01	0,92	-2,50	1,13*	0,93
G	-1,47	1,09	0,92	-4,78*	1,08	0,97	-3,57	1,09	0,93
H	-4,64	0,99	0,90	-4,58*	1,09	0,97	-4,94*	1,03	0,96
I	3,86	0,96	0,94	-2,97	1,03	0,92	0,45	1,00	0,94
J	-0,31	1,02	0,97	-2,99	1,05	0,98	-1,98	1,05	0,98
Média		0,93			0,96			0,95	

*¹ indica que a hipótese de nulidade ($a=0$ ou $b=1$) foi rejeitada pelo teste t ($P=0,05$).

Fonte: Sussel et al. (2009)

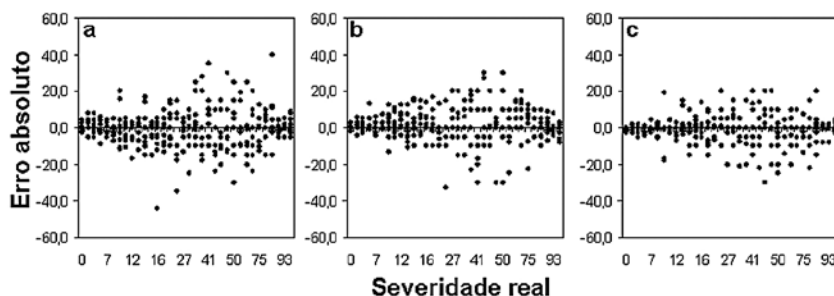


Fig. 3. Erros absolutos (diferenças entre severidades estimada e real) de todos os avaliadores, em avaliação sem uso da escala diagramática (a), e com o uso da escala diagramática (b e c). Pontos representam as 40 estimativas de cada avaliador.

Fonte: Sussel et al. (2009)

A utilização da escala colaborou com a redução dos valores dos erros absolutos das estimativas, quando comparados com os valores dos erros absolutos das estimativas obtidas sem a utilização da escala. Com a utilização da escala diagramática, os erros absolutos não apresentaram padrão tendencioso que reflete a superestimação ou subestimação da severidade, e os mesmos variaram na primeira e segunda avaliações utilizando a escala entre -33,00 e 30,00, e -25,00 e 20,00, respectivamente (Fig. 3). Para valores de severidade inferiores a 20 % e superiores a 80 %, os valores dos erros absolutos foram menores que nos outros níveis de severidade. A maioria dos erros absolutos dos avaliadores que utilizaram a escala foi inferior a 10 %. Segundo os critérios adotados em estudos de avaliação de escalas diagramáticas, os erros absolutos obtidos na validação são aceitáveis (AMORIM et al., 1993; NUTTER Jr.; SCHULTZ, 1995; SPOSITO et al., 2004; NASCIMENTO et al., 2005; MICHEREFF, et al., 2000, 2006; BARBOSA et al., 2006), porém podem ser minimizados com o treinamento dos avaliadores (NUTTER Jr.; SCHULTZ, 1995).

A princípio, observou-se tendência de subestimar os valores de severidade, visto que os valores de intercepto na primeira avaliação foram todos negativos, porém o treinamento com a escala pode minimizar essa condição, conforme observado na segunda avaliação, quando dois avaliadores deixaram de subestimar a doença. Michereff et al. (2000) também observaram que o treinamento dos avaliadores contribuiu para melhorar os índices de precisão e acurácia na avaliação da severidade da queima das folhas de inhame.

Os avaliadores relataram sentir maior dificuldade de estimar a severidade de cachos com baixa densidade de frutos, diferentes dos cachos utilizados na composição da escala. Esse comportamento já foi relatado por Kranz (1988), em que discute que a qualidade da estimativa da doença pode ser influenciada pela complexidade amostral como o tamanho, a forma, a cor e o número de lesões da unidade amostral.

A repetibilidade e reprodutibilidade das estimativas

A escala diagramática criada neste trabalho permitiu aos avaliadores atingir uma boa repetibilidade nas estimativas, o que pode ser observado nos resultados da regressão entre a primeira e a segunda avaliação.

A média do coeficiente de determinação de todos avaliadores foi de 96 %, apenas dois avaliadores apresentaram valor de coeficiente angular da reta significativamente diferente de 1 ($P \leq 0,01$). Apenas um avaliador apresentou valor de intercepto diferente de zero ($P \leq 0,01$) (Tabela 2). Isso ocorreu pelo fato de o avaliador subestimar a severidade no primeiro uso da escala e superestimar a severidade no segundo uso da escala, contudo os valores do coeficiente angular da reta são significativamente iguais a 1 em ambos os casos (Tabela 1).

Tabela 2. Intercepto (*a*), coeficiente angular da reta (*b*) e coeficiente de determinação (R^2) das equações de regressão linear relacionando a segunda à primeira estimativa de mofo-cinzentado, por um mesmo avaliador, com auxílio da escala diagramática.

Avaliador	a	b	R^2
A	1,44	0,96	0,98
B	-1,08	1,04	0,99
C	-0,71	0,99	0,93
D	-0,38	0,94	0,95
E	0,68	0,99	0,97
F	1,68	0,86*	0,91
G	0,60	0,93	0,94
H	1,52	1,03	0,96
I	-3,67*	1,05*	0,99
J	-0,79	0,99	0,99
Média			0,96

* indica que a hipótese de nulidade ($a = 0$ ou $b = 1$) foi rejeitada pelo teste t ($P = 0,01$).

Fonte: Sussel et al. (2009)

A reprodutibilidade das estimativas entre os avaliadores também pode ser utilizada como indicativo de análise da precisão da escala. Segundo Nutter Jr. et al. (1993), diferentes avaliadores utilizando uma mesma escala e avaliando o mesmo material devem estimar os mesmos valores de severidade, cuja significância é verificada por meio de regressões lineares entre as severidades estimadas pelos avaliadores, aos pares.

Na validação da escala para avaliação do mofo-cinzentado-da-mamoneira, quando a escala não foi utilizada, o coeficiente de determinação (R^2) das regressões das estimativas entre os pares de avaliadores variou de 82 % a 97 %, com média de 91 %. Com a utilização da escala diagramática, os valores de R^2 variaram de 87 % a 98 %, com média de 94 %, assemelhando-se ao constatado na validação de escalas diagramáticas para outros patossistemas (NASCIMENTO et al., 2005; MICHEREFF et al., 2006). Sendo assim, a reprodutibilidade das avaliações foi garantida com o uso da escala diagramática.

Considerações Finais

Embora ainda ocorram críticas sobre o uso de escalas diagramáticas, seu uso em trabalhos de seleção de materiais resistentes em programas de melhoramento tem sido muito demandado. Uma escala diagramática deve ser utilizada como um suporte à decisão do avaliador no momento de avaliar a severidade de determinada doença. A melhoria da avaliação da severidade se dará não apenas com o uso da escala, mas sim com treinamento do avaliador, visando reduzir a superestimação e subestimação nas avaliações que naturalmente ocorrem.

A padronização da avaliação da severidade do mofo-cinzentado-da-mamoneira 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. A escala diagramática proposta para avaliação da severidade do mofo-cinzentado em mamoneira foi de fácil utilização, proporcionando boa acurácia, precisão e reprodutibilidade das estimativas.

Referências

- AMORIM, L. Avaliação de doenças. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. 5. ed. São Paulo: Ceres, 1995. v. 1, p. 647-671, 1995.
- AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; BASSANEZI, R. B.; GODOY, C. V.; TORRES, G. M. Clorose variegada dos citros: uma escala diagramática para avaliação da severidade da doença. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, n. 2, p. 174-180, mar./abr. 1993.

BARBOSA, M. A. G.; MICHEREFF, S. J.; MORA-AGUILERA, G. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem branca do crisântemo.

Summa Phytopathologica, Botucatu, v. 32, n. 1, p. 57-62, jan./mar. 2006.

BERGER, R. D. Measuring disease intensity. In: TENG, P. S.; KRUPA, S. V. (Ed.). **Crop loss assessment**. St. Paul: University Minnessota, 1980. p. 28-31.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: J. Wiley, 1990. 532 p.

COSTA, R. S.; SUASSUNA, T. M. F.; MILANI, M.; COSTA, M. N.; SUASSUNA, N. D. Avaliação de resistência de genótipos de mamoneira ao mofo-cinzeno (*Amphobotrys ricini*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

DEMANT, C. A. R.; FURTADO, E. L.; ZANOTTO, M. D.; CHAGAS, A. A. Controle de mofo-cinzeno com o uso de *Trichoderma*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Salvador. **Anais...** Salvador: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

GODFREY, G. H. Gray mold of castor bean. **Journal of Agricultural Research**, Washington, DC, v. 22, n. 5, p. 679-715, maio 1923.

HALFELD-VIEIRA, B. A.; NECHET, K. L. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da mancha-de-cercospora em melancia. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 1, p. 46-50, jan./fev. 2006.

HORSFALL, J. G.; BARRAT, R. W. An improved grading system for measuring plant diseases. *Phytopathology*, St. Paul, v. 35, p. 655-655, 1945.

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. v. 2, p. 119-136.

KRANZ, J. Measuring plant disease. In: KRANZ, J.; ROTEM, J. (Ed.) **Experimental techniques in plant disease epidemiology**. Heidelberg: Springer-Verlag, 1988. p. 35-50.

LIMA, E. F.; SOARES, J. J. Resistência de cultivares de mamoneira ao mofo-cinzeno causado por *Botrytis ricini*. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, DF, v. 15, n. 1, p. 96-97, jan./fev. 1990.

LIMA, E. F.; ARAÚJO, A. E.; BATISTA, F. A. Z. Doenças e seu controle. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, p. 191-212, 2001.

MELHORANÇA, A. L.; STAUT, T. A. **Indicações técnicas para a cultura da mamona em Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 62 p.

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, jan./mar. 2006.

MICHEREFF, S. J.; MAFFIA, L. A.; NORONHA, M. A. Escala diagramática para avaliação da severidade da queima das folhas do inhame. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 4, p. 612-619, jul./ago. 2000.

MILANI, M.; NOBREGA, M. B. M.; SUASSUNA, N. D.; COUTINHO, W. M. **Resistência da mamoneira (*Ricinus communis* L.) ao mofo-cinzentado causado por *Amphobotrys ricini***. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 22 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 137).

NASCIMENTO, A. R. P.; MICHEREFF, S. J.; MARIANO, R. L. R.; GOMES, A. M. A. Elaboração de escala diagramática para o cancro bacteriano da videira. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 31, n. 1, p. 59-64, jan./fev. 2005.

NUTTER JÚNIOR, F. W.; TENG, P. S.; SHOKES, F. M. Disease assessment terms and concepts. **Plant Disease**, St. Paul, v. 75, n. 11, p. 1187-1188, 1991.

NUTTER JÚNIOR., F. W.; GLEASON, M. L.; JENCO, J. H.; CHRISTIANS, N. C. Assessing the accuracy, intra-rater repeatability, and inter-rater reliability of disease assessment systems. **Phytopathology**, St. Paul, v. 83, n. 8, p. 806-812, ago. 1993.

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**, Ottawa, v. 17, n. 1, p. 174-184, jan. 1995.

SPOSITO, M. B.; AMORIM, L.; BELASQUE JUNIOR, J.; BASSANEZI, R. B.; AQUINO, R. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da mancha preta em frutos cítricos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 1, p. 81-85, jan./fev. 2004.

SUSSEL, A. A. B.; POZZA, E. A.; CASTRO, H. A. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade do mofo-cinzeno em mamoneira. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 186-191, 2009.

UENO, B.; HELLWIG, T. C.; GABRIELA NICKEL, G.; SILVA, S. D. A. Resistência ao mofo-cinzeno em 15 genótipos de mamoneira cultivadas na região de pelotas, RS, safra 2004/2005 In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Salvador. **Anais...** Salvador: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

UENO, B.; ZANATTA, Z. G. C. N.; SILVA, S. D. A.; GOMES, A. C. Resistência à mancha-de-cercóspora, mofo-cinzeno e nematóides fitoparasitas de seis cultivares de mamoneira cultivadas na região de Pelotas, RS, safra 2003/2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

Diagrammatic Scale to Evaluate Gray Mold Severity in Castor Bean

Abstract

*A diagrammatic scale was developed to standardize assessment of gray mold in castor beans bunches, caused by *Amphobotrys ricini* (Buchw.) Hennebert (*Botryotinia ricini* (Godf.) Whetzel). Both the maximum and minimum limits of disease severity observed in the field were considered, and the intermediated values progressed by logarithmic increments, representing: 3, 5, 8, 12, 25, 50, 76, 86, 94 and 100 % of necrotic area. The scale was validated by 10 raters in three phases, first the raters estimated the severity in 40 photographs without using the scale. In the second and third phases, the same raters estimated the severity in the photographs using the scale but with different sequences, with a seven day interval between assessments. Accuracy, precision, repeatability and reproducibility of estimates were determined by linear regression, relating assessments performed by raters using the scale to actual severity, and relating the results between two assessments using the scale. Assessments with the diagrammatic scale were precise and accurate, the absolute errors were lower than the acceptable limits and the raters exhibited good repetition of estimates. The proposed diagrammatic scale proved to be adequate for severity assessments of gray mold in castor bean.*

*Index terms: *Amphobotrys ricini*, *Ricinus communis*, disease quantification.*

