



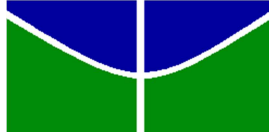
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DE DOENÇAS EM MARACUJAZEIRO AZEDO: REAÇÃO DE
GENÓTIPOS E VALIDAÇÃO DE ESCALAS DIAGRAMÁTICAS**

ANNE PINHEIRO COSTA

TESE DE DOUTORADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA/DF
MARÇO/2018



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DE DOENÇAS EM MARACUJAZEIRO AZEDO: REAÇÃO DE
GENÓTIPOS E VALIDAÇÃO DE ESCALAS DIAGRAMÁTICAS**

ANNE PINHEIRO COSTA

ORIENTADOR: JOSÉ RICARDO PEIXOTO
COORIENTADOR: LUIZ EDUARDO BASSAY BLUM

TESE DE DOUTORADO EM AGRONOMIA

PUBLICAÇÃO: 065D/2018

BRASÍLIA/DF
MARÇO/2018



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**AValiação de Doenças em Maracujazeiro Azedo: Reação de
Genótipos e Validação de Escalas Diagramáticas**

ANNE PINHEIRO COSTA

**TESE DE DOUTORADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À
OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM AGRONOMIA.**

APROVADA POR:

José Ricardo Peixoto, D.Sc., Universidade de Brasília, CPF: 354.356.236-34, peixoto@unb.br
(Orientador)

Fábio Gelape Faleiro, D.Sc., Embrapa Cerrados, CPF: 739.634.706-82,
fabio.faleiro@embrapa.br (Examinador Interno)

Michelle Souza Vilela, D.Sc., Universidade de Brasília, CPF: 919.623.401-63,
michellevilelaunb@gmail.com (Examinadora Interna)

Nilton Tadeu Vilela Junqueira, D.Sc., Embrapa Cerrados, CPF: 309.620.646-53,
junqueira@cpac.embrapa.br (Examinador Externo)

BRASÍLIA/DF, 21 DE MARÇO DE 2018.

FICHA CATALOGRÁFICA

Costa, Anne Pinheiro

Avaliação de doenças em maracujazeiro azedo: reação de genótipos e validação de escalas diagramáticas. Anne Costa; Orientação de José Ricardo Peixoto; coorientação de Luiz Eduardo Bassay Blum. Brasília, 2018.

321 p. : il.

Tese de Doutorado (D) - Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2018.

1. *Passiflora edulis* Sims. 2. Reação a doenças. 4. Escalas diagramáticas.

CDD ou CDU
Agris / FAO

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

COSTA, A.P. **Avaliação de doenças em maracujazeiro azedo: reação de genótipos e validação de escalas diagramáticas.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2018, 321 p. Tese de Doutorado.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Anne Pinheiro Costa

TÍTULO DA TESE DE DOUTORADO: Avaliação de doenças em maracujazeiro azedo: reação de genótipos e validação de escalas diagramáticas.

GRAU: Doutor. ANO: 2018

É concedida à Universidade de Brasília de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

NOME: ANNE PINHEIRO COSTA

CPF: 053.999.376-03

Tel. (61) 98350-8322

E-mail: annecosta@gmail.com

Aos professores José Ricardo Peixoto, Luiz Eduardo Bassay Blum e Michelle Souza Vilela,
pela orientação e apoio incalculáveis,

MINHA GRATIDÃO.

Aos meus pais, Roberto e Aldamanza, pela confiança, amor e apoio incondicionais. À minha
irmã Ellen, pelo amor e por ser meu modelo de amizade. Ao meu marido Fabrizzio, pela
compreensão, paciência, incentivo e carinho. A todos os anjinhos de quatro patas que
passaram por minha vida, por me tornarem uma pessoa melhor,

DEDICO.

RESUMO GERAL

O maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis*) é a principal espécie do gênero cultivada no Brasil e apresenta grande importância econômica, social e nutricional. Muitas doenças afetam esta cultura, como a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*), bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* - Xap), septoriose (*Septoria passiflorae*), verrugose (*Cladosporium* spp.) e virose do endurecimento dos frutos (VEF) (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* - CABMV). A identificação de fontes de resistência e o desenvolvimento de ferramentas adequadas para a quantificação da severidade das doenças são essenciais para o desenvolvimento de materiais resistentes. Portanto, os objetivos deste estudo foram: avaliar a reação de genótipos de maracujazeiro azedo a isolados de Xap (UnB-1392 e UnB-1393) e CABMV (UnB-FAL e UnB-Pipiripau), inoculados mecanicamente nas mesmas plantas, em épocas distintas, sob cultivo protegido; e elaborar e validar escalas diagramáticas para a avaliação da severidade da antracnose, bacteriose, septoriose e verrugose em frutos e folhas do maracujazeiro azedo. Todos os genótipos foram moderadamente suscetíveis à VEF, independentemente da ordem de inoculação dos isolados. Todos os genótipos mostraram-se suscetíveis à bacteriose quando os isolados foram inoculados na estação chuvosa. Quando inoculados na estação seca, MAR20#10, MAR20#41 e Rosa Intenso foram moderadamente resistentes à bacteriose (UnB-1393), enquanto os genótipos remanescentes mostraram-se moderadamente suscetíveis. As escalas diagramáticas propostas permitiram quantificar as severidades das doenças de forma acurada e precisa, aumentando a concordância entre os valores estimados e os valores reais. O aumento da acurácia foi detectado pela redução nos erros constantes e sistemáticos. Por sua vez, o aumento da precisão foi verificado pelo incremento dos coeficientes de determinação, pela redução dos erros absolutos e pelo aumento da reprodutibilidade das estimativas entre pares de avaliadores. A análise de correlação de concordância de Lin confirmou os incrementos da acurácia e precisão detectados pela análise de regressão linear. O uso das escalas diagramáticas desenvolvidas e validadas neste estudo proporcionará melhores avaliações da severidade das doenças, auxiliando os melhoristas e fitopatologistas nas avaliações e seleções de genótipos de maracujazeiro azedo resistentes às doenças em frutos e folhas.

Palavras-chave: antracnose, bacteriose, septoriose, verrugose, virose do endurecimento dos frutos, melhoramento genético, *Passiflora edulis*, escalas diagramáticas.

ABSTRACT

Yellow passion fruit (*Passiflora edulis*) is the main species from *Passiflora* cultivated in Brazil and presents economic, social, and nutritional importance. Many diseases affect this crop, such as anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*), bacterial spot (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* - Xap), septoriosis (*Septoria passiflorae*), scab (*Cladosporium* spp.), and passion fruit woodiness disease (PWD) (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* - CABMV). Identification of disease resistance sources and development of adequate tools to quantify disease severity are essential for developing resistant plant materials. Therefore, the objectives of this study were to evaluate the reaction of passion fruit genotypes to Xap (UnB-1392 and UnB-1393) and CABMV (UnB-FAL and UnB-Pipiripau) isolates, which were mechanically inoculated on the same plants, in distinct dates, under protected cultivation; and to elaborate and validate diagrammatic scales for severity assessments of anthracnose, bacterial spot, septoriosis, and scab in fruits and leaves of yellow passion fruit. All genotypes were moderately susceptible to PWD, regardless the inoculation sequence of the isolates. All genotypes were susceptible to the bacterial spot when the isolates were inoculated in the wet season. When inoculated in the dry season, MAR20#10, MAR20#41, and Rosa Intenso were moderately resistant to the bacterial spot (UnB-1393), whereas the remaining genotypes were moderately susceptible. The proposed diagrammatic scales allowed accurate and precise quantification of disease severity, increasing the concordance between estimated and actual values. The increased accuracy was detected by the reduction of the constant and systematic errors. Moreover, the increased precision was verified by the increase of the coefficient of determination, by the reduction of the absolute errors, and by the increase of the reproducibility between pairs of evaluators. Lin's concordance correlation coefficient confirmed the increases in accuracy and precision detected by the linear regression analysis. The utilization of the diagrammatic scales developed and validated in this study will provide better quality evaluations of the severity of the diseases, assisting plant breeders and pathologists during evaluations and selection of yellow passion fruit genotypes resistant to diseases in fruits and leaves.

Keywords: anthracnose, bacterial spot, septoriosis, scab, passion fruit woodiness virus, genetic breeding, *Passiflora edulis*, diagrammatic scales.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1

Figura 1.1. Escala de notas para a avaliação da severidade da bacteriose do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) inoculado com (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*). 0 – Sem sintoma; 1 – 1 a 10% da área foliar com necrose; 2 – 11 a 25% da área foliar com necrose; 3 – 26 a 50% da área foliar com necrose; 4 – mais de 50% da área foliar com necrose; e 5 – queda da folha. 115

Figura 1.2. Escala de notas para a avaliação da severidade da virose do endurecimento dos frutos (VEF) do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) inoculado com *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV). 1 – Sem sintomas; 2 – mosaico leve, sem deformação foliar; 3 – mosaico leve e deformação foliar; 4 – mosaico severo, bolhosidades e deformação foliar..... 115

CAPÍTULO 2

Figura 2.1. Escala diagramática para avaliação de severidade (%) da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018..... 148

Figura 2.2. Severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem uso de escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018. 152

Figura 2.3. Severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018. 153

Figura 2.4. Severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação 1ª (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018. 154

Figura 2.5. Severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018. 155

Figura 2.6. Distribuição dos erros absolutos (severidade estimada - severidade real) das estimativas de severidade da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) na 1ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (A), 2 (B), 3 (C) e 4 (D); e na 2ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (E) e 2 (F), e com auxílio da escala, nos grupos 3 (G) e 4 (H). Brasília, DF, Brasil, 2018.	156
Figura 2.7. Escala diagramática para avaliação de severidade (%) da septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	161
Figura 2.8. Severidade da septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem uso de escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.	166
Figura 2.9. Severidade da septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.	167
Figura 2.10. Severidade da septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação 1ª (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.	168
Figura 2.11. Severidade da septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.	169
Figura 2.12. Distribuição dos erros absolutos (severidade estimada - severidade real) das estimativas de severidade da septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) na 1ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (A), 2 (B), 3 (C) e 4 (D); e na 2ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (E) e 2 (F), e com auxílio da escala, nos grupos 3 (G) e 4 (H). Brasília, DF, Brasil, 2018.	170
Figura 2.13. Escala diagramática para avaliação de severidade (%) da verrugose (<i>Cladosporium</i> spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	176
Figura 2.14. Severidade da verrugose (<i>Cladosporium</i> spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem uso de escala diagramática na 1ª	

(A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018. 180

Figura 2.15. Severidade da verrugose (*Cladosporium* spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018. 181

Figura 2.16. Severidade da verrugose (*Cladosporium* spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018. 182

Figura 2.17. Severidade da verrugose (*Cladosporium* spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018. 183

Figura 2.18. Distribuição dos erros absolutos (severidade estimada - severidade real) das estimativas de severidade da verrugose (*Cladosporium* spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) na 1ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (A), 2 (B), 3 (C) e 4 (D); e na 2ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (E) e 2 (F), e com auxílio da escala, nos grupos 3 (G) e 4 (H). Brasília, DF, Brasil, 2018. 184

CAPÍTULO 3

Figura 3.1. Escala diagramática para avaliação de severidade (%) da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018. 215

Figura 3.2. Severidade da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem uso de escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018. 220

Figura 3.3. Severidade da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real

x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.	221
Figura 3.4. Severidade da antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação 1ª (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.	222
Figura 3.5. Severidade da antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.	223
Figura 3.6. Distribuição dos erros absolutos (severidade estimada - severidade real) das estimativas de severidade da antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) na 1ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (A), 2 (B), 3 (C) e 4 (D); e na 2ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (E) e 2 (F), e com auxílio da escala, nos grupos 3 (G) e 4 (H). Brasília, DF, Brasil, 2018.	224
Figura 3.7. Escala diagramática para avaliação de severidade (%) da antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.	230
Figura 3.8. Severidade da antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem uso de escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.	235
Figura 3.9. Severidade da antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.	236
Figura 3.10. Severidade da antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação 1ª (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.	237

Figura 3.11. Severidade da antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.	238
Figura 3.12. Distribuição dos erros absolutos (severidade estimada - severidade real) das estimativas de severidade da antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) na 1ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (A), 2 (B), 3 (C) e 4 (D); e na 2ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (E) e 2 (F), e com auxílio da escala, nos grupos 3 (G) e 4 (H). Brasília, DF, Brasil, 2018.	239
Figura 3.13. Escala diagramática para avaliação de severidade (%) da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.	245
Figura 3.14. Severidade da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem uso de escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.	250
Figura 3.15. Severidade da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.	251
Figura 3.16. Severidade da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação 1ª (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.	252
Figura 3.17. Severidade da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.	253
Figura 3.18. Distribuição dos erros absolutos (severidade estimada - severidade real) das estimativas de severidade da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) na 1ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos	

grupos 1 (A), 2 (B), 3 (C) e 4 (D); e na 2ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (E) e 2 (F), e com auxílio da escala, nos grupos 3 (G) e 4 (H). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	254
Figura 3.19. Escala diagramática para avaliação de severidade (%) da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	261
Figura 3.20. Severidade da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem uso de escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	265
Figura 3.21. Severidade da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear, severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	266
Figura 3.22. Severidade da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação 1ª (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear, severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	267
Figura 3.23. Severidade da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear, severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	268
Figura 3.24. Distribuição dos erros absolutos (severidade estimada - severidade real) das estimativas de severidade da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) na 1ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (A), 2 (B), 3 (C) e 4 (D); e na 2ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (E) e 2 (F), e com auxílio da escala, nos grupos 3 (G) e 4 (H). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	269
Figura 3.25. Escala diagramática para avaliação de severidade (%) da septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	274
Figura 3.26. Severidade da septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem uso de escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha	

tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.	280
Figura 3.27. Severidade da septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.	281
Figura 3.28. Severidade da septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação 1ª (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.	282
Figura 3.29. Severidade da septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.	283
Figura 3.30. Distribuição dos erros absolutos (severidade estimada - severidade real) das estimativas de severidade da septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) na 1ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (A), 2 (B), 3 (C) e 4 (D); e na 2ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (E) e 2 (F), e com auxílio da escala, nos grupos 3 (G) e 4 (H). Brasília, DF, Brasil, 2018.	284
Figura 3.31. Escala diagramática para avaliação de severidade (%) da verrugose (<i>Cladosporium</i> spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018. ..	290
Figura 3.32. Severidade da verrugose (<i>Cladosporium</i> spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem uso de escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.	295
Figura 3.33. Severidade da verrugose (<i>Cladosporium</i> spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear, severidade real x estimada Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.	296
Figura 3.34. Severidade da verrugose (<i>Cladosporium</i> spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem o uso da escala	

diagramática na 1ª avaliação 1ª (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear, severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018. 297

Figura 3.35. Severidade da verrugose (*Cladosporium* spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear, severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018. 298

Figura 3.36. Distribuição dos erros absolutos (severidade estimada - severidade real) das estimativas de severidade da verrugose (*Cladosporium* spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) na 1ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (A), 2 (B), 3 (C) e 4 (D); e na 2ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (E) e 2 (F), e com auxílio da escala, nos grupos 3 (G) e 4 (H). Brasília, DF, Brasil, 2018. 299

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Escalas diagramáticas publicadas na literatura entre 1997 e 2017 e que utilizaram a análise de regressão linear (RL), o coeficiente de correlação de concordância de Lin (CCCL) ou ambas as metodologias no processo de validação..... 62

CAPÍTULO 1

Tabela 1. 1. Origem dos genótipos de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) avaliados para a resistência à bacteriose e virose do endurecimento dos frutos, sob cultivo protegido. Brasília, DF, Brasil, 2018..... 114

Tabela 1.2. Severidade e reação de resistência (R) à bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018..... 117

Tabela 1.3. Severidade, reação de resistência (R) e porcentagem de plantas resistentes à virose do endurecimento dos frutos (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* - CABMV) em maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018..... 117

Tabela 1.4. Incidência, severidade, reação de resistência (R) e porcentagem de plantas resistentes à virose do endurecimento dos frutos (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* - CABMV) em maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018. 121

Tabela 1.5. Severidade, reação de resistência (R) e porcentagem de plantas resistentes à bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018. 123

Tabela 1.6. Severidade e reação de resistência (R) à bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018..... 126

Tabela 1.7. Incidência, severidade, reação de resistência (R) e porcentagem de plantas resistentes à virose do endurecimento dos frutos (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* - CABMV) em maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018. 128

CAPÍTULO 2

Tabela 2.1. Intercepto (a), coeficiente angular da reta (b) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear calculadas entre severidade real e severidade estimada da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018. 157

Tabela 2.2. Erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) das estimativas de severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018..... 158

Tabela 2.3. Erro máximo, em valor absoluto, valores na faixa de variação de 10% (valores = $x \pm 10$) e valores na faixa de variação de 5% (valores = $x \pm 5$) das estimativas em relação ao valor de severidade real da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	159
Tabela 2.4. Coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear relacionadas às estimativas visuais da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims), entre pares de avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática. Brasília, DF, Brasil, 2018.....	159
Tabela 2.5. Valores de correlação entre severidades estimada e real (r), fator de correção do desvio (C_b) e coeficiente de correlação concordante de Lin (ρ_c) para a bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.	160
Tabela 2.6. Intercepto (a), coeficiente angular da reta (b) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear calculadas entre severidade real e severidade estimada da septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	171
Tabela 2.7. Erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) das estimativas de severidade da septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	172
Tabela 2.8. Erro máximo, em valor absoluto, valores na faixa de variação de 10% (valores = $x \pm 10$) e valores na faixa de variação de 5% (valores = $x \pm 5$) das estimativas em relação ao valor de severidade real da septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.	173
Tabela 2.9. Coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear relacionadas às estimativas visuais da septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims), entre pares de avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática. Brasília, DF, Brasil, 2018.....	173
Tabela 2.10. Valores de correlação entre severidades estimada e real (r), fator de correção do desvio (C_b) e coeficiente de correlação concordante de Lin (ρ_c) para a septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.	174
Tabela 2.11. Intercepto (a), coeficiente angular da reta (b) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear calculadas entre severidade real e severidade estimada da verrugose (<i>Cladosporium</i> spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	185

Tabela 2.12. Erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) das estimativas de severidade da verrugose (<i>Cladosporium</i> spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	186
Tabela 2.13. Erro máximo, em valor absoluto, valores na faixa de variação de 10% (valores = $x \pm 10$) e valores na faixa de variação de 5% (valores = $x \pm 5$) das estimativas em relação ao valor de severidade real da verrugose (<i>Cladosporium</i> spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	187
Tabela 2.14. Coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear relacionadas às estimativas visuais da verrugose (<i>Cladosporium</i> spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims), entre pares de avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática. Brasília, DF, Brasil, 2018.....	187
Tabela 2.15. Valores de correlação entre severidades estimada e real (r), fator de correção do desvio (C_b) e coeficiente de correlação concordante de Lin (ρ_c) para a verrugose (<i>Cladosporium</i> spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.	188

CAPÍTULO 3

Tabela 3.1. Intercepto (a), coeficiente angular da reta (b) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear calculadas entre severidade real e severidade estimada da antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.	225
Tabela 3.2. Erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) das estimativas de severidade da antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	226
Tabela 3.3. Erro máximo, em valor absoluto, valores na faixa de variação de 10% (valores = $x \pm 10$) e valores na faixa de variação de 5% (valores = $x \pm 5$) das estimativas em relação ao valor de severidade real da antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	227
Tabela 3.4. Coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear relacionadas às estimativas visuais da antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims), entre pares de avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática. Brasília, DF, Brasil, 2018.....	227
Tabela 3.5. Valores de correlação entre severidades estimada e real (r), fator de correção do desvio (C_b) e coeficiente de correlação concordante de Lin (ρ_c) para a antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	228

Tabela 3.6. Intercepto (<i>a</i>), coeficiente angular da reta (<i>b</i>) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear calculadas entre severidade real e severidade estimada da antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	240
Tabela 3.7. Erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) das estimativas de severidade da antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.	241
Tabela 3.8. Erro máximo, em valor absoluto, valores na faixa de variação de 10% (valores = $x \pm 10$) e valores na faixa de variação de 5% (valores = $x \pm 5$) das estimativas em relação ao valor de severidade real da antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	242
Tabela 3.9. Coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear relacionadas às estimativas visuais da antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims), entre pares de avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática. Brasília, DF, Brasil, 2018.....	242
Tabela 3.10. Valores de correlação entre severidades estimada e real (<i>r</i>), fator de correção do desvio (C_b) e coeficiente de correlação concordante de Lin (ρ_c) para a antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	243
Tabela 3.11. Intercepto (<i>a</i>), coeficiente angular da reta (<i>b</i>) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear calculadas entre severidade real e severidade estimada da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.	255
Tabela 3.12. Erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) das estimativas de severidade da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	256
Tabela 3.13. Erro máximo, em valor absoluto, valores na faixa de variação de 10% (valores = $x \pm 10$) e valores na faixa de variação de 5% (valores = $x \pm 5$) das estimativas em relação ao valor de severidade real da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	257
Tabela 3.14. Coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear relacionadas às estimativas visuais da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims), entre pares de avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática. Brasília, DF, Brasil, 2018.....	257
Tabela 3.15. Valores de correlação entre severidades estimada e real (<i>r</i>), fator de correção do desvio (C_b) e coeficiente de correlação concordante de Lin (ρ_c) para a bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i>	

pv. <i>passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	258
Tabela 3.16. Intercepto (<i>a</i>), coeficiente angular da reta (<i>b</i>) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear calculadas entre severidade real e severidade estimada da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.	270
Tabela 3.17. Erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) das estimativas de severidade da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	271
Tabela 3.18. Erro máximo, em valor absoluto, valores na faixa de variação de 10% (valores = $x \pm 10$) e valores na faixa de variação de 5% (valores = $x \pm 5$) das estimativas em relação ao valor de severidade real da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	272
Tabela 3.19. Coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear relacionadas às estimativas visuais da bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims), entre pares de avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática. Brasília, DF, Brasil, 2018.....	272
Tabela 3.20. Valores de correlação entre severidades estimada e real (<i>r</i>), fator de correção do desvio (C_b) e coeficiente de correlação concordante de Lin (ρ_c) para a bacteriose (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	273
Tabela 3.21. Intercepto (<i>a</i>), coeficiente angular da reta (<i>b</i>) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear calculadas entre severidade real e severidade estimada da septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.	285
Tabela 3.22. Erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) das estimativas de severidade da septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.	286
Tabela 3.23. Erro máximo, em valor absoluto, valores na faixa de variação de 10% (valores = $x \pm 10$) e valores na faixa de variação de 5% (valores = $x \pm 5$) das estimativas em relação ao valor de severidade real da septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	287
Tabela 3.24. Coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear relacionadas às estimativas visuais da septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims), entre pares de avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática. Brasília, DF, Brasil, 2018.	287

Tabela 3.25. Valores de correlação entre severidades estimada e real (r), fator de correção do desvio (C_b) e coeficiente de correlação concordante de Lin (ρ_c) para a septoriose (<i>Septoria passiflorae</i>) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.	288
Tabela 3.26. Intercepto (a), coeficiente angular da reta (b) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear calculadas entre severidade real e severidade estimada da verrugose (<i>Cladosporium</i> spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.	300
Tabela 3.27. Erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) das estimativas de severidade da verrugose (<i>Cladosporium</i> spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.	301
Tabela 3.28. Erro máximo, em valor absoluto, valores na faixa de variação de 10% (valores = $x \pm 10$) e valores na faixa de variação de 5% (valores = $x \pm 5$) das estimativas em relação ao valor de severidade real da verrugose (<i>Cladosporium</i> spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.....	302
Tabela 3.29. Coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear relacionadas às estimativas visuais da verrugose (<i>Cladosporium</i> spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims), entre pares de avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática. Brasília, DF, Brasil, 2018.	302
Tabela 3.30. Valores de correlação entre severidades estimada e real (r), fator de correção do desvio (C_b) e coeficiente de correlação concordante de Lin (ρ_c) para a verrugose (<i>Cladosporium</i> spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.	303

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	25
2. OBJETIVO GERAL.....	27
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
4. REVISÃO DE LITERATURA	28
4.1. ASPECTOS GERAIS DO MARACUJAZEIRO.....	28
4.2. DOENÇAS DO MARACUJAZEIRO	31
4.2.1. Antracnose.....	31
4.2.2. Bacteriose.....	34
4.2.3. Septoriose.....	37
4.2.4. Verrugose	39
4.2.5. Virose do endurecimento dos frutos.....	42
4.3. MELHORAMENTO GENÉTICO DO MARACUJAZEIRO PARA RESISTÊNCIA A DOENÇAS	44
4.3.1. Melhoramento do maracujazeiro azedo para resistência à antracnose	48
4.3.2. Melhoramento do maracujazeiro azedo para resistência à bacteriose.....	49
4.3.3. Melhoramento do maracujazeiro azedo para resistência à septoriose.....	51
4.3.4. Melhoramento do maracujazeiro azedo para resistência à verrugose	51
4.3.5. Melhoramento do maracujazeiro azedo para resistência à virose do endurecimento dos frutos.....	52
4.4. QUANTIFICAÇÃO DE DOENÇAS EM PLANTAS	53
4.4.1. Métodos indiretos de avaliação de doenças	55
4.4.2. Métodos diretos de avaliação de doenças.....	55
4.4.3. Quantificação da incidência da doença	55
4.4.4. Quantificação da severidade da doença.....	56
4.4.5. Escalas diagramáticas.....	57
4.4.6. Validação de escalas diagramáticas	59
4.4.7. Erros na avaliação da severidade de doenças.....	61
4.4.8. Quantificação de doenças no maracujazeiro	66
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
CAPÍTULO 1	107
RESUMO	108
ABSTRACT	109
1.1. INTRODUÇÃO.....	110
1.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	112

1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	116
1.3.1. Experimento 1	116
1.3.2. Experimento 2	120
1.3.3. Experimento 3	125
1.4. CONCLUSÕES.....	130
1.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	131
1.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	132
CAPÍTULO 2	138
RESUMO	139
ABSTRACT	140
2.1. INTRODUÇÃO.....	141
2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	144
2.2.1. Elaboração das escalas diagramáticas	144
2.2.2. Validação das escalas diagramáticas	144
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	147
2.3.1. Escala diagramática para quantificação da severidade da bacteriose em frutos.....	147
2.3.2. Escala diagramática para a quantificação da severidade da septoriose em frutos.....	161
2.3.3. Escala diagramática para a quantificação da severidade da verrugose em frutos.....	175
2.4. CONCLUSÕES.....	189
2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	190
CAPÍTULO 3	204
RESUMO	205
ABSTRACT	207
3.1. INTRODUÇÃO.....	209
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	212
3.2.1. Elaboração das escalas diagramáticas	212
3.2.2. Validação das escalas diagramáticas	213
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	215
3.3.1. Escala diagramática para quantificação da severidade da antracnose em folhas inteiras.....	215
3.3.2. Escala diagramática para a quantificação da severidade da antracnose em folhas trilobadas ...	229
3.3.3. Escala diagramática para a quantificação da severidade da bacteriose em folhas inteiras.....	244
3.3.4. Escala diagramática para a quantificação da severidade da bacteriose em folhas trilobadas....	259
3.3.5. Escala diagramática para a quantificação da severidade da septoriose em folhas inteiras.....	274

3.3.6. Escala diagramática para a quantificação da severidade da verrugose em folhas trilobadas	289
3.4. CONCLUSÕES.....	304
3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	305

1. INTRODUÇÃO GERAL

O maracujá azedo ou amarelo (*Passiflora edulis* Sims) é uma fruta tropical, globalmente consumida e cultivada em diferentes regiões tropicais do mundo (FREITAS et al., 2016). É cultivada principalmente para o abastecimento do mercado de fruta fresca e para o processamento de sucos pelas agroindústrias, mas também tem sido usada na fabricação de inúmeros produtos alimentícios, cosméticos e medicinais (FALEIRO et al., 2016). A cultura apresenta um rápido retorno financeiro e oferece a oportunidade de uma receita distribuída ao longo do ano, com diferentes opções de mercado e de agregação de valor ao produto (MELETTI et al., 2011; FALEIRO et al., 2016).

A produção mundial é liderada pelo Brasil com aproximadamente 703.500 toneladas por ano (IBGE, 2016). Entretanto, apesar da sua excelente posição no mercado internacional, a produção brasileira tem variado muito recentemente. Diferentes fatores contribuem para essa oscilação, como o baixo uso de tecnologia de produção e a escassez de cultivares produtivas e resistentes a doenças (FREITAS et al., 2016). Nos últimos anos tem-se observado uma oscilação na produtividade, o que se deve, principalmente, à ocorrência de doenças na cultura do maracujazeiro (IBGE, 2016). Dentre elas, destacam-se a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*), a bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*), a verrugose (*Cladosporium* spp.), a septoriose (*Septoria passiflorae*) e a virose do endurecimento dos frutos (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* - CABMV) (CARVALHO et al., 2015).

O desenvolvimento de cultivares resistentes é apontado como uma importante estratégia em programas de melhoramento genético devido a alta suscetibilidade apresentada pelas cultivares comerciais às principais doenças (FALEIRO et al., 2015). Para tanto, o uso de metodologias que permitam a correta quantificação das doenças é fundamental para a avaliação e seleção de materiais superiores (LIBRELON et al., 2015). Quantificação de doenças ou patometria é o processo pelo qual os sintomas são avaliados e expressos em unidades que permitam comparações objetivas (LARANJEIRA, 2005). A severidade da doença é normalmente a variável mais utilizada nas avaliações, acessada principalmente por meio de estimativas visuais da porcentagem de área lesionada em relação à área total (DUARTE et al., 2013). Como as estimativas visuais estão sujeitas a grande subjetividade e podem variar de acordo com a habilidade inata de cada avaliador, várias estratégias têm sido

propostas para padronizar as estimativas, como a utilização de escalas diagramáticas (MADDEN et al., 2007).

Escalas diagramáticas são representações gráficas de partes de plantas com sintomas da doença em diferentes níveis de severidade (ALVES et al., 2015). São reconhecidas por proporcionarem avaliações mais acuradas, precisas e reproduzíveis (DEL PONTE et al., 2017). As avaliações realizadas com auxílio de escalas diagramáticas apresentam menores erros experimentais. Desse modo, quando utilizadas em programas de melhoramento genético, aumentam a confiabilidade das estimativas de herdabilidade para a resistência à doença e os ganhos potenciais do melhoramento por meio da seleção (VIEIRA et al., 2014).

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar a reação de genótipos do maracujazeiro azedo à bacteriose e à virose do endurecimento dos frutos, em fase de mudas, sob cultivo protegido, e elaborar e validar escalas diagramáticas para avaliação da severidade de doenças em frutos e folhas do maracujazeiro azedo.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Avaliar a reação de genótipos de maracujazeiro azedo a isolados de Xap (UnB-1392 e UnB-1393) e CABMV (UnB-FAL e UnB-Pipiripau), inoculados em épocas distintas, nas mesmas plantas, em fase de mudas;
- 2) Elaborar e validar escalas diagramáticas para a avaliação da severidade da bacteriose, septoriose e verrugose em frutos do maracujazeiro azedo;
- 3) Elaborar e validar escalas diagramáticas para a avaliação da severidade da antracnose, bacteriose e septoriose em folhas inteiras do maracujazeiro azedo;
- 4) Elaborar e validar escalas diagramáticas para a avaliação da severidade da antracnose, bacteriose e verrugose em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. ASPECTOS GERAIS DO MARACUJAZEIRO

O maracujazeiro pertence à família Passifloraceae, composta por aproximadamente 17 (FEUILLET; MACDOUGAL, 2007) gêneros e 700-750 espécies distribuídas em regiões tropicais e temperadas. Tais variações são resultado de incertezas taxonômicas, o uso de sinônimos e de novas espécies descritas (CERQUEIRA-SILVA et al., 2016). Na América, a família é representada por quatro gêneros: *Ancistrothyrsus* Harms, *Dilkea* Mast., *Mitostemma* Mast. e *Passiflora* L. (ULMER; MACDOUGAL, 2004). *Passiflora*, cujas espécies são popularmente conhecidas como maracujazeiros, é o gênero numericamente e economicamente mais importante da família, possuindo distribuição tropical e subtropical. O gênero é caracterizado por uma ampla diversidade morfológica, com aproximadamente 530 espécies (MACDOUGAL; FEUILLET, 2004), pelo menos 141 espécies nativas e 83 endêmicas do Brasil (BERNACCI et al., 2015; ZAPPI et al., 2015). Apesar do crescente interesse neste gênero, a caracterização genética e os programas de melhoramento permanecem modestos, especialmente ao se considerar o número de espécies ainda não estudadas (CERQUEIRA-SILVA et al., 2016).

Os maracujazeiros são plantas escandentes herbáceas ou lenhosas com gavinhas axilares, havendo também algumas espécies arbóreas de pequeno porte ou arbustivas. As hastes são cilíndricas ou quadrangulares, angulosas, suberificadas, glabras ou pilosas. As folhas são alternadas, simples ou compostas, inteiras ou trilobadas, com margens inteiras ou serrilhadas. As flores são axilares, solitárias ou em pares, apresentam diferentes tamanhos, cores e formatos. Os frutos geralmente são bagas indeiscentes, globosos, ovais ou fusiformes, com sementes envolvidas por arilo mucilaginoso do qual se extrai a polpa (FEUILLET; MACDOUGAL, 2007). A maioria das espécies apresenta crescimento vigoroso e contínuo, sistema radicular superficial e longo período de produção, com florescimento e frutificação em vários meses do ano (JESUS; FALEIRO, 2016). As flores são hermafroditas e a polinização é realizada principalmente por insetos ou aves (PÉREZ et al., 2007). Os maracujazeiros geralmente são plantas alógamas que exibem autoincompatibilidade (BRUCKNER et al., 2005). As principais espécies frutíferas de *Passiflora* são diferenciadas com base em descritores morfológicos, como hastes, número de pecíolos, glândulas peciolares, brácteas, sementes, além das morfologias da folha e dos frutos (TEIXEIRA, 1994).

Sua ampla variação morfológica parece ser resultado dos seus habitats bem como de suas relações co-evolutivas com muitos organismos (PÉREZ et al., 2007).

Diversas espécies de *Passiflora* apresentam propriedades cosméticas e medicinais, atraindo investimentos das indústrias química e farmacêutica (CASIERRA-POSADA; JARMA-OROZCO, 2016). As folhas, flores, raízes e frutos de espécies comerciais e silvestres apresentam papel fundamental no tratamento de diversas doenças na medicina tradicional. As propriedades tradicionalmente reconhecidas incluem ansiolítico, antiinflamatório, sedativo, antioxidante, antiespasmódico, antioxidante e neuroprotetor (TAÏWE; KUETE, 2017). Os frutos são ricos em mineirais e vitaminas A, C e D (ZERAIK et al., 2010) além de serem fontes de flavonoides, alcaloides e carotenoides (DHAWAN et al., 2004). As sementes são ricas em ácidos graxos essenciais que podem ser usados nas indústrias alimentícia e cosmética (ZERAIK et al., 2010). Além disso, o maracujazeiro possui potencial ornamental, apresentando ampla diversidade de folhas, flores e frutos. Atualmente, mais de 400 híbridos ornamentais existem no mundo (PEIXOTO, 2005).

Apesar da sua importância ecológica e dos diferentes potenciais de uso de *Passiflora* como recurso genético, a produção de frutos para consumo *in natura* e para o processamento em suco é que justificam o cultivo do maracujazeiro (SOUZA; MELETTI, 1997) e despertam o crescente interesse acadêmico e econômico (CERQUEIRA-SILVA et al., 2014a). Dentre as espécies nativas, 70 produzem frutos comestíveis e apresentam, conseqüentemente, grande importância econômica para a fruticultura brasileira (CUNHA; BARBOSA, 2002). As espécies com maior expressão comercial são *P. edulis* Sims (maracujazeiro azedo ou amarelo) e *P. alata* Dryander (maracujazeiro doce), sendo que o maracujazeiro azedo é o mais conhecido e economicamente importante da família (PÉREZ et al., 2007). O maracujazeiro azedo predomina nos cultivos comerciais do país (95% dos pomares) devido à qualidade dos seus frutos, produtividade e rendimento industrial (MELETTI; BRÜCKNER, 2001). Além dos maracujazeiros azedo e doce, outras espécies como *P. setacea*, *P. nitida* e *P. cincinnata* e híbridos interespecíficos de maracujás têm grande potencial comercial no país (FALEIRO et al., 2016).

O Brasil possui destaque mundial como o maior produtor e consumidor da fruta, com produção de 694.539 t em 50.837 ha (IBGE, 2015). Apesar disso, atualmente há apenas 24 cultivares de *P. edulis* disponíveis no país (MAPA, 2018). A produtividade média brasileira (13,7 t ha⁻¹) ainda é considerada baixa quando comparada ao potencial produtivo da cultura, que pode atingir mais de 40,0 t ha⁻¹ em condições experimentais e com o uso de cultivares

melhoradas geneticamente (FALEIRO et al., 2011a; FREITAS et al., 2011; NEVES et al., 2013). Alguns fatores são limitantes para a melhoria da qualidade do fruto e aumento da produtividade do maracujazeiro: a não utilização de cultivares melhoradas geneticamente, pois determinado número de produtores ainda usam sementes sem origem genética conhecida, obtidas de frutos coletados em pomares comerciais ou nos mercados; o baixo uso de tecnologias do sistema de produção, como a adequada correção da acidez e da fertilidade dos solos, podas de formação, adubações de cobertura, polinização manual, irrigação ou fertirrigação e controle fitossanitário (ROSADO et al., 2012; FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016).

Como o Brasil apresenta uma alta diversidade de frutos e alta produção das espécies de *Passiflora*, não é surpreendente que a expansão do cultivo do maracujazeiro tenha sido acompanhada pelo surgimento de problemas fitossanitários, incluindo pragas e doenças (FISCHER; REZENDE, 2008; CARVALHO et al., 2015). Certas condições ambientais podem favorecer a ocorrência e o desenvolvimento de agentes bióticos, reduzindo a vida útil do maracujazeiro de 6 para 1 ano (RAMALHO et al., 2011; SUSSEL, 2015). O maracujazeiro pode ser plantado em qualquer época do ano em áreas com irrigação. Períodos chuvosos e com temperaturas mais elevadas são mais favoráveis ao desenvolvimento da planta. No Centro-Sul, o plantio deve ser evitado em períodos com temperaturas amenas associadas à umidade elevada, condição que favorece a incidência de doenças da parte aérea e que pode inviabilizar o plantio em situações de elevada infestação (ROSA, 2016).

Apesar de o Brasil ser um importante centro de diversidade do gênero *Passiflora*, pouco se sabe sobre o potencial real da maioria das espécies conservadas em bancos de germoplasma (GONÇALVES et al., 2018). Atualmente, o germoplasma de *Passiflora* é explorado basicamente em estudos de caracterização agrônômica (ABREU et al., 2009; CASTRO et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2017) e molecular (CERQUEIRA-SILVA et al., 2015; BELLON et al., 2014; NEVES et al., 2014). O desenvolvimento de materiais que apresentem resistência a doenças, alta produtividade e boa qualidade dos frutos é importante no contexto dos programas de melhoramento genético do maracujazeiro (FALEIRO et al., 2006), de forma que o uso de genótipos superiores pode resultar em um aumento do potencial produtivo desta espécie (NEVES et al., 2013). Esforços para obter variedades resistentes a doenças têm envolvido hibridações intra e interespecíficas (JUNQUEIRA et al. 2008) e o uso de espécies silvestres resistentes como porta-enxertos (CAVICHOLI et al., 2011; AMBROSIO, 2015).

4.2. DOENÇAS DO MARACUJAZEIRO

A exploração econômica do maracujazeiro azedo tem apresentado constante oscilação em sua área cultivada. Em parte, isso se deve aos problemas fitossanitários nas regiões tradicionais de cultivo, aos danos resultantes da infecção por múltiplos patógenos e à suscetibilidade das cultivares comerciais às principais doenças da cultura (MELLETTI, 2011; CARVALHO et al., 2015).

Existem muitos fatores que contribuem para a redução da longevidade e produtividade do maracujazeiro, em especial as doenças causadas por fungos, bactérias e vírus. Dentre elas, destacam-se a antracnose, verrugose, septoriose, bacteriose e virose do endurecimento dos frutos. Essas doenças estão disseminadas em todas as regiões produtoras brasileiras e comprometem a qualidade do fruto, diminuindo o seu valor comercial, além de reduzir a produtividade e o ciclo produtivo da cultura (JOY, SHERIN, 2016). Em algumas situações, o cultivo do maracujazeiro pode ser inviabilizado economicamente em função dos sérios prejuízos causados pelas doenças (SAMPAIO et al., 2008).

4.2.1. Antracnose

A antracnose é causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. e ocorre em todas as áreas onde o maracujazeiro azedo é cultivado, sendo considerada uma das doenças mais importantes da cultura (YAMASHIRO, 1991) e a principal doença pós-colheita da cultura (FISCHER et al., 2007a). O fungo é capaz de penetrar pela superfície intacta dos frutos e provocar lesões ou manchas escuras na casca, prejudicando a aparência, reduzindo o período de conservação e comprometendo a comercialização dos frutos (SANTOS FILHO; SANTOS, 2003a; FISCHER; REZENDE, 2008).

A alta umidade, principalmente no período de chuvas, e temperaturas entre 21 e 28 °C favorecem o desenvolvimento da doença (VIANA et al., 2003; MARTINS et al., 2006). Na ausência de controle, a antracnose causa sérios prejuízos à cultura. Geralmente a doença se inicia em pequenas reboleiras na lavoura (COSTA et al., 2008), afetando principalmente os frutos desenvolvidos. É predominante em países tropicais e subtropicais, onde contribui para a redução direta da qualidade e quantidade dos frutos e aumenta os custos de produção devido à necessidade de controle no campo e na pós-colheita (MARTINS et al., 2006). Sua ocorrência

associada a da mancha bacteriana pode agravar os danos causados (DIAS, 2000; FISCHER; REZENDE, 2008).

O fungo sobrevive e esporula em tecidos infectados e restos culturais, frutos secos ou remanescentes no pomar (JUNQUEIRA; GUIMARÃES, 2007). Pode ainda sobreviver na própria planta, de uma estação para a outra, aumentando a severidade da doença no segundo ano de cultivo (VIANA et al., 2003). A disseminação do patógeno ocorre por meio de respingos de água, insetos, sementes, implementos agrícolas e mudas infectadas. Seus danos são mais expressivos em plantios adultos, geralmente após o primeiro pico de safra, chegando a provocar secas de ramos e morte de plantas. O fungo infecta tecidos novos e brotações, podendo permanecer em estado latente ou quiescente, sem formar sintomas, até que as condições climáticas se tornem favoráveis ou a planta sofra algum tipo de estresse (JUNQUEIRA; GUIMARÃES, 2007).

Todos os órgãos aéreos da planta são afetados pela doença. Os sintomas típicos da doença são as manchas nas folhas, botões florais e frutos, e os cancos nos ramos e gavinhas (COSTA et al., 2008; JUNQUEIRA et al., 2016), causando desfolhamento intenso, seca dos ramos e apodrecimento dos frutos (CARVALHO et al., 2015; JOY; SHERIN, 2016). A seca dos ponteiros e dos ramos laterais (*dieback*), caracterizada pela redução no alongamento dos ramos, encurtamento dos entrenós e seca e morte eventual dessas estruturas são sintomas normalmente associados à antracnose (JOY; SHERIN, 2016).

Nas folhas, as lesões começam como manchas pequenas (2-3 mm de diâmetro), coloração pardo clara, borda verde escura, aspecto oleoso. Posteriormente, tornam-se pardo escuras, irregulares e podem atingir mais de 1 cm de largura (PICCININ, 2005; SUSSEL, 2010). No interior das manchas, o tecido apresenta coloração acinzentada e pode se romper nesse ponto (VIANA et al., 2003). Em condições de alta umidade relativa durante longos períodos, manchas aquosas de tonalidade mais escura podem ser identificadas. Em geral, essas manchas iniciam-se pelas bordas do limbo foliar, dando um aspecto de queimadura às folhas. Sob condições favoráveis, as manchas podem coalescer e atingir mais de 30% da lâmina foliar (SANTOS FILHO; SANTOS, 2003a), resultando em abscisão das folhas e enfraquecimento da planta (DIAS, 2000; SUSSEL, 2010).

Quando a doença ocorre nos ramos e caule, observam-se manchas de coloração verde intensa ou marrom escura, alongadas, de 4 a 6 mm de largura. Com a evolução da doença, ocorre a formação de cancos, que possuem coloração clara, aspecto deprimido e expõem os tecidos do lenho. Em ataques severos, as lesões podem circundar os ponteiros dos ramos e

gavinhas causando abscisão foliar, seca e morte geral do ramo ou parcial da planta (COSTA et al., 2008; FISCHER; REZENDE, 2008).

O patógeno causa abortamento dos botões florais e a queda dos frutos em formação (FISCHER; REZENDE, 2008). Nos frutos, as manchas aparecem quando eles já estão bem desenvolvidos, embora imaturos (VIANA et al., 2003). Em frutos jovens, as manchas são superficiais, oleosas e de coloração pardo clara. Com o progresso da doença, essas manchas tornam-se profundas, adquirem coloração marrom escura, formato deprimido, havendo formação de tecido corticoso (FISCHER; REZENDE, 2008). Geralmente os frutos murcham e caem (DIAS, 2000). Os frutos em amadurecimento apresentam manchas circulares, escuras, com até 1 cm de diâmetro. Essas lesões evoluem para áreas de podridão moles e deprimidas, podendo atingir grandes extensões dos frutos (FISCHER; REZENDE, 2008). Frutos afetados tornam-se inadequados à comercialização não somente pelo comprometimento do seu aspecto externo, como também pela ação do patógeno na polpa, que causa a sua fermentação e apodrecimento (VIANA et al., 2003). Esses sintomas são observados nos frutos em pós-colheita, quando frutos aparentemente sadios desenvolvem sintomas em função das infecções latentes causadas pelo fungo (PERUCH et al., 2011).

As lesões nas folhas, frutos e ramos geralmente apresentam pequenos pontos negros chamados acérvulos, que sob condições de alta umidade relativa do ar ($\pm 90\%$) e temperaturas médias entre 26 °C e 28 °C são cobertas por uma massa rosada/alaranjada formada por conídios embebidos em uma matriz mucilaginosa (VIANA et al., 2003; FISCHER; REZENDE, 2008).

O manejo da doença consiste, inicialmente, em evitar a introdução do patógeno na área de cultivo. O uso de sementes ou mudas sadias e tratadas adequadamente deve ser preconizado. Os viveiros devem ser construídos longe das plantações velhas e infectadas (JUNQUEIRA; JUNQUEIRA, 2007). O desenvolvimento de folhas em demasia pode ser evitado por meio de adubações equilibradas, principalmente no que tange ao nitrogênio, que pode favorecer a intensidade da doença quando em excesso. Adubações com cálcio e potássio diminuem a intensidade da doença (COSTA et al., 2008).

A poda de limpeza é recomendada para remover as partes afetadas, melhorar o arejamento e a penetração de luz na cultura (VIANA et al., 2003; COSTA et al., 2008). Com isso, a formação de microclima muito úmido, adequado ao ataque e desenvolvimento do patógeno, é desfavorecida, reduzindo a intensidade da doença (JUNQUEIRA; JUNQUEIRA, 2007). A poda deve ser feita quando as plantas estiverem secas, seguida de aplicação de

fungicida. Durante condições favoráveis ao desenvolvimento do fungo, aplicações de fungicidas curativos e protetivos são necessárias (FISCHER; REZENDE, 2008), devendo ser mais frequentes em períodos de alta precipitação (COSTA et al., 2008). Recomenda-se a remoção de restos da cultura, folhas e frutos caídos. Os frutos não devem ser colhidos em condições úmidas, indevidamente expostos ao sol ou mantidos sem refrigeração por longo período (FISCHER; REZENDE, 2008). Deve-se evitar a coleta de frutos no chão, bem como evitar ferimentos ao colocá-los nas caixas (COSTA et al., 2008).

O controle químico da antracnose é realizado com fungicidas a base de clorothalonil, mancozeb, tebuconazol, difenoconazol, cobre e tiofanato metílico (JUNQUEIRA; JUNQUEIRA, 2007), mas também são controlados de forma eficaz com os tratamentos recomendados no controle da bacteriose (JUNQUEIRA et al., 2016). Todavia, os quinze produtos registrados no Ministério da Agricultura para o controle químico da antracnose do maracujazeiro são tebuconazol, metiram + piraclostrobina, tebuconazol + trifloxistrobina, fluxapiroxade + piraclostrobina, óxido cuproso, difenoconazol, tibendazol, flutriafol e hidróxido de cobre (AGROFIT, 2018). Não há tratamento curativo eficaz para a antracnose nos ramos (JUNQUEIRA et al., 2016). O tratamento hidrotérmico tem se mostrado eficiente na redução de perdas nos frutos em pós colheita (BENATO et al., 2001; COSTA et al., 2008).

4.2.2. Bacteriose

A bacteriose foi descrita originalmente por Pereira (1969), no estado de São Paulo, região de Araraquara, que classificou a bactéria como *Xanthomonas passiflorae*. Posteriormente, Dye (1980) sugeriu a nova designação *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae* para a espécie. Em 2000, com base em estudos moleculares, Gonçalves e Rosato propuseram que a denominação da bactéria fosse alterada de *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae* para *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*.

Xanthomonas axonopodis pv. *passiflorae* (Pereira) Gonçalves & Rosato, uma bactéria aeróbica, gram-negativa e que forma colônias amarelas no meio de cultura, é o agente causal da bacteriose (JOY; SHERIN, 2016). A bactéria está presente nas áreas onde Passifloraceae são cultivadas, infectando todas as espécies de maracujazeiro comercialmente cultivadas (BERIAM; MALAVOLTA, 2006).

Também chamada de mancha oleosa, crestamento bacteriano, morte precoce ou simplesmente mancha-bacteriana, essa doença afeta folhas e frutos, provocando perdas

significativas no maracujazeiro azedo, particularmente sob condições de alta temperatura e umidade (JUNQUEIRA; JUNQUEIRA, 2007) e em plantas com distúrbios nutricionais (PIORIBEIRO; MARIANO, 1997). As plantas no campo podem ser intensamente afetadas, especialmente nas áreas em que o maracujazeiro é cultivado sem quebra-vento ou próximo a pomares velhos e com sanidade comprometida (MELETTI et al., 2005). A bacteriose é considerada uma das doenças mais importantes desta cultura, pois reduz drasticamente o seu período de exploração comercial, apresentando-se como um fator de risco ou limitante da cultura em várias regiões produtoras (BRANCAGLIONE et al., 2009). O nome de morte precoce reflete a drástica redução da vida da planta afetada, que passa de 3 a 4 anos para 12 a 18 meses (VIANA et al., 2003).

A penetração do patógeno ocorre via estômatos e hidatódios, sendo favorecida por ferimentos na planta. A bactéria sobrevive em tecidos doentes da planta e em restos culturais contaminados. A disseminação entre áreas pode ocorrer por meio de sementes e mudas contaminadas enquanto a disseminação entre plantas é favorecida pelo vento, chuva, irrigação e insetos (VIANA et al. 2003; JOY; SHERIN, 2016). A disseminação também pode ser realizada por meio de ferramentas, utensílios e máquinas contaminadas (MELETTI; MAIA, 1999).

A doença afeta os órgãos da parte aérea e apresenta duas formas de infecção, a localizada e a sistêmica, que podem ocorrer de forma associada ou não (SANTOS; SANTOS FILHO, 2003b). A forma localizada ocorre nas folhas, principalmente nas mais internas. A infecção ocorre por meio de aberturas naturais e lesões, seguida pela colonização do patógeno nos espaços intercelulares e tecidos vasculares (JOY; SHERIN, 2016). A doença começa com lesões pequenas, de 0,5 a 2 mm, aspecto oleoso e formatos irregulares (JUNQUEIRA et al., 2016), passando para manchas parcialmente delimitadas pelas nervuras, ligeiramente circulares, de coloração verde escura nos bordos e marrom na parte central, rodeadas por um halo amarelo (PERUCH et al., 2011).

Sob condições favoráveis, as lesões tornam-se maiores, necróticas, deprimidas, assumem uma coloração marrom-avermelhada (VIANA et al., 2003; FISCHER; REZENDE, 2008). Essas lesões apresentam bordas definidas, formato irregular, tamanho variável e muitas vezes coalescem e comprometem grandes áreas de tecido foliar (PERUCH et al., 2011; JUNQUEIRA et al., 2016). Em folhas maduras, as lesões podem ser iniciadas nas margens, coalescendo e formando grandes áreas castanho-avermelhadas, envoltas por um halo clorótico (COSTA et al., 2008). Como estão submetidas a maior umidade, as folhas internas são as

primeiras a apresentarem os sintomas da doença (VIANA et al., 2003). Com o desenvolvimento da bacteriose, ocorre seca das folhas e, posteriormente, desfolha (ISHIDA; HALDFELD-VIEIRA, 2009).

A forma sistêmica ocorre inicialmente junto às nervuras foliares. A infecção pode avançar através das nervuras das folhas, evoluindo para o pecíolo, até alcançar os feixes vasculares mais finos, resultando em uma invasão sistêmica na planta (SANTOS; SANTOS FILHO, 2003b; FISCHER et al., 2007b). Os tecidos vasculares ficam enegrecidos, sendo possível visualizar o exsudato bacteriano (COSTA et al., 2008). Com a obstrução dos vasos lenhosos dos ramos pela bactéria, ocorre seca progressiva, morte dos ramos a partir das pontas e até mesmo a morte prematura da planta (JUNQUEIRA et al., 1999; PERUCH et al., 2011; CARVALHO et al., 2015).

As lesões nos frutos são grandes, inicialmente oleosas e esverdeadas, e depois pardas. Possuem formato circular ou irregular, com margens bem delimitadas, podendo coalescer e causar lesões de grandes extensões (FISCHER; REZENDE, 2008; MALAVOLTA JR., 1998). Nos frutos novos de variedades altamente susceptíveis, as lesões são circulares, escuras, deprimidas e com fundo mole. Em variedades mais tolerantes, as lesões podem ser observadas principalmente em frutos maduros, nos quais aparecem como manchas irregulares, deprimidas, de coloração marrom clara (JUNQUEIRA et al., 1999). As lesões inicialmente são superficiais, mas em condições favoráveis, o patógeno pode penetrar a polpa, contaminar as sementes, promover a fermentação da polpa e apodrecimento do fruto (JUNQUEIRA; JUNQUEIRA, 2007; VIANA et al., 2003). Nesses casos, os frutos caem antes de sua maturação completa ou se tornam não comercializáveis, inadequados para o consumo e para o processamento industrial (GONÇALVES; ROSATO, 2000). Geralmente, no final do período das chuvas, essa doença provoca intenso desfolhamento, provocando manchas também nos frutos e redução do seu peso e do seu valor comercial (JUNQUEIRA et al., 2016).

Diante da suscetibilidade das cultivares comerciais à bacteriose e da ausência de controle químico efetivo para o seu controle, a maioria das medidas de controle são apenas preventivas (FISCHER; REZENDE, 2008; JOY; SHERIN, 2016). Dentre as medidas de controle, preconiza-se a utilização de mudas e sementes sadias, uso de quebra-ventos, adubação e calagem adequadas. Novos plantios não devem ser instalados onde a doença tenha ocorrido nos dois anos anteriores e nem próximos a plantios contaminados. Outras medidas incluem a erradicação das porções vegetais doentes, destruição de restos culturais, controle de plantas invasoras e a desinfestação de implementos e ferramentas (SANTOS; SANTOS

FILHO, 2003b; JUNQUEIRA; JUNQUEIRA, 2007; FISCHER; REZENDE, 2008). Recomenda-se o tratamento hidrotérmico (50 °C, 30-60 minutos) de sementes com procedência desconhecida para a erradicação da bactéria (SANTOS; SANTOS FILHO, 2003b).

Os tratamentos químicos da bacteriose que têm propiciado os melhores resultados são oxiclreto de cobre + mancozeb ou Cuprozeb intercalado com pulverizações foliares de fosfito de potássio. Pulverizações foliares de gesso agrícola ou rocha também têm sido recomendadas (JUNQUEIRA et al., 2016). Apesar de tais produtos serem utilizados, apenas a casugamicina está registrada para a cultura do maracujazeiro (AGROFIT, 2018). O controle químico é normalmente restrito a situações críticas e não tem apresentado resultados satisfatórios. Por este motivo, recomenda-se que o manejo da bacteriose seja realizado por meio da integração dos controles químico, cultural e genético (JUNQUEIRA; JUNQUEIRA, 2007).

4.2.3. Septoriose

Três espécies de *Septoria* são relatadas como ocorrendo em espécies de *Passiflora*: *Septoria fructigena* Berk. & M.A. Curt. 1874, *S. passiflorae* Syd. 1939, e *S. passifloricola* Punith. 1980. Em 1939, Sydow reportou uma espécie de *Septoria* em *P. mollissima* no Equador, classificando-a como *S. passiflorae* Syd. 1939. Pouco tempo após a sua descrição, Louw (1941) inadvertidamente criou um homônimo ilegítimo, dando o mesmo nome à *Septoria* encontrada em *P. edulis* e *P. quitensis* na África do Sul, *S. passiflorae* Lown 1941. Em 1980, Punithalingam relatou que esses fungos eram distintos e publicou o nome *S. passifloricola* como uma substituição ao nome ilegítimo *S. passiflorae* Louw 1941. *S. passifloricola* é o nome aceito atualmente para *Septoria* da África do Sul (FISCHER; REZENDE, 2008; CLINE, 2018).

No Brasil, a septoriose é causada pelo fungo *S. passiflorae* Sydow, que sobrevive em sementes e restos de plantas infectadas, sua principal fonte de inóculo inicial. A dispersão ocorre por meio da água de chuva e/ou de irrigação, bem como por trabalhadores e implementos agrícolas que, durante os tratos culturais, carregam os conídios do fungo, os quais são produzidos dentro dos picnídios em condições de umidade elevada (SUSSEL, 2010). Períodos chuvosos prolongados e temperaturas amenas favorecem o desenvolvimento da doença e a disseminação do fungo (FISCHER; REZENDE, 2008).

A doença é presença constante nos plantios de maracujá, provocando desfolha e depreciando a qualidade dos frutos em função das manchas na casca (PINTO et al., 2006). Embora não tenha expressão econômica, a septoriose pode, esporadicamente, causar danos significativos decorrentes do intenso desfolhamento que ocasiona quando ocorre no final da estação chuvosa (SANTOS FILHO; SANTOS, 2003a), principalmente em viveiros e plantios onde o controle químico para prevenção de doenças não foi eficiente (YAMASHIRO, 1991).

Os primeiros sintomas aparecem nas folhas, que são os órgãos mais afetados. As lesões são inicialmente aquosas, cor pardo clara, com diâmetro de até 5 mm, formato circular ou levemente angulado e são normalmente cercadas por um halo clorótico. Posteriormente, tornam-se necróticas (LOUW, 1941; SUSSEL, 2010). Como consequência, as folhas novas tornam-se enrugadas, secam e desprendem-se das plantas com facilidade (LOUW, 1941; DIAS, 2000). A ocorrência de pontuações escuras e salientes, que correspondem aos picnídios do patógeno, pode ser verificada na superfície das lesões (FISCHER; REZENDE, 2008). Em condições muito favoráveis, pode ocorrer infecção das flores (COSTA et al., 2008).

Uma única lesão por folha é suficiente para causar abscisão e até mesmo folhas sem sintomas visíveis podem cair prematuramente (FISCHER; REZENDE, 2008). Ataques severos promovem até a queda das folhas mais velhas, no campo ou em viveiros, resultando em desfolha da planta, reduzindo seu potencial produtivo e retardando seu completo desenvolvimento (SUSSEL, 2010). Abscisão parcial ou completa é observada quando 15,0 a 20% das folhas da planta apresentam sintomas da doença (YAMASHIRO, 1991; PIZA JR., 1994). Em ramos jovens, as lesões podem promover constrição, levando à murcha e morte dos ponteiros, estimulando brotações laterais (LOUW, 1941; DIAS, 2000). As lesões nas flores assemelham-se àquelas das folhas. A infecção primária no cálice pode atingir a haste, causando abortamento e queda prematura das flores (LOUW, 1941; PINTO et al., 2006).

A desfolha intensa pode ocasionar a queda dos frutos ainda verdes ou então a infecção destes pelo fungo, que ocorre em qualquer fase do seu desenvolvimento e leva ao desenvolvimento ou amadurecimento irregular (INCH, 1978; FISCHER; REZENDE, 2008). Pode ainda favorecer a queima causada pela insolação direta, comprometendo seu aspecto externo (SUSSEL, 2010). Nos frutos, as lesões pardo claras possuem formatos mais circulares, com halo esverdeado, bordas bem definidas, medem até 5 mm de diâmetro e podem apresentar-se ligeiramente deprimidas. As lesões podem coalescer e cobrir áreas extensas dos frutos, formando grandes manchas nas cascas que, além de depreciar a qualidade do fruto, favorecem a sua infecção por outros patógenos (DIAS, 2000; BUENO et al., 2007).

Apesar disso, os danos causados pela septoriose nos frutos restringem-se apenas às cascas (FISCHER; REZENDE, 2008). Abscisão foliar e dos frutos, queda dos ramos e morte da planta podem ocorrer sob condições favoráveis à doença (LOUW, 1941; FISCHER; REZENDE, 2008).

A doença pode ser controlada através de medidas culturais associadas ao controle químico (DIAS, 2000). Em locais com histórico da doença, recomenda-se a adoção de um maior espaçamento entre linhas de cultivo para melhor arejamento. A poda de limpeza é recomendada para reduzir o inóculo do patógeno, arejar as plantas e aumentar a penetração de luz solar (DIAS, 2000; SUSSEL, 2010). As folhas atacadas devem ser destruídas após a sua remoção. Irrigação por aspersão não é recomendada (AGROFIT, 2018).

As medidas de controle químico utilizadas para as demais doenças da parte aérea, como o uso de fungicidas a base de carbamato e benzimidazol, geralmente são suficientes para evitar os danos causados pela septoriose em viveiros e no campo (FISCHER; REZENDE, 2008). Aplicações de tiabendazol ou tiofanato metílico + clorotalonil são eficientes para o controle da doença (PIZA JR., 1994), embora não haja registro desses produtos no MAPA para controle da septoriose (AGROFIT, 2018). A septoriose também pode ser controlada de forma eficaz utilizando-se os tratamentos previamente relatados para o controle da bacteriose (JUNQUEIRA et al., 2016).

4.2.4. Verrugose

A verrugose, também conhecida como cladosporiose, tem como agentes etiológicos fungos do gênero *Cladosporium*. Existem muitas discrepâncias na literatura acerca do patógeno causador desta doença. *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link e *C. cladosporioides* (Fres.) de Vries tem sido apontadas como as espécies causadoras da verrugose no Brasil (BARRETO et al., 1996; BARBOSA et al., 2001; NEGREIROS et al., 2004; BATISTTI et al., 2013; NASCIMENTO et al., 2016). Entretanto, recentemente, Bensch et al. (2012) publicaram uma extensa revisão sobre *Cladosporium* e afirmaram que *C. maracuja* Viégas, descrita em 1947, é a única espécie deste gênero que ataca os membros da família Passifloraceae no país. Até o momento não existe nenhum estudo acerca da filogenia molecular desse patossistema. Portanto, é uma área que carece estudos com ferramentas moleculares para elucidar a etiologia da doença.

A verrugose possui essa denominação devido às lesões superficiais semelhantes a verrugas causadas pelo fungo, em frutos. Tecidos jovens são mais suscetíveis à infecção que os tecidos maduros. A infecção ocorre sob condições de alta umidade e temperaturas amenas (VIANA et al., 2003), de modo que a severidade da doença é maior durante a primavera (FISCHER; REZENDE, 2008). O progresso da doença é favorecido em locais em que há alta densidade de plantas e/ou elevada umidade relativa, como viveiros (BARRETO et al., 1996; VIANA et al., 2003; NEGREIROS et al., 2004).

De acordo com Sussel (2015), a epidemia da verrugose depende de condições climáticas, sobretudo da temperatura máxima, que favoreçam a esporulação do patógeno em período coincidente com a emissão de novas folhas, ramos, gavinhas, flores e frutos pelo maracujazeiro, não sendo necessário molhamento foliar. A disseminação do patógeno ocorre principalmente por meio de mudas infectadas, pelo vento e água de irrigação (SUSSEL, 2015). Não há evidências de disseminação dos conídios de *Cladosporium* por meio de sementes (MANICOM et al., 2003; DELGADO-MÉNDEZ et al., 2013).

A verrugose manifesta-se principalmente em tecidos em fase de crescimento, como ramos novos, gavinhas, folhas, botões florais, flores e frutos com até sete dias após a polinização, prejudicando o desenvolvimento da planta e reduzindo a produção (SUSSEL, 2015). Nos ramos novos, a doença ataca as folhas e as hastes. Nas folhas, surgem manchas pequenas (3-6 mm de diâmetro), circulares, inicialmente translúcidas e posteriormente necróticas. Sinais pulverulentos cinza-esverdeados podem ser visualizados em condições de alta umidade, que correspondem à frutificação do fungo (PIO-RIBEIRO; MARIANO, 1997). As lesões podem atingir grandes áreas em função das condições climáticas (COSTA et al., 2008). Deformações ou encrespamento podem ocorrer quando as lesões estão localizadas próximas ou sobre as nervuras. Em alguns casos, o rompimento do tecido no centro da lesão causa perfuração no limbo foliar (PIO-RIBEIRO; MARIANO, 1997; COSTA et al., 2008) e normalmente há abscisão foliar (FISCHER; REZENDE, 2008).

As hastes tenras, pecíolos e gavinhas apresentam, inicialmente, lesões semelhantes às das folhas, que transformam-se em lesões de aspecto alongado, deprimido, onde se pode verificar as frutificações do fungo (PIO-RIBEIRO; MARIANO, 1997; COSTA et al., 2008). Os ramos lesionados têm sua taxa de crescimento reduzida ou secam (VIANA et al., 2003), tornam-se fracos e quebradiços à ação do vento (PIO-RIBEIRO; MARIANO, 1997), podendo também ocorrer morte dos ponteiros (JUNQUEIRA et al., 1999) e superbrotamento de ramos (JUNQUEIRA et al., 2016).

Nos botões florais, ocorre a formação de lesões circulares com até 5 mm em diâmetro, de coloração cinza escura e com uma pontuação mais clara no centro. Em condições de alta umidade, os botões florais e as flores apodrecem e caem (JUNQUEIRA et al., 1999). Como consequência, a frutificação é reduzida (CARVALHO et al., 2015). Coalescência de lesões e apodrecimento dos botões florais podem também ocorrer em casos de alta incidência da doença (VIANA et al., 2003). Embora o interior dos frutos esteja livre da ação do patógeno, a doença ao se manifestar em tecidos fotossintetizantes, causa intensa desfolha, prejudica o desenvolvimento da planta e reduz a produtividade, podendo ainda levar à morte da planta (PIO-RIBEIRO; MARIANO, 1997).

Geralmente, os frutos que vingam são infectados ainda na fase floral ou com até três semanas de idade. Após esse período, tornam-se resistentes (JUNQUEIRA et al., 1999). Em frutos menores, os sintomas começam com uma descoloração dos tecidos, que se tornam aquosos (SANTOS FILHO; SANTOS, 2003a). As lesões são circulares, escuras e ligeiramente profundas, com 3-5 mm de diâmetro. Em frutos maiores, ocorre desenvolvimento de tecido corticoso e saliente sobre as lesões inicialmente planas (YAMASHIRO, 1991; PIO-RIBEIRO; MARIANO, 1997). Essas lesões possuem aspecto similar a verrugas, que dá origem ao nome da doença (DELGADO-MÉNDEZ et al., 2013). Algumas lesões podem se formar no mesmo fruto, resultando em sua deformação e atrofia (FISCHER; REZENDE, 2008). As lesões são superficiais e, embora internamente as sementes e a qualidade do suco não sejam afetadas, a sua aparência, aceitação no mercado *in natura* e valor comercial são prejudicados (PIO-RIBEIRO; MARIANO, 1997; SANTOS FILHO; SANTOS, 2003a). Intensa queda de frutos pode ocorrer (JUNQUEIRA et al., 2016).

Trata-se de uma doença comum em viveiros, onde as plantas são mantidas em populações muito densas. Nessas situações, a doença apresenta evolução rápida, levando à necrose generalizada da parte aérea das plantas atacadas (BARRETO et al., 1996). No campo, causa a morte dos ponteiros e pode atrasar o florescimento e a produção, bem como reduzir a qualidade comercial do fruto (FISCHER; REZENDE, 2008).

Para o manejo da doença, deve-se inicialmente utilizar mudas saudáveis para a implantação do pomar (COSTA et al., 2008). A alta densidade de mudas nos viveiros deve ser evitada, assim como a irrigação excessiva. O manejo das plantas adultas deve favorecer a ventilação adequada das plantas, evitando a formação de ambientes úmidos por longos períodos. A poda e limpeza das plantas também devem ser realizadas e os tecidos infectados devem ser queimados para evitar a disseminação do patógeno (FISCHER; REZENDE, 2008). Em

condições de campo a adubação nitrogenada em excesso e a irrigação por aspersão devem ser evitadas (COSTA et al., 2008).

As medidas de manejo adotadas para o controle da antracnose podem ser satisfatórias para a verrugose (COSTA et al., 2008) e tem sido feitas por meio de aplicações preventivas periódicas com fungicidas protetores, principalmente durante os períodos de crescimento intenso e florescimento (FISCHER; REZENDE, 2008). Entretanto, o controle químico pode ser ineficiente em condições de alta umidade relativa e precipitação frequente (SANTOS et al., 2008). Nesses casos, recomenda-se a aplicação de tebuconazol e difenoconazol, semanal, quinzenal ou mensalmente, conforme a incidência da doença (SUSSEL, 2010). Além destes, o uso de estrobilurina, oxicloreto de cobre, cloratonil + oxicloreto de cobre, mancozeb e captan é eficiente para o controle da doença (PIZA JR., 1994). Os ramos em crescimento e as brotações novas devem ser protegidos pela aplicação de fungicidas e calda viçosa (COSTA et al., 2008). Até o momento, flutriafol é o único produto químico registrado para o controle da verrugose na cultura do maracujazeiro (AGROFIT, 2018)

4.2.5. Virose do endurecimento dos frutos

No Brasil, a virose do endurecimento dos frutos (VEF) é causada por *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), da família Potyviridae, gênero *Potiviridae* (NICOLINI et al., 2012; MELO et al., 2015), sendo considerada uma das doenças mais importantes do maracujazeiro azedo. Inicialmente, estudos baseados em propriedades sorológicas e biológicas consideravam que *Passion fruit woodiness virus* (PWV) era o agente causal da VEF no Brasil (CHAGAS et al., 1981). Posteriormente, análises moleculares identificaram que, na realidade, a doença era causada por CABMV (NASCIMENTO et al., 2006; CERQUEIRA-SILVA et al., 2008).

As plantas afetadas têm a produtividade e vida útil diminuídas. Em algumas regiões, o cultivo do maracujazeiro pode ser inviabilizado devido ao potencial destrutivo da doença (CARVALHO et al., 2015). O vírus é transmitido mecanicamente por afídeos, por enxertia de material infectado, manuseio de material contaminado e ferramentas de poda (VIANA et al., 2003). A trapoeraba é uma das principais hospedeiras do pulgão, servindo de abrigo e local de multiplicação do vetor, enquanto o maracujazeiro é hospedeiro do vírus (COSTA et al., 2008).

Nas folhas, os sintomas característicos são diferentes intensidades de mosaico e de enrugamento, com possível ocorrência de encarquilhamento, bolhosidade e distorção (VIANA

et al., 2003; COSTA et al., 2008). A redução ou desaparecimento dos sintomas em algumas folhas pode ocorrer, os quais retornam posteriormente em folhas mais jovens. Entretanto, esse comportamento depende da estirpe do vírus e das condições ambientais (SAMPAIO et al., 2008). A face da planta mais exposta à insolação geralmente apresenta menores sintomas da virose.

As plantas infectadas apresentam encurtamento dos entrenós (CARVALHO et al., 2015), resultando em plantas deformadas e de porte reduzido (CERQUEIRA et al., 2014b). Além disso, a sua produção é reduzida quantitativa e qualitativamente, pois os frutos ficam menores, frequentemente deformados e o pericarpo torna-se endurecido e espesso. Com isso, ocorre redução da cavidade interna do fruto e, conseqüentemente, redução do volume e peso da polpa (VIANA et al., 2003; COSTA et al., 2008). Frutos provenientes de plantas com virose podem não atender às expectativas do mercado consumidor nas suas características internas (teor de açúcar, acidez, rendimento de polpa) e externas (CAVICHOLI et al., 2011), e tornam-se impróprios para a comercialização (CARVALHO et al., 2015).

A ocorrência simultânea dos sintomas nas diferentes partes da planta contribui consideravelmente para a redução da sua vida útil (CERQUEIRA et al., 2014b). A queda da produtividade da cultura é determinada pela redução do ciclo produtivo das plantas e da produção de polpa (ANJOS et al., 2001). O ataque de patógenos oportunistas pode causar a morte em plantas suscetíveis (CERQUEIRA et al., 2014b).

Apesar de ter sido identificada no Brasil há mais de 40 anos, até o momento não existem medidas de controle eficientes para a VEF e, apesar dos esforços de pesquisas em programas de melhoramento genético, ainda não há variedades comerciais resistentes à doença (CERQUEIRA-SILVA et al., 2015). A prática mais adotada pelos produtores tem sido a renovação do pomar após as primeiras colheitas, quando 100% das plantas se tornam infectadas (MACIEL et al., 2009). Evitar a disseminação da doença tem sido a única forma de preveni-la, impedindo a entrada do patógeno em áreas onde ele não está presente. O controle químico do vetor não é eficiente (MACIEL et al., 2009) já que a relação do vírus-vetor é do tipo não persistente (YUKI et al., 2006).

Para diminuir a incidência e disseminação da VEF, as seguintes medidas devem ser criteriosamente adotadas: utilizar mudas comprovadamente sadias e certificadas; erradicar pomares de maracujazeiro azedo, doce ou ornamental velhos, improdutivo e abandonados; utilizar quebra-ventos; plantar o novo pomar em local isolado; fazer monitoramento da lavoura e eliminar plantas com sintomas da doença; eliminar plantas hospedeiras dos pulgões;

desinfetar as ferramentas utilizadas nos tratos culturais e não utilizar em plantas sadias os mesmos instrumentos de poda e desbrota utilizados em plantas com sintomas da doença; manter as entrelinhas do pomar permanentemente vegetadas e roçadas, preferencialmente com gramíneas; efetuar o plantio preferencialmente durante o período de menos chuvas (COSTA et al., 2008; CARVALHO et al., 2015; JUNQUEIRA et al., 2016).

Caso a virose já esteja instalada no pomar, pode-se reduzir os danos causados por meio de adubações equilibradas a base de esterco bem curtido, evitando que o esterco entre em contato com o pé da planta, associado a adubações químicas contendo macro e micronutrientes. Os tratamentos relatados para combater a bacteriose combinados com adubações de cobertura e com adubações aplicadas via foliar, têm aumentado, no Distrito Federal, a tolerância das cultivares BRS Gigante Amarelo, BRS Sol Cerrado e BRS Rubi (JUNQUEIRA et al., 2016).

4.3. MELHORAMENTO GENÉTICO DO MARACUJAZEIRO PARA RESISTÊNCIA A DOENÇAS

O melhoramento genético do maracujazeiro visa aprimorar suas características morfológicas, fisiológicas e agronômicas, buscando desenvolver materiais que apresentam alta produtividade e alta qualidade dos frutos (SANTOS et al., 2011a; GRECO et al., 2014; SILVA et al., 2017). No que tange ao melhoramento para a resistência a doenças, o estudo da variabilidade genética dos fitopatógenos e da herança genética da resistência a doenças tem sido apontados como prioridade e demanda. Segundo NAKATANI et al. (2009), a variabilidade do patógeno deve ser considerada na avaliação de genótipos de maracujazeiro em programas de seleção para cultivares resistentes. O uso de isolados mais virulentos é desejável, pois proporciona mais rigor na seleção e melhor discernimento entre genótipos resistentes e suscetíveis. Além disso, a resistência a doenças tornou-se uma questão primordial para as pesquisas, sob pena de redução drástica das áreas cultivadas e insustentabilidade econômica da cultura (FALEIRO et al., 2006).

Pragas e doenças causam as maiores perdas econômicas nos pomares comerciais do maracujazeiro no Brasil. Diante dessa suscetibilidade às doenças, algumas recomendações de manejo foram adotadas para estender o período de viabilidade da cultura e minimizar das perdas causadas por doenças (FISCHER et al. 2007a; SAMPAIO et al. 2008). Entretanto, esses procedimentos não têm se mostrado eficientes para minimizar as perdas de

produtividade. Assim, o melhoramento genético é apontado como prioridade para aumentar a variabilidade genética nas coleções de *Passiflora* visando o desenvolvimento de variedades resistentes (AUKAR et al., 2002). A utilização de materiais resistentes pode reduzir os danos causados pelas doenças, aumentar o lucro do produtor e contribuir para a produção mais sustentável no maracujazeiro (CASTRO et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2016).

Muitos estudos estão atualmente envolvidos na busca por plantas resistentes às diferentes doenças, podendo ser resumidos nas seguintes categorias: (i) estratégias de pré-imunização; (ii) caracterização de reações de genótipos às doenças; (iii) avaliação do potencial de uso de espécies silvestres como fontes de genes de resistência; e (iv) desenvolvimento e caracterização de híbridos resistentes com potencial de uso comercial (CERQUEIRA-SILVA et al., 2014b).

As linhas de pesquisa atuais concentram-se principalmente na obtenção de genótipos e híbridos com maior resistência a doenças por meio da incorporação de genes de resistência nas atuais cultivares-elite ou pelo desenvolvimento de novas cultivares (MELETTI et al., 2005; CERQUEIRA et al., 2015). Diversos pesquisadores apontam para a necessidade de pesquisas voltadas para o desenvolvimento de cultivares que combinem características de resistência a diferentes doenças (MELETTI et al., 2005; FALEIRO et al., 2011b).

A variabilidade inerente a *Passiflora* não está restrita às suas características morfológicas (VANDERPLANK, 1996; FEUILLET; MACDOUGAL, 2007) e composição física e química dos frutos e flores (ALVES et al., 2012; CHAGAS et al., 2016), mas incluem importantes características para a sua sobrevivência em ambientes naturais e/ou condições de cultivo, como a resistência das espécies silvestres a estresses bióticos e abióticos (JUNQUEIRA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2013; CERQUEIRA-SILVA et al., 2015; GONÇALVES et al., 2018). Essa variabilidade pode ser útil em programas de melhoramento para diferentes fins (CERQUEIRA-SILVA et al., 2014a).

Entretanto, o uso efetivo da diversidade existente em *Passiflora* para o melhoramento genético depende da identificação de fontes de resistência, levando à seleção de materiais superiores e à hibridação com variedades comerciais para a introgressão de genes de resistência no maracujazeiro (GONÇALVES et al., 2018). A aplicação de técnicas biotecnológicas, como hibridação somática, DNA recombinante e engenharia genética, também depende desta identificação e pode contribuir para o aproveitamento da variabilidade genética existente para a resistência (FALEIRO et al., 2005; FALEIRO et al., 2011a). Tanto para o melhoramento intraespecífico quanto para o interespecífico, a caracterização da

variabilidade presente nas populações é essencial, constituindo-se a resistência a doenças, no caso do maracujazeiro azedo, uma das prioridades dos estudos de melhoramento genético (FALEIRO et al., 2006).

A caracterização e a exploração desta variabilidade genética têm revelado fontes de resistência de grande valor para o controle de doenças no campo e também para a sua utilização em programas de melhoramento genético. Resultados promissores foram observados em *P. alata*, *P. actinia*, *P. caerulea*, *P. cincinnata*, *P. coccinea*, *P. gibertii*, *P. nitida*, *P. serrato-digitata* e *P. setacea* para a resistência à antracnose; em *P. actinia*, *P. caerulea*, *P. gibertii*, *P. mucronata*, *P. odontophylla* e *P. setacea* para a resistência à bacteriose; em *P. alata*, *P. cincinnata* e *P. setacea* para a resistência à verrugose; e em *P. actinia*, *P. cincinnata*, *P. coccinea*, *P. setacea*, *P. suberosa* para a resistência à virose (FALEIRO et al., 2005; FALEIRO; JUNQUEIRA, 2009; MACIEL et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2013; FUHRMANN et al., 2014; SANTOS et al., 2015). Tais espécies são atualmente utilizadas para a introgressão de genes em programas de melhoramento, ampliando a base genética da resistência por meio da hibridação interespecífica com *P. edulis*, e também como porta-enxertos, visando à resistência a doenças do sistema radicular (FALEIRO et al., 2005; JUNQUEIRA et al., 2005; CAVICHIOLI et al., 2011).

Apesar da ênfase dada à transferência de genes de resistência de espécies silvestres para o maracujazeiro comercial, a hibridação interespecífica tem apresentado pouca aplicação prática (MELETTI et al., 2005), já que a maioria dos híbridos resultantes demonstra características intermediárias aos progenitores. Problemas de desenvolvimento, macho-esterilidade, baixa viabilidade polínica ou dificuldade em florescer já foram relatados (OTONI et al., 1995; OLIVEIRA; RUGGIERO, 1998; SOARES-SCOTT et al., 2003). Além disso, existem indícios de redução no nível de resistência dos híbridos a algumas doenças da parte aérea com os retrocruzamentos com a cultivar comercial, o que poderia ser explicado pela natureza quantitativa ou poligênica da resistência (JUNQUEIRA et al., 2005). Diante disso, constantes trabalhos de inoculação e seleção são necessários em cada etapa de cruzamento de retrocruzamento. De acordo com Meletti e Brückner (2001), a hibridação natural interespecífica exige muitos ciclos de retrocruzamento para recompor o vigor natural das plantas e as características interessantes para a comercialização, o que torna o programa de melhoramento demasiadamente longo.

Por este motivo, a maioria dos cultivos comerciais baseiam-se em uma única espécie, *P. edulis*. Mesmo tendo se tornado comercial há poucos anos, o maracujazeiro azedo apresenta

grande variabilidade genética natural, apresentando um grande potencial a ser explorado em hibridações intraespecíficas (MELETTI et al., 2005). Estimativas de resistência a doenças observadas em vários genótipos, como reações à antracnose, bacteriose, verrugose, septoriose e VEF, reportaram a existência de variabilidade genética no maracujazeiro azedo (JUNQUEIRA et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2013; FUHRMANN et al., 2014).

A biotecnologia também tem apresentado diversas técnicas passíveis de utilização como ferramenta no melhoramento. Além de aumentar a disponibilidade de genes desejáveis, a biotecnologia abrevia o processo de obtenção de novas cultivares, tornando-o mais rápido e eficiente (FALEIRO et al., 2006). A cultura de tecidos, por meio das técnicas de micropropagação, produção de di-haplóides, cultura de anteras e hibridações interespecíficas pela fusão de protoplastos, tem se mostrado uma importante ferramenta para o melhoramento genético do maracujazeiro (FALEIRO et al., 2006; PACHECO et al., 2016). Uma variedade de marcadores moleculares tem sido usada para estimar a diversidade de acessos comerciais e silvestres (ORTIZ et al., 2012; CERQUEIRA-SILVA et al., 2014c); construir mapas genéticos (OLIVEIRA et al. 2008; PEREIRA et al., 2013); caracterizar e confirmar hibridações (JUNQUEIRA et al., 2008); e analisar tanto a recuperação de genomas recorrentes em plantas obtidas por retrocruzamentos em programas assistidos por marcadores moleculares (BELLON et al., 2014; MELO et al., 2016) quanto o efeito da seleção na variabilidade genética (COSTA et al., 2012).

Considerando a diversidade de espécies e a variabilidade genética intra e interespecífica disponível para o uso em programas de melhoramento do maracujazeiro, a engenharia genética tem sido utilizada como estratégia para aumentar as características favoráveis da cultura do maracujazeiro, principalmente visando a obtenção de materiais com resistência a doenças (VIEIRA et al., 2005). Essa técnica representa uma nova possibilidade para o melhoramento genético, com a utilização de um acervo praticamente ilimitado de genes sem a dependência da compatibilidade genética (FALEIRO et al., 2006).

Diante da grande diversidade de espécies de *Passiflora* e apesar dos esforços de pesquisa para obter materiais produtivos e resistentes a doenças, apenas 40 cultivares comerciais de maracujazeiro estão registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, dentre as quais 24 são de maracujazeiro azedo (MAPA, 2018). Entre as cultivares registradas, destacam-se as cultivares desenvolvidas pela Embrapa e parceiros (MAPA, 2018):

- BRS Pérola do Cerrado (*P. setacea*) - cultivar para consumo *in natura*, processamento industrial, ornamental e funcional. Possui maior tolerância à morte precoce, à fusariose e a doenças das partes aéreas, como virose e antracnose;
- BRS Sertão Forte (*P. cincinnata*) - cultivar para a Caatinga e para o Cerrado, apresenta maior resistência a patógenos e maior tolerância à seca;
- BRS Mel do Cerrado (*P. alata*) - cultivar para o mercado de frutas especiais de alto valor agregado. Apresenta maior nível de tolerância às principais doenças foliares que a população original de melhoramento;
- BRS Rubiflora - híbrido ornamental que, nas condições do DF, tem sido resistente a pragas e doenças;
- BRS Estrela-do-Cerrado - híbrido ornamental que tem apresentado resistência às principais doenças que acometem essa espécie, principalmente aquelas causadas por patógenos de raízes;
- BRS Roseflora - híbrido ornamental vigoroso e tolerante às doenças de raízes, apresentando grande potencial para uso como porta-enxerto para o maracujazeiro comercial;
- BRS Gigante Amarelo - híbrido de maracujazeiro azedo de alta produtividade, apresenta boa tolerância à antracnose e bacteriose, mas é suscetível à virose, verrugose e doenças causadas por patógenos do solo;
- BRS Sol do Cerrado - híbrido de maracujazeiro azedo para mesa e indústria, tolerante a doenças foliares, como bacteriose, antracnose e virose;
- BRS Ouro vermelho - híbrido de maracujazeiro azedo com maior quantidade de vitamina C, tolerante a doenças foliares, incluindo a virose;
- BRS Rubi do Cerrado - híbrido de maracujazeiro azedo de frutos avermelhados e amarelos para indústria e mesa. Maiores níveis de resistência às principais doenças do maracujazeiro e elevados níveis de produtividade são as duas características mais importantes dessa cultivar.

4.3.1. Melhoramento do maracujazeiro azedo para resistência à antracnose

A exploração da variabilidade do patógeno é essencial na busca por materiais botânicos resistentes à antracnose. Estudos de caracterização da agressividade em *Colletotrichum* demonstraram variação na agressividade entre isolados coletados em frutos do maracujazeiro

azedo (ALMEIDA; COELHO, 2007). A existência de isolados com maior agressividade constitui informação importante para programas de melhoramento genético do maracujazeiro que pesquisam fontes de resistência à antracnose, visto que isolados mais virulentos proporcionam maior exatidão na seleção (ALMEIDA; COELHO, 2007; NAKATANI et al., 2009).

Até o momento, não há registros de variedades ou cultivares de maracujazeiro azedo com imunidade à antracnose (AGROFIT, 2018). No entanto, a busca por fontes de resistência à doença tem sido realizada por meio de estudos de caracterização de cultivares comerciais e de genótipos mantidos em coleções e bancos de germoplasma. As avaliações são realizadas sob cultivo protegido, com inoculação artificial do patógeno em folhas de mudas do maracujazeiro, ou em campo, por meio da avaliação da severidade da doença em frutos, utilizando inóculo natural (JUNQUEIRA et al., 2003; MARTINS et al., 2008; BOUZA et al., 2014; SOUSA et al., 2014a).

Os estudos de reação à antracnose têm apontado para a existência de variabilidade para resistência, permitindo a seleção de genótipos com resistência moderada à doença (JUNQUEIRA et al., 2003; MARTINS et al., 2008; SOUSA et al., 2014a). Além disso, Martins et al. (2008) identificaram resposta diferenciada entre plantas originadas de um mesmo genótipo, permitindo a seleção de plantas individuais. De acordo com esses autores, os diferentes níveis de reação observados constituem importante informação aos programas de melhoramento genético, pois podem ser indicativo de resistência horizontal do maracujazeiro azedo à antracnose.

Variações no grau de resistência à antracnose também foram detectadas entre espécies de *Passiflora*, sendo que os acessos de *P. edulis* são mais suscetíveis à antracnose enquanto *P. alata*, *P. cincinnata* e *P. setacea* apresentam maior resistência à doença (OLIVEIRA et al., 2013). A existência de variabilidade genética para a resistência entre espécies abre perspectivas para a introdução destes genes em variedades comerciais, por meio da hibridação interespecífica. Híbridos interespecíficos de *P. edulis* com *P. caerulea*, *P. coccinea* e *P. setaceae* apresentam boa resistência a doenças, inclusive à antracnose (JUNQUEIRA et al., 2005).

4.3.2. Melhoramento do maracujazeiro azedo para resistência à bacteriose

Estudos da variabilidade genética e da agressividade do patógeno resultaram em nova classificação da espécie e no desenvolvimento de métodos de detecção de isolados de *X. axonopodis* pv. *passiflorae*, contribuindo para a diagnose da doença e para a seleção de isolados a serem usados em testes de reação à doença durante o desenvolvimento de variedades resistentes (GONÇALVES; ROSATO, 2000; NAKATANI et al., 2009; MUNHOZ et al., 2011).

A seleção de genótipos de maracujazeiro azedo resistentes à bacteriose é um dos principais objetivos dos programas de melhoramento genético. O grau de resistência à doença entre genótipos desta espécie tem sido avaliado em campo e sob cultivo protegido, e as plantas são selecionadas com base na gravidade dos sintomas da doença nos frutos e folhas (KOSOSKI et al., 2008; JUNQUEIRA et al., 2003; FUHRMANN et al., 2014; VIANA et al., 2014a; NASCIMENTO et al., 2016). A resistência à bacteriose não é uma característica comum no maracujazeiro azedo já que as cultivares de *P. edulis* utilizadas no Brasil são suscetíveis a esta doença. Entretanto, alguns estudos têm demonstrado a existência de variabilidade para resistência à bacteriose, possibilitando a seleção de genótipos resistentes e moderadamente resistentes (VIANA et al., 2014a). A variabilidade genética para a resistência também foi observada entre plantas de um mesmo genótipo (KOSOSKI et al., 2008; FUHRMANN et al., 2014; VIANA et al., 2014a).

Híbridos interespecíficos de *P. edulis* com as espécies silvestres *P. caerulea*, *P. mucronata*, *P. setacea* e *P. vitifolia* apresentaram maior resistência à bacteriose em relação a cultivares comerciais, ressaltando a importância do uso de espécies silvestres em programas de melhoramento genético de maracujazeiro azedo como fontes de resistência a essa doença (JUNQUEIRA, 2010; FUHRMANN et al., 2014). De acordo Fuhrmann et al. (2014), a resistência das espécies silvestres pode ser transferida para as cultivares comerciais por meio de hibridações seguidas de seleções dentro das progênies.

Avanços significativos em pesquisas dedicadas à construção de mapas genéticos e identificação de regiões associadas ao controle da resistência à bacteriose ocorreram desde 2002 para o maracujazeiro azedo, sugerindo herança oligogênica para a resistência à doença (CARNEIRO et al., 2002; LOPES et al. 2006). Assim, com a adição de um novo conjunto de marcadores microssatélites, o primeiro mapa integrado para o maracujazeiro azedo foi publicado (OLIVEIRA et al., 2008), possibilitando o uso desta informação para a identificação de QTLs.

Em relação à engenharia genética, plantas transgênicas foram obtidas pela introdução e expressão do gene *p35* de baculovirus, supressor de apoptose, no genoma do maracujazeiro azedo. Quando inoculadas com *X. axonopodis* pv. *passiflorae*, essas plantas apresentaram menor severidade da doença em relação às plantas não transformadas (FREITAS et al., 2007). Plantas transformadas com uma sequência do gene da atacina A (*attA*), proteína bactericida encontrada na hemolinfa de insetos, não apresentaram lesões após a inoculação com *X. axonopodis* pv. *passiflorae*, indicando possível resistência ao patógeno (MONTEIRO, 2005).

4.3.3. Melhoramento do maracujazeiro azedo para resistência à septoriose

A identificação de fontes de resistência à septoriose é fundamental em programas de melhoramento para a redução das perdas de produtividade na cultura do maracujazeiro azedo. No entanto, os estudos da reação do maracujazeiro a esta doença são limitados e, até o momento, não há registro de cultivares imunes à septoriose.

Estudos preliminares desenvolvidos com inoculação artificial do patógeno em mudas do maracujazeiro azedo, sob cultivo protegido, e com inóculo natural em condições de campo, identificaram respostas diferenciadas entre os genótipos avaliados, indicando variabilidade genética para a resistência à doença (JUNQUEIRA et al., 2003; PINTO et al., 2006; BUENO et al., 2007; KUDO et al., 2012). Desde então, ciclos contínuos de seleção com a inoculação de diferentes isolados do patógeno são realizados e os dados de resistência têm sido utilizados para direcionar cruzamentos no programa de melhoramento, buscando combinar a resistência a esta doença com características agrônômicas desejáveis.

4.3.4. Melhoramento do maracujazeiro azedo para resistência à verrugose

Apesar de ser uma doença disseminada em áreas de cultivo comercial e doméstico, são poucos os trabalhos publicados direcionados à obtenção de genótipos resistentes à verrugose. Portanto, existe uma grande necessidade de melhoramento genético do maracujazeiro azedo buscando resistência à verrugose, já que as principais cultivares comerciais são suscetíveis à doença (BATISTTI et al., 2013).

Os escassos estudos disponíveis de caracterização da reação do maracujazeiro azedo à doença já identificaram acessos resistentes e moderadamente resistentes. A seleção para resistência em casa de vegetação, por meio da inoculação artificial do patógeno, possibilitou a

seleção de 17 genótipos e uma cultivar comercial com resistência moderada à verrugose (NASCIMENTO et al., 2016). Em campo e sob infecção natural do patógeno, Oliveira et al. (2013) identificaram acessos resistentes à verrugose nos ramos e moderadamente resistentes à doença nos frutos e ramos. Por sua vez, Junqueira et al. (2003) observaram resistência moderada à verrugose com base nos sintomas em frutos. A existência de níveis variados de resistência à doença abre perspectivas para rápida introdução destes genes em variedades comerciais, de forma a evitar o uso de espécies silvestres que aumentam o tempo de obtenção de variedades com frutos de qualidade para atendimento das exigências do mercado (OLIVEIRA et al., 2013).

Negreiros et al. (2004) e Santos et al. (2008) comprovaram a viabilidade de seleção de plantas resistentes, caracterizando promissora a triagem de cultivares mais vigorosas e resistentes à verrugose, simultaneamente. Além disso, observaram variabilidade para incidência da doença. Essa variabilidade é imprescindível para o melhoramento genético e pode ser efetivamente explorada visando o aumento da resistência do maracujazeiro azedo a esta doença (SANTOS et al., 2008).

A variabilidade genética para a resistência à doença também foi observada entre espécies de *Passiflora* (OLIVEIRA et al., 2013). De acordo com esses autores, os acessos de maracujazeiro azedo são mais suscetíveis à verrugose, enquanto *P. setacea*, *P. alata* e *P. cincinnata* apresentam maior resistência. Esses resultados demonstram um possível potencial dessas espécies para a produção de híbridos interespecíficos com maior resistência à verrugose.

4.3.5. Melhoramento do maracujazeiro azedo para resistência à virose do endurecimento dos frutos

Para a identificação de fontes de resistência à VEF, estudos de caracterização de cultivares comerciais e de genótipos mantidos em coleções e bancos de germoplasma têm sido conduzidos. Estudos preliminares apontam para a existência de variabilidade genética, mesmo que baixa, mas que ainda precisa ser melhor caracterizada em futuros estudos. Correlação positiva entre a concentração viral do inóculo e a severidade da doença foi registrada por Leão et al. (2006). Neste contexto, é de grande interesse a seleção de genótipos que apresentem desempenho superior em seleções para a resistência à doença realizados em casa de vegetação (LEÃO et al., 2006; PINTO et al., 2008; VIANA et al., 2014b) e em campo (JUNQUEIRA et

al., 2003). De maneira similar, Cerqueira-Silva et al. (2008) e Oliveira et al. (2013) reportaram a seleção de genótipos que exibiram reações distintas à VEF em estudo que buscava relacionar os sintomas nas folhas com a produção de frutos. De um modo geral, os resultados apresentados da literatura indicam diferentes graus de suscetibilidade dos materiais testados. Até o momento, não foram reportados genótipos de maracujazeiro azedo imunes à doença (CERQUEIRA-SILVA et al., 2015; SANTOS et al., 2015).

Por outro lado, estudos relatam variações no grau de resistência à VEF entre espécies de *Passiflora*, indicando a existência de variabilidade genética para a resistência à doença (MACIEL et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2013; SANTOS et al., 2015; GONÇALVES et al., 2017). De acordo com Gonçalves et al. (2018), os sintomas da VEF no maracujazeiro azedo são mais drásticos em comparação às espécies silvestres, especialmente *P. suberosa*, *P. setacea* e *P. malacophylla*. Esses resultados abrem novas perspectivas para o cruzamento de genótipos mais resistentes, utilizados como progenitores, visando a introgressão de genes de resistência de espécies silvestres, via hibridação interespecífica, no maracujazeiro azedo. A hibridação interespecífica para a transferência de genes de resistência para o maracujazeiro azedo tem sido acompanhada por retrocruzamento e auxiliada por marcadores moleculares. Diferentes híbridos de *P. edulis* com espécies silvestres já se mostraram mais resistentes à VEF (FREITAS et al., 2015a; SANTOS et al., 2015; GONÇALVES et al., 2018).

O desenvolvimento de plantas transgênicas resistentes à VEF também tem sido apontado como uma estratégia promissora para o controle efetivo da doença. Plantas transformadas e resistentes à VEF já foram reportadas na literatura (ALFENAS et al., 2005; TREVISAN et al., 2006; MONTEIRO-HARA et al., 2011).

4.4. QUANTIFICAÇÃO DE DOENÇAS EM PLANTAS

As doenças de plantas são uma grande limitação para a produção agrícola e para a segurança alimentar em todo o mundo (MADDEN et al., 2007). Apenas por meio da quantificação (ou avaliação) da doença podemos entender o seu impacto, ao relacionar a quantidade de doença com a perda na produtividade e, como consequência, determinar as melhores estratégias para minimizá-lo (JAMES; TENG, 1979).

A quantificação da intensidade das doenças de plantas (fitopatometria) é considerada a base da epidemiologia, que é o estudo da doença ao nível das populações de patógenos e hospedeiros (BROWN; KEANE, 1997). Sua importância tem sido frequentemente comparada

a da diagnose, já que conhecer o agente causal é tão importante quanto quantificar os sintomas por ele causados (AMORIM, 1995). A quantificação das doenças é essencial para o estudo dos seus efeitos sobre o rendimento das culturas (GOMES et al., 2017; ASCARI et al., 2016), para a descrição de padrões de epidemia no tempo e no espaço (DE BEM et al., 2016; MORAIS et al., 2014), para a identificação de fontes de resistência a doenças (FILIPPI et al., 2017; GYAWALI et al., 2018), bem como para o estabelecimento e avaliação de estratégias de controle visando a prevenção ou redução das perdas de produção (MARCUIZZO et al., 2016).

Erros na quantificação da doença podem originar avaliações tendenciosas, resultando em alocação indevida de recursos limitados e classificações errôneas das medidas de controle, interferindo nas conclusões alcançadas (KRANZ, 1988; NUTTER; SCHULTZ, 1995). Para que sejam minimizados os erros, o método utilizado para quantificação de doenças deve ser eficiente, além de fornecer resultados acurados, precisos e reproduzíveis (CAMPBELL; MADDEN, 1990; LARANJEIRA, 2005).

A acurácia refere-se à proximidade entre um valor estimado e um valor real de quantidade de doença avaliada (NUTTER et al., 1991). Assim, ao estimar ou medir a severidade da doença, cada estimativa individual de severidade deve ser quantitativamente igual ou muito próxima do valor real para que um avaliador possa ser considerado acurado, com baixa tendência de super ou subestimativas (BOCK et al., 2016; SILVA; MICHEREFF, 2016).

Por sua vez, a precisão refere-se à variação, reprodutibilidade e/ou repetitividade associadas a uma estimativa (CAMPBELL; MADDEN, 1990; NUTTER et al., 1991), ou seja, é a medida dos desvios de uma avaliação em relação às estimativas do próprio avaliador. Assim, a precisão diz respeito a quanto um avaliador erra ao avaliar amostras do mesmo valor (LARANJEIRA, 2005). Repetitividade é a variabilidade dos valores estimados por cada avaliador em diferentes tempos de avaliação, enquanto a reprodutibilidade é a variabilidade dos valores estimados entre os diferentes avaliadores, aos pares (NUTTER; SCHULTZ, 1995). A reprodutibilidade denota a produção de resultados idênticos ou compatíveis em diferentes experimentos ou ensaios estatísticos. Esse conceito possui grande importância em diferentes áreas de estudo, pois pode reduzir erros durante avaliações realizadas por pessoas distintas. Qualquer avaliação ou procedimento classificado como confiável ou reproduzível precisaria produzir resultados similares independentemente do tempo, ambiente ou do avaliador (LEE et al., 2012).

Os valores estimados pelos avaliadores devem ser os mais próximos possíveis dos valores reais e essas estimativas devem ser consistentes umas com as outras (VIEIRA et al., 2014). Ao se comparar valores estimados aos valores reais, o conceito de concordância é determinado como o produto da precisão (definido como a variabilidade nas estimativas) e da acurácia (MADDEN et al., 2007). Portanto, completa acurácia em relação aos valores reais só será possível se houver completa precisão (BOCK et al., 2009).

A escolha do método de quantificação da doença deve necessariamente considerar os níveis de acurácia e precisão desejados. Quanto melhor a acurácia e precisão do método, melhor será a estimativa de severidade da doença. Os métodos de avaliação de doenças podem ser classificados em indiretos ou diretos (SILVA; MICHEREFF, 2016).

4.4.1. Métodos indiretos de avaliação de doenças

Na quantificação da doença por meio de métodos indiretos, a doença é estimada pela população do patógeno ou por variáveis associadas à doença. As principais estratégias utilizadas para a quantificação desse tipo de doença são: a) estimativa da população do patógeno, como o número de unidades formadoras de colônias bacterianas em amostras de solo ou vegetais, ou quantificação de partículas virais por meio de testes sorológicos; e b) mensuração de variáveis associadas à doença, como redução do crescimento do hospedeiro e da produção (SILVA; MICHEREFF, 2016).

4.4.2. Métodos diretos de avaliação de doenças

Consiste na estimativa direta do sintoma da doença a ser quantificada. Entre os métodos diretos de avaliação de doenças encontram-se as estimativas de incidência e de severidade, índices de doenças e contagem do número de lesões por área, bem como a análise de imagens digitais e sensoriamento remoto (SILVA; MICHEREFF, 2016). Entretanto, as medidas mais utilizadas para quantificar as doenças são a incidência e a severidade (ALVES; NUNES, 2012). A escolha de qual delas será utilizada irá depender da doença, das circunstâncias epidemiológicas e do motivo para realizar a avaliação (BROWN; KEANE, 1997; KRANZ, 1988).

4.4.3. Quantificação da incidência da doença

A incidência é definida como a porcentagem ou proporção (ou partes de plantas) doentes em uma amostra ou população (CAMPBELL; MADDEN, 1990; BROWN; KEANE, 1997). Trata-se de uma variável binária, ou seja, a doença existe ou não (MADDEN et al., 2007). A quantificação de uma doença por incidência é mais simples, rápida e precisa em relação à severidade (ALVES et al., 2015). Sua acurácia depende apenas da habilidade do indivíduo em reconhecer a doença por meio dos sintomas (BOCK et al., 2016). Não raro, avaliações com base na incidência das doenças fornecem dados que não refletem a real intensidade da doença no campo por considerar apenas a presença do sintoma e não a verdadeira intensidade deste (SILVA; MICHEREFF, 2016).

A quantificação por incidência é indicada para doenças sistêmicas e do solo, que infectam e matam toda a planta, para aquelas que provocam danos similares às plantas dentro de uma cultura ou para as que geram dano direto ao produto final (VALE et al., 2004). Em baixos níveis de doença, geralmente há uma relação linear entre incidência e severidade e, portanto, é suficiente medir a incidência. No entanto, frequentemente não existe uma relação simples e consistente entre a incidência e a severidade em níveis elevados da doença, de modo que diferentes níveis de dano podem ser encontrados dentro de uma cultura. Em tais situações, torna-se necessário avaliar a severidade da doença (BROWN; KEANE, 1997).

4.4.4. Quantificação da severidade da doença

A severidade é definida como a porcentagem ou proporção da área ou do volume de tecido coberto por sintomas da doença em uma unidade amostral (CAMPBELL; MADDEN, 1990; BROWN; KEANE, 1997). É uma medida mais adequada para quantificar as doenças da parte aérea (ALVES; NUNES, 2012), pois a porcentagem de área lesionada retrata melhor a intensidade da doença do que a incidência (SILVA; MICHEREFF, 2016).

Embora a severidade seja uma variável mais difícil de ser obtida em relação à incidência, ela apresenta melhor ajuste em estudos de eficiência de controle, condições favoráveis a epidemias e em estudos de danos (VALE et al., 2004; NUTTER et al., 2006). Além disso, a quantificação da severidade ao longo do tempo permite a construção de curvas de progresso da doença, o que representa a integração do efeito do hospedeiro, patógeno e ambiente (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

A severidade da doença pode ser obtida através de dois processos: estimacão, quando a doença é quantificada visualmente pelo avaliador; ou mensuracão, quando a doença é quantificada através de um equipamento cujos parâmetros são ajustados ou determinados por um avaliador, como análise de imagens ou por reflectância da copa (BOCK et al., 2016). Apesar dos avanços nos sistemas baseados em imagens e nas ferramentas disponíveis para auxiliar na mensuracão da severidade (BARBEDO, 2014; SACHET et al., 2017a; PETHYBRIDGE; NELSON, 2018), avaliaçoes visuais qualitativas ou quantitativas ainda são rotineiramente usadas (BOCK et al., 2010; DEL PONTE et al., 2017).

Entretanto, estimativas visuais da severidade de uma doença são mais trabalhosas, dependem de treinamento prévio do avaliador e estão sujeitas a grande subjetividade (BROWN; KEANE, 1997; ALVES; NUNES, 2012). Quanto mais acurada a estimativa visual da severidade de um avaliador, menor a magnitude dos erros na análise e, conseqüentemente, menor os riscos de decisões incorretas (BOCK et al., 2016). Para aprimorar a avaliaçao da severidade de doenças e minimizar os erros das estimativas, várias estratégias têm sido sugeridas para auxiliar os avaliadores antes ou durante as avaliaçoes, como a utilizaçao de escalas descritivas, escalas diagramáticas e análise de imagens digitais (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 1996; ALVES et al., 2015). Destas três, as escalas diagramáticas são as mais utilizadas atualmente (ALVES et al., 2015).

4.4.5. Escalas diagramáticas

Escalas diagramáticas são representaçoes gráficas de uma série de plantas, folhas ou de partes de plantas com sintomas em diferentes níveis de severidade (ALVES et al., 2015). Quando cuidadosamente desenvolvidas e validadas, as escalas orientam a estimativa visual dos avaliadores, reduzem a subjetividade das estimativas e propiciam estimativas acuradas, precisas e reproduzíveis dos níveis de severidade das doenças (BERGER, 1980; CAMPBELL; MADDEN, 1990).

A avaliaçao visual feita sem o auxílio da escala diagramática aumenta a discricionarieidade do avaliador, que pode atribuir qualquer valor no intervalo de 0 a 100% para a área lesionada. O uso da escala permite que o avaliador situe a sua estimativa em um intervalo menor, compreendido entre dois dos níveis representados por seus diagramas (AMORIM, 1995). Dessa forma, as escalas diagramáticas contribuem para a reduçao do erro na estimativa visual da severidade de doenças (SPÓSITO et al., 2004). O uso da escala não

tem como objetivo substituir a experiência e o conhecimento do avaliador acerca dos sintomas característicos de uma determinada doença, mas sim fornecer um ponto de referência para a comparação, melhorando a sua eficiência (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

As escalas diagramáticas devem ser de fácil uso, aplicáveis a diferentes condições, fornecer avaliações objetivas, produzir resultados reproduzíveis e possuir intervalos suficientes para representar os diferentes níveis de severidade de uma determinada doença. (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 1996). Na elaboração de uma escala diagramática, deve-se levar em consideração características próprias do hospedeiro e da doença. As imagens da escala devem ser representativas dos sintomas observados sob infecção natural. Assim, o tamanho, o número, a distribuição e a coalescência das lesões devem ser considerados na confecção dos diagramas (HORSFALL; BARRAT, 1945; ALVES; NUNES, 2012). Além disso, os limites inferior e superior da escala devem corresponder, respectivamente, às intensidades mínima e máxima da doença observadas no campo; e os limites intermediários da escala devem ser espaçados linearmente (NUTTER et al., 2006; BOCK et al., 2010) ou devem considerar as limitações da acuidade visual humana definidas pela “Lei de estímulo-resposta de Weber-Fechner”, na qual a acuidade visual é proporcional ao logaritmo da intensidade do estímulo (HORSFALL; BARRAT, 1945).

De acordo com esta lei, os olhos humanos tendem a detectar gradientes de severidade da doença de forma logarítmica (5%; 10%; 20%; 40%; 80%) e não na forma uniforme e aritmética (5%; 10%; 15%; 20%; 25%, etc.) (HORSFALL; BARRAT, 1945). Outro ponto a ser ressaltado é o fato de que a visão humana estima a porcentagem de tecido doente em níveis de severidade abaixo de 50% e estima a porcentagem de tecido sadio em níveis de severidade superiores a 50% (CAMPBELL; MADDEN, 1990). Desde que Horsfall e Barrat introduziram a “Lei de estímulo-resposta de Weber-Fechner” para avaliação de doenças em plantas, muitas escalas já foram propostas seguindo incrementos logarítmicos. Por outro lado, poucas são as escalas publicadas com incrementos lineares e estudos adicionais são necessários para elucidar se a relação entre as severidades estimadas e reais nos diferentes patossistemas seguem esse tipo de intervalo (NUTTER et al., 2006).

O desenvolvimento de uma escala diagramática e a sua utilização prática são uma forma de treinamento dos avaliadores para reconhecer os vários níveis de severidade da doença. Eventualmente, um avaliador altamente treinado conduzirá toda a avaliação sem auxílio da escala. No entanto, até os avaliadores mais experientes precisam padronizar ou calibrar suas

estimativas visuais por meio de comparações regulares com medidas objetivas (BROWN; KEANE, 1997).

Após a elaboração e antes de serem propostas como métodos padrão de avaliação da doença, as escalas diagramáticas devem ser validadas (KRANZ, 1988). No processo de validação, verifica-se se escala desenvolvida é útil ou não para a obtenção de estimativas de severidade das doenças (DUARTE et al., 2013). Caso produzam resultados insatisfatórios, como a grande variabilidade nas estimativas devido a um número insuficiente de níveis intermediários, as escalas devem ser corrigidas (AMORIM et al., 1993).

4.4.6. Validação de escalas diagramáticas

A validação de uma escala diagramática compreende avaliações da severidade da doença em um determinado número de imagens ou no próprio órgão da planta, com diferentes níveis de severidade da doença. Inicialmente, a severidade é estimada sem o uso da escala diagramática. Após um período variável, realiza-se uma segunda avaliação com o auxílio da escala diagramática proposta. Uma terceira avaliação pode ser realizada, também com o uso da escala e pelos mesmos avaliadores, para analisar a repetibilidade das estimativas geradas. Além disso, os avaliadores podem ser separados em grupos com ou sem experiência prévia na quantificação de doenças (ALVES; NUNES, 2012).

A melhoria na acurácia e precisão das estimativas com a utilização da escala é verificada por meio de métodos estatísticos. O método mais utilizado é a regressão linear simples entre os valores estimados e os valores reais. Neste método, a acurácia é medida pelo intercepto (a) e pelo coeficiente angular (b) da reta de regressão linear gerada entre as severidades real e estimada (NUTTER et al., 1991). Estimativas acuradas são aquelas com valores de intercepto significativamente iguais a 0 e de coeficiente angular significativamente iguais a 1, refletindo ausência de erros constantes e sistemáticos, respectivamente (NUTTER; SCHULTZ, 1995). Ou seja, para cada aumento de $x\%$ na severidade real há um incremento correspondente de $x\%$ na severidade estimada (NUTTER et al., 1993). Já a precisão é quantificada pelo coeficiente de determinação (R^2) das regressões lineares estabelecidas entre as severidades real e estimada, pelos erros absolutos, coeficientes de variação e coeficientes de correlação (NUTTER; SCHULTZ, 1995). Segundo Kranz (1988), as estimativas são precisas se o valor de R^2 for próximo de 0,95. Isso significa que a precisão será tanto maior quanto mais próximo de 1 for o valor de R^2 (NUTTER; SCHULTZ, 1995).

Além da regressão linear simples, o coeficiente de correlação de concordância de Lin (LIN, 1989) também tem sido empregado em estudos recentes de validação de escalas diagramáticas. Esse coeficiente quantifica a melhoria na acurácia, precisão e concordância das estimativas com o uso de escalas diagramáticas (CAPUCHO et al., 2011; YADAV et al., 2013; RIOS et al., 2013; DUAN et al., 2015; NICOLI et al., 2015; SACHET et al., 2017b).

O coeficiente de Lin foi inicialmente proposto para determinar a reprodutibilidade em processos de validação de métodos e instrumentos (LIN, 1989). Essa análise combina as medidas de acurácia e precisão para avaliar o grau em que os pares das observações se deslocam em relação à linha concordante de 45° (com intercepto = 0 e inclinação = 1), ou reta 1:1. O coeficiente de correlação de concordância de Lin é expresso por $\rho_c = C_b \cdot r$, em que C_b é um fator de correção do desvio que mede o quão longe está a linha ajustada da regressão em relação à linha concordante de 45° e, portanto, é uma medida de acurácia; e r , é o coeficiente de correlação entre a severidade estimada (Y) e a severidade real (X), sendo uma medida de precisão. C_b é derivado de: $C_b = [(v + 1 / v + u^2) / 2]^{-1}$, em que $v = \sigma_y / \sigma_x$, sendo σ_y e σ_x os desvios padrão de Y e X , respectivamente; e $u = (\mu_y - \mu_x) / (\sigma_y \cdot \sigma_x)^{-1/2}$, em que μ_y e μ_x os valores médios de Y e X , respectivamente. O componente v mede a diferença entre os valores reais e estimados, sendo definido pela diferença na inclinação das duas linhas (linha ajustada da regressão com a linha concordante). Inclinações iguais para as duas linhas implicam em um valor de v igual a 1. O termo u reflete a mudança de localização da linha ajustada da regressão em relação à linha concordante, que é caracterizado pela diferença de altura entre essas duas linhas. Alturas iguais implicam em um valor de u igual a 0. Portanto, uma avaliação perfeita ocorre quando todos os pontos se encontram na linha de concordância, ou seja, $r = 1$, $C_b = 1$ [$v = 1$, $u = 0$], e, conseqüentemente, $\rho_c = 1$ (LIN, 1989; MADDEN et al., 2007; BOCK et al., 2010).

Segundo Madden et al. (2007), o coeficiente de Lin é um método apropriado para análise de concordância, possuindo uma interpretação mais simples que a análise de regressão, já que considera acurácia e precisão em um único coeficiente. A regressão linear, por sua vez, pode induzir a rejeição de modelos pertinentes devido a inconsistências que podem ocorrer em algumas situações pela análise separada dos parâmetros da acurácia (intercepto e coeficiente angular) e precisão (R^2). Além disso, alguns autores sugerem que os testes estatísticos para os erros das estimativas podem ser excessivamente influenciados pela precisão dos avaliadores na regressão linear (LIN, 1989; SHOUKRI; PAUSE, 1999). Por este motivo, a abordagem da concordância tem sido preferida em estudos recentes. Apesar disso,

82,2% das 101 escalas validadas nos últimos 20 anos utilizaram a análise de regressão linear, enquanto apenas 3% aplicaram o coeficiente de Lin e 14,8% combinaram as duas análises (Tabela 1).

4.4.7. Erros na avaliação da severidade de doenças

As estimativas de severidade das doenças geralmente são diferentes dos valores reais. Portanto, a presença de erros é comum nas quantificações de severidade (BOCK et al., 2016). Os erros podem variar em função de características da doença, do avaliador, da planta, bem como da interação entre esses múltiplos fatores (LOPES et al., 2014).

O uso de escalas diagramáticas, assim como a maioria dos métodos de quantificação de severidade de doenças, está sujeito a certo grau de subjetividade dos avaliadores, já que os indivíduos apresentam diferenças em suas habilidades intrínsecas para discriminar os níveis de severidade das doenças (BARDSLEY; NGUGI, 2013; VENTURINI et al., 2015; CORREIA et al., 2017). O treinamento dos avaliadores, muitas vezes, melhora significativamente a qualidade das estimativas realizadas (GONZÁLEZ-DOMINGUEZ et al., 2014; BOCK et al., 2016; CORREIA et al., 2017; SACHET et al., 2017a), reduzindo os erros principalmente daqueles avaliadores menos experientes (GODOY et al., 1997; AQUINO et al., 2008; BELASQUE et al., 2005; KLOSOWSKI et al., 2013).

Fatores inerentes a cada indivíduo, como cansaço, fadiga e humor também afetam a qualidade da estimativa (NUTTER; SCHULTZ, 1995; BOCK et al., 2016). Um dos erros mais comuns nas avaliações é a tendência dos avaliadores em superestimar (FISCHER et al., 2009; CORREIA et al., 2011; PEDROSO et al., 2011; NICOLI et al., 2015; FREITAS et al., 2015b), subestimar (LEÓN; ALEJO, 2012; LIBRELON et al., 2015), ou superestimar e subestimar a intensidade da doença (DUAN et al., 2015). Outra tendência que aumenta os erros nas avaliações refere-se à estimativa de valores preferidos. Os valores de severidade mostrados na escala diagramática servem para balizar as estimativas. No entanto, alguns avaliadores tendem a repetir determinados valores durante o procedimento de avaliação da doença (BOCK et al., 2008a; SCHWANCK; DEL PONTE, 2014).

Mesmo com o uso da escala, a acurácia e a precisão das estimativas podem ser afetadas por fatores como a complexidade dos sintomas (KRANZ, 1988; BOCK et al., 2010). Em alguns casos, os sintomas de doenças podem ser confundidos com a senescência natural dos tecidos do hospedeiro. Por este motivo, é fundamental que o avaliador conheça bem os

Tabela 1. Escalas diagramáticas publicadas na literatura entre 1997 e 2017 e que utilizaram a análise de regressão linear (RL), o coeficiente de correlação de concordância de Lin (CCCL) ou ambas as metodologias no processo de validação.

Autores	Cultura	Órgão	Nome do Patógeno	RL	CCCL	Ambos
Correia et al., 2017	Berinjela	Fo	<i>Phomopsis vexans</i>			X
Dolinski et al., 2017	Pessegueiro	Fo	<i>Tranzchelia discolor</i>			X
Feijó et al., 2017	Feijoeiro	Va	<i>Colletotrichum truncatum</i>	X		
Núñez et al., 2017	Couve	Fo	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>			X
Sachet et al., 2017b	Oliveira	Fo	<i>Fusicladium oleagineum</i>		X	
Santos et al., 2017	Palmeira	Fr	<i>Ceratocystis paradoxa</i>	X		
De Paula et al., 2016	Cafeeiro	Fr	<i>Cercospora coffeicola</i>	X		
Ortega-Acosta et al., 2016	Rosélia	Fo/Cal	<i>Corynespora cassiicola</i>	X		
Alves et al., 2015	Trigo	Fo	<i>Puccinia triticina</i>	X		
Braido et al., 2015	Citros	Fr	<i>Xanthomonas citri</i> subsp. <i>citri</i>			X
Debona et al., 2015	Soja	Fo	<i>Cercospora sojina</i>			X
Duan et al., 2015	Tomateiro	Fo	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>			X
Freitas et al., 2015b	Cafeeiro	Fo	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	X		
Lage et al., 2015	Tomateiro	Fo	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>			X
Librelon et al., 2015	Tomateiro	Fo	<i>Pseudocercospora griseola</i>	X		
Nicoli et al., 2015	Milho	Col	<i>Colletotrichum graminicola</i>			X
Ramos; Islas, 2015	Milho	Fo	<i>Phyllachora maydis</i> / <i>Monographella maydis</i>	X		
Valeriano et al., 2015	Eucalipto	Fo	<i>Oidium eucalypti</i>	X		
Belan et al., 2014	Cafeeiro	Fo	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>garcae</i>	X		
Braido et al., 2014	Citros	Fr	<i>Xanthomonas citri</i> subsp. <i>citri</i>			X
Buffara et al., 2014	Videira	Fo	<i>Plasmopara viticola</i>	X		
Damasceno et al., 2014	Eucalipto	Fo	<i>Cylindrocladium</i> spp.	X		
Domiciano et al., 2014	Trigo	Fo	<i>Bipolaris sorokiniana</i>			X
González-Domínguez et al., 2014	Loquat	Fr	<i>Fusicladium eriobotryae</i>		X	
Schwanck; Del Ponte, 2014	Arroz	Fo	<i>Bipolaris oryzae</i>		X	
Sousa et al., 2014b	Melancia	Fo	<i>Didymella bryoniae</i>	X		

Vieira et al., 2014	Milho	Fo	<i>Exserohilum turcicum</i>	X	
Duarte et al., 2013	Batata	Fo	<i>Alternaria grandis</i>		X
Juliatti et al., 2013	Soja	Ha	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	X	
Klosowski et al., 2013	Cana-de-açúcar	Fo	<i>Puccinia kuehnii</i>	X	
Lima et al., 2013	Caupi	Fo	<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>vignicola</i>	X	
Maciel et al., 2013	Trigo	Es	<i>Pyricularia oryzae</i>	X	
Menge et al., 2013	Caju	Fo	<i>Cryptosporiopsis</i> spp.	X	
Rios et al., 2013	Trigo	Fo	<i>Pyricularia oryzae</i>		X
Sepúlveda-Chavera et al., 2013	Tomateiro	Fo	<i>Leveillula taurica/Erysiphe</i> sp.	X	
Tumura et al., 2013	Seringueira	Fo	<i>Oidium hevea</i>	X	
Yadav et al., 2013	Pecan	Fr	<i>Fusicladium effusum</i>		X
Passador et al., 2013	Eucalipto	Fo	<i>Teratosphaeria nubilosa</i>	X	
Lazaroto et al., 2012	Milho	Fo	<i>Exserohilum turcicum</i>	X	
Léon; Alejo, 2012	Mamoeiro	Fr	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	X	
Nunes; Alves, 2012	Pereira	Fo	<i>Entomosporium mespili</i>	X	
Capucho et al., 2011	Cafeeiro	Fo	<i>Hemileia vastatrix</i>		X
Correia et al., 2011	Mostarda	Fo	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	X	
Custódio et al., 2011	Cafeeiro	Fo	<i>Cercospora coffeicola</i>	X	
Lima et al., 2011	Cacto	Cl	<i>Alternaria tenuis</i>	X	
Malagi et al., 2011	Milho	Fo	<i>Phaeosphaeria maydis</i>	X	
Pedroso et al., 2011	Pimentão	Fr	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	X	
Sachs et al., 2011	Milho	Fo	<i>Phaeosphaeria maydis</i>	X	
Santos et al., 2011b	Mamoeiro	Fo	<i>Streptopodium caricae</i>	X	
Teramoto et al., 2011	Pepino	Fo	<i>Corynespora cassiicola</i>	X	
Spolti et al., 2011	Macieira	Fr	<i>Gloeodes pomigena/ Schizothyrium pomi</i>		X
Capucho et al., 2010	Milho	Fo	<i>Pantoea ananatis</i>	X	
Castillo et al., 2010	Maracujazeiro roxo	Fo	<i>Xanthomonas axonopodis</i>	X	
Celoto; Papa, 2010	Acerola	Fo	<i>Corynespora cassiicola</i>	X	

Chagas et al., 2010	Mamoneira	Ca	<i>Amphobotrys ricini</i>	X
Hill et al., 2010	Videira	Ca	<i>Botrytis cinerea</i>	X
Hirano et al., 2010	Soja	Fo	<i>Phakopsora pachyrhizi</i>	X
Kowata et al., 2010	Macieira	Fo	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	X
Lenz et al., 2010	Arroz	Fo	<i>Bipolaris oryzae</i>	X
Vivas et al., 2010	Mamoeiro	Fo	<i>Asperisporium caricae</i>	X
Corrêa et al., 2009	Tomateiro	Fo	<i>Phytophthora infestans</i>	X
Fischer et al., 2009	Maracujazeiro azedo	Fr	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	X
Lenz et al., 2009a	Videira	Fo	<i>Isariopsis clavispora</i>	X
Lenz et al., 2009b	Girassol	Fo	<i>Septoria helianthi</i>	X
Mesquini et al., 2009	Mandioquinha-salsa	Fo	<i>Septoria apiicola/ Cercospora arracacina</i>	X
Michereff et al., 2009	Melão	Fo	<i>Pseudoronospora cubensis</i>	X
Salgado et al., 2009	Cafeeiro	Fo	<i>Phoma tarda</i>	X
Santos et al., 2009	Mamoneira	Fo	<i>Cercospora ricinella</i>	X
Silva et al., 2009	Citros	Fo	<i>Mycosphaerella citri</i>	X
Soares et al., 2009	Soja	Fo	<i>Corynespora cassiicola</i>	X
Sussel et al., 2009	Mamoneira	Ca	<i>Amphobotrys ricini</i>	X
Albert et al., 2008	Caupi	Fo	<i>Cercospora cenescens</i>	X
Angelotti et al., 2008	Videira	Fo	<i>Phakopsora euvitis</i>	X
Aquino et al., 2008	Algodão	Fo	<i>Ramularia gossypii</i>	X
Barguil et al., 2008	Bastão-do- imperador	Br	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	X
Camochena et al., 2008	Milho	Fo	<i>Kabatiella zeae</i>	X
Citadin et al., 2008	Pessegueiro	Fo	<i>Xanthomonas arboricola</i> pv. <i>pruni</i>	X
Eschamps et al., 2008	Menta	Fo	<i>Puccinia menthae</i>	X
Kowata et al., 2008	Soja	Fo	<i>Peronospora manshurica</i>	X
Mio et al., 2008	Beterraba	Fo	<i>Cercospora beticola</i>	X
Renaud et al., 2008	Citros	Fo	<i>Alternaria alternata</i>	X

Barbosa et al., 2006	Crisântemo	Fo	<i>Puccinia horiana</i>	X
Godoy et al., 2006	Soja	Fo	<i>Phakopsora pachyrhizi</i>	X
Halfeld-Vieira; Nechet, 2006	Melancia	Fo	<i>Cercospora citrullina</i>	X
Mazaro et al., 2006a	Morangueiro	Fo	<i>Dendrophoma obscurans</i>	X
Mazaro et al., 2006b	Morangueiro	Fo	<i>Mycosphaerella fragariae</i>	X
Michereff et al., 2006a	Caupi	Fo	<i>Entyloma vignae</i>	X
Michereff et al., 2006b	Pimentão	Fo	<i>Cercospora capsici</i>	X
Andrade et al., 2005	Eucalipto	Fo	<i>Quambalaria eucalypti</i>	X
Belasque Jr. et al., 2005	Citros	Fo	<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>citri</i>	X
Nascimento et al., 2005	Videira	Fo	<i>Quambalaria eucalypti</i>	X
Gomes et al., 2004	Alface	Fo	<i>Cercospora longissima</i>	X
Martins et al., 2004	Soja	Fo	<i>Septoria glycines/ Cercospora kikuchii</i>	X
Spósito et al., 2004	Citros	Fr	<i>Guignardia citricarpa</i>	X
Leite; Amorim, 2002	Girassol	Fo	<i>Alternaria helianthi</i>	X
Tovar-Soto et al., 2002	Cherimóia	Fo	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	X
Rodrigues et al., 2002	Citros	Fo	<i>Citrus leprosis virus</i>	X
Díaz et al., 2001	Feijoeiro	Fo	<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i>	X
Michereff et al., 2000	Inhame	Fo	<i>Curvularia eragrostidis</i>	X
Giglioti; Canteri, 1998	Cana-de-açúcar	C	<i>Fusarium moniliforme/ Colletotrichum falcatum</i>	X
Michereff et al., 1998	Mandioca	Fo	<i>Cercosporidium henningsii</i>	X

Br = bráctea; Ca = cacho; Cal = cálice; Cl = cladódio; Co = colmo; Es = espiga; Fo = folha; Fr = fruto; Ha = haste; Va = vagem

sintomas da doença para avaliá-la corretamente. Outra situação que pode induzir ao erro é a presença de halo clorótico em manchas foliares. Neste caso, deve-se ter bem definido o que será avaliado, se somente a área necrosada ou a área necrosada e a clorótica (SILVA; MICHEREFF, 2016). Além disso, o tipo de folha pode influenciar a qualidade das avaliações, já que a estimativa da porcentagem de área foliar com sintomas é mais complicada em folhas compostas (NITA et al., 2003).

O tamanho, a cor e o número das lesões também são fatores que influenciam as estimativas. Geralmente, os maiores erros ocorrem quando o órgão apresenta menores valores de severidade da doença e muitas lesões pequenas, enquanto as estimativas de severidade de doenças com lesões maiores ou agregadas são menos sujeitas a erros (FORBES; JEGER, 1987; KRANZ, 1988; HAU et al., 1989; NITA et al., 2003; BOCK et al., 2008a; BOCK et al., 2008b).

Por fim, o tempo para avaliação da doença também deve ser considerado como uma variável que pode influenciar os erros das estimativas visuais. De modo geral, os avaliadores que levam mais tempo para estimar a quantidade de doença tendem a fazer estimativas mais precisas do que avaliadores que levam menos tempo (SILVA; MICHEREFF, 2016).

Já que os avaliadores apresentam uma grande variação em suas habilidades para estimar a severidade das doenças, o uso de escalas diagramáticas pode reduzir significativamente os erros, resultando em estimativas mais acuradas e precisas. Como exemplos, podem ser destacadas as escalas desenvolvidas para a avaliação da severidade da antracnose (FISCHER et al., 2009; CORREIA et al., 2011; LEÓN; ALEJO, 2012; NICOLI et al., 2015), bacteriose (DIAZ et al., 2001; CITADIN et al., 2008; LIMA et al., 2013; DUAN et al., 2015) e septoriose (MARTINS et al., 2004; LENZ et al., 2009b; MESQUINI et al., 2009) em diferentes culturas.

4.4.8. Quantificação de doenças no maracujazeiro

Na cultura do maracujazeiro azedo são crescentes os problemas com doenças, especialmente com a antracnose, bacteriose, septoriose e verrugose. As avaliações destas doenças têm sido realizadas por meio da quantificação da incidência e da severidade. Para a quantificação da severidade, normalmente são utilizadas escalas descritivas de notas e estimativas diretas da área da lesão (KUDO et al., 2012; BATISTTI et al., 2013; BOUZA et al., 2014; FUHRMANN et al., 2014; VIANA et al., 2014a).

As escalas descritivas podem ser eficientes quando a acurácia das estimativas não é um fator primordial. A estimativa direta da área lesionada pode apresentar alta subjetividade, com risco de baixa precisão e/ou acurácia, além de baixa reprodutibilidade, principalmente com avaliadores inexperientes. Considerando que os procedimentos de quantificação de doenças necessitam ser de fácil e rápida utilização para uma ampla gama de condições, mas também propiciar resultados acurados, precisos e reproduzíveis (CAMPBELL; MADDEN, 1990), os métodos utilizados nas quantificações das severidades das doenças no maracujazeiro azedo apresentam várias limitações. Para contornar esses inconvenientes, a avaliação da severidade com o auxílio de escalas diagramáticas pode constituir ferramenta eficiente para padronização das avaliações da severidade das doenças.

Apesar da grande importância das doenças na cultura do maracujazeiro azedo, a única escala diagramática validada para a quantificação de doenças nesta cultura foi a desenvolvida por Fischer et al. (2009) para a avaliação da antracnose em frutos. Inexistem escalas diagramáticas definidas para a quantificação, de forma precisa e acurada, das demais doenças em frutos do maracujazeiro azedo e não há trabalhos publicados de escalas para avaliação das severidades destas doenças em folhas desta cultura, o que limita a realização de diferentes estudos, em campo e sob cultivo protegido. Diagramas específicos para cada doença e para cada cultura são necessários já que os órgãos das plantas variam em estrutura e formato, além dos sintomas e sinais das diferentes doenças variarem em relação ao número, tamanho, formato, cor, padrão espacial, presença de halo clorótico ou coalescência, severidade máxima, entre outros (SCHWANCK; DEL PONTE, 2014).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, S. P. M.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SOUSA, M. A. F. Características agronômicas de seis genótipos de maracujazeiro-azedo cultivados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 920-924, 2009.

AGROFIT. **SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. 2010. Acesso em: 25 jan 2018.

ALBERT, I. C.; NORONHA, M. D. A.; MARTINS, R. B.; MICHEREFF, S. M. Escala diagramática para avaliação da severidade da cercosporiose em caupi. **Ciência Rural**, v. 38, p. 2029-2032, 2008.

ALFENAS, P. F.; BRAZ, A. S. K.; TORRES, L. B.; SANTANA, E. N.; NASCIMENTO, A. V. S.; CARVALHO, M. G.; OTONI, W. C.; ZERBINI, F. M. Transgenic passionfruit expressing RNA derived from *Cowpea aphid-borne mosaic virus* is resistant to passionfruit woodiness disease. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 33-38, 2005.

ALMEIDA, L. C. C.; COELHO, R. S. B. Caracterização da agressividade de isolados de *Colletotrichum* de maracujá amarelo com marcadores bioquímico, fisiológico e molecular. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 318-328, 2007.

ALVES, G. C. S.; CASTRO SANTOS, L.; DUARTE, H. S. S.; DIAS, V.; ZAMBOLIM, L.; ROCHA, M. R. Escala diagramática para quantificação da ferrugem da folha do trigo. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 1, p.128-133, 2015.

ALVES, R. R.; SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L.; CECON, P. R.; SILVA, D. F. P. Relações entre características físicas e químicas de frutos de maracujazeiro-doce cultivado em Viçosa-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 619-623, 2012.

ALVES, S. A., M.; NUNES, C. C. **Metodologia para elaboração de escalas diagramáticas para avaliação de doenças em plantas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. 6 p.

AMBROSIO, M. **Desempenho de populações de maracujazeiro azedo sob diferentes porta enxertos**. 2015. 44 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Curso de Pós Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra, 2015.

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

AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; PALAZZO, D.; BASSANEZI, R. B.; GODOY, C. V.; TORRES G. A. M. Clorose variegada dos citros: uma escala diagramática para avaliação da severidade da doença. **Fitopatologia Brasileira**, v. 18, p. 174-180, 1993.

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

ANGELOTTI, F.; SCAPIN, C. R.; TESSMANN, D. J.; VIDA, J. B.; OLIVEIRA, R. R.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of grapevine rust. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, p. 439-443, 2008.

ANJOS, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; CHARCHAR, M. J. D. **Incidência e Distribuição do Vírus do Endurecimento dos Frutos do Maracujazeiro no Cerrado do Brasil Central**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 16 p.

AQUINO, L. A.; BERGER, P. G.; RODRIGUES, F. Á.; ZAMBOLIM, L.; HERNANDEZ, F. R.; MIRANDA, L. M. Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da mancha de ramularia do algodoeiro. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 4, p. 361-363, 2008.

ASCARI, J. P.; ARAÚJO, D. V.; DIAS, L. D. E.; BAGATINI, G. J.; MENDES, I. R. N. Relação entre severidade da mancha de ramulária e produtividade de algodoeiro em duas épocas de semeadura. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 3, p. 603 –610, 2016.

AUKAR, A. P. A.; LEMOS, E. G. M.; OLIVEIRA, J. C. Genetic variations among passion fruit species using RAPD markers. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 738-740, 2002.

BARBEDO, J. G. A. An automatic method to detect and measure leaf disease symptoms using digital image processing. **Plant Disease**, v. 98, p. 1709-1716, 2014.

BARBOSA, M. A. G.; MICHEREFF, S. M.; MORA-AGUILERA, G. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem branca do crisântemo. **Summa Phytopathologica**, v. 32, p. 57-62, 2006.

BARBOSA, M. A. G.; REHN, K. G.; MENEZES, M.; MARIANO, R. L. R. Antagonism of *Trichoderma* species on *Cladosporium herbarum* and their enzymatic characterization. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 32, n. 1, p. 98-104, 2001.

BARDSLEY, S. J.; NGUGI, H. K. Reliability and accuracy of visual methods used to quantify severity of foliar bacterial spot symptoms on peach and nectarine. **Plant Pathology**, v. 62, p. 460-74, 2013.

BARGUIL, B. M.; ALBERT, I. C. L.; MICHEREFF, S. J.; OLIVEIRA, S. M. A. Escala diagramática para avaliação da severidade da antracnose em bastão do imperador. **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 807-810, 2008.

BARRETO, R. W.; REQUIA, A. C.; CASA, R. T. Queima de mudas do maracujazeiro *Passiflora edulis* causada por *Cladosporium cladosporioides*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 21, supl., p. 348, 1996. (Resumo 87).

BATISTTI, M.; KRAUSE, W.; BARÉA, M.; ARAUJO, D. V.; PALÚ, E. G. Resistência à verrugose de cultivares de maracujazeiro amarelo sob diferentes métodos de inoculação. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 2710-2720, 2013.

BELAN, L. L.; POZZA, E. A.; FREITAS, M. L. O.; SOUZA, R. M.; JESUS JUNIOR, W. C.; OLIVEIRA, J. M. Diagrammatic scale for assessment of bacterial blight in coffee leaves. **Journal of Phytopathology**, v. 162, p. 801-810, 2014.

BELASQUE JÚNIOR, J.; BASSANEZI, R. B.; SPÓSITO, M. B.; RIBEIRO, L. M.; JESUS JÚNIOR, W. C.; AMORIM, L. Escalas diagramáticas para avaliação da severidade do cancro cítrico. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 387-393, 2005.

BELLON, G.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FUHRMANN, E. Variabilidade genética de genótipos elite de maracujazeiro, obtidos em programas de retrocruzamento envolvendo espécies silvestres e comerciais com base em marcadores RAPD. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 6, p. 1692-1697, 2014.

BENATO, E. A.; SIGRIST, J. M. M.; SOUZA, N. L.; CIA, P. Efeito do tratamento hidrotérmico no controle pós-colheita em maracujá amarelo. **Summa Phytopathologica**, v. 27, p. 399-403, 2001.

BENSCH, K.; BRAUN, U.; GROENEWALD, J. Z.; CROUS, P. W. The genus *Cladosporium*. **Studies in Mycology**, v. 72, p. 1-401, 2012.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1996. 299 p.

BERGER, R. D. Measuring disease intensity. In: TENG, P. S.; KRUPA, S. V. (Ed.) **Crop loss assessment which constrain production and crop improvement in agriculture and forestry**. Saint Paul: University of Minnesota, 1980. p. 28-31.

BERIAM, L. O. S.; MALAVOLTA, JR., V. A. Doença bacteriana. In: NOGUEIRA, E. M. C.; FERRARI, J. S. (Ed.) **Aspectos fitossanitários do maracujazeiro**. São Paulo: Instituto Biológico, 2006. p. 15-10.

BERKELEY, M. J. Notices of North American fungi. **Grevillea**, v. 2, n. 22, p. 153-157, 1874.

BERNACCI, L.C.; CERVI, A.C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M.A.; NUNES, T.S.; IMIG, D.C.; MEZZONATO, A.C. *Passifloraceae*. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB182>>. Acesso em: 1 fev. 2018.

BOCK, C. H.; CHIANG, K. S.; DEL PONTE, E. M. Accuracy of plant specimen disease severity estimates: concepts, history, methods, ramifications and challenges for the future. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v. 11, n. 39, p. 1-13, 2016.

BOCK, C. H.; GOTTWALD, T. R.; PARKER, P. E.; COOK, A. Z.; FERRANDINO, F.; PARNELL, S.; VAN DEN BOSCH, F. The Horsfall-Barratt scale and severity estimates of citrus canker. **European Journal of Plant Pathology**, v. 125, p. 23-38, 2009.

BOCK, C. H.; PARKER, P. E.; COOK, A. Z.; GOTTWALD, T. R. Characteristics of the perception of different severity measures of citrus canker and the relations between the various symptom types. **Plant Disease**, v. 92, p. 927-939, 2008b.

BOCK, C. H.; PARKER, P. E.; COOK, A. Z.; GOTTWALD, T. R. Visual rating and the use of image analysis for assessing different symptoms of citrus canker on grapefruit leaves. **Plant Disease**, v. 92, p. 530-541, 2008a.

BOCK, C. H.; POOLE, G.; PARKER, P. E.; GOTTWALD, T. R. Plant disease severity estimated visually, by digital photography and image analysis, and by hyperspectral imaging. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 29, p. 59-107, 2010.

BOUZA, R. B.; PIRES, M. C.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BLUM, E. B. Reação em progênies de maracujá-azedo à antracnose em condições de campo. **Bioscience Journal**, v. 30, supplement 2, p. 571-581, 2014.

BRAIDO, R.; GONÇALVES-ZULIANI, A. M. O.; JANEIRO, V.; CARVALHO, S. A.; BELASQUE JUNIOR, J.; BOCK, C. H.; NUNES, W. M. C. Development and validation of standard area diagrams as assessment aids for estimating the severity of citrus canker on unripe oranges. **Plant Disease**, v. 98, n. 11, p. 1543-1550, 2014.

BRAIDO, R.; GONÇALVES-ZULIANI, A. M. O.; NOCCHI, P. T. R.; BELASQUE JUNIOR, J.; JANEIRO, V.; BOCK, C. H., NUNES, W. M. C. A standard area diagram set to aid estimation of the severity of Asiatic citrus canker on ripe sweet orange fruit. **European Journal of Plant Pathology**, v. 141, p. 327–337, 2015.

BRANCAGLIONE, P.; SAMPAIO, A. C.; FISCHER, I. H.; APARECIDA MARQUES DE ALMEIDA, A. M.; FUMIS, T. F. Eficiência de argila silicatada no controle de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*, *in vitro* e em mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 718-724, 2009.

BROWN, J. F.; KEANE, P. Assessment of disease and effects on yield. In: BROWN, J. F.; OGLE, H. J. (Eds.) **Plant Pathogens and Plant Diseases**. Armidale: Australasian Plant Pathogen Society. p. 315-329.

BRUCKNER, C. H.; SUASSUNA, T. M. F.; RÊGO, M. M.; NUNES, E. S. Auto-incompatibilidade do maracujá – implicações no melhoramento genético. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.) **Maracujá - germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. p. 187 - 210.

BUENO, P. A. O.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; MATTOS, J. K. A. Incidência e severidade de septoriose (*Septoria passiflorae* Sydow) em mudas de 48 genótipos de maracujazeiro-azedo, sob casa de vegetação no Distrito Federal. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 2, p. 88-95. 2007.

BUFFARA, C. R. S.; ANGELOTTI, F.; VIEIRA, R. A.; BOGO, A.; TESSMANN, D. J.; DE BEM, B. P. Elaboration and validation of a diagrammatic scale to assess downy mildew severity in grapevine. **Ciência Rural**, v.44, n.8, p.1384-1391, 2014.

CAMOCHENA, R. C.; SANTOS, I. D.; MAZARO, S. M. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha ocular em milho causada por *Kabatiella zae*. **Ciência Rural**, v. 38, p. 2124-2131, 2008.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. 1. ed. New York: John Wiley, 1990. 532 p.

CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIM, L.; DUARTE, H. S. S.; PARREIRA, D. F.; FERREIRA, P. A.; LANZA, F. E.; COSTA, R. V.; CASELA, C. R.; COTA, L. V. Development and validation of a standard area diagram set to estimate severity of leaf rust in *Coffea Arabica* and *C. canephora*. **Plant Pathology**, v. 60, p. 1144-1150, 2011.

CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIM, L.; DUARTE, H. S. S.; PARREIRA, D. F.; FERREIRA, P. A.; LANZA, F. E.; COSTA, R. V.; CASELA, C. R.; COTA, L. V. Influence of leaf position that correspond to whole plant severity and diagrammatic scale for white spot of corn. **Crop Protection**, v. 29, p. 1015-1020, 2010.

CARNEIRO, M. S.; CAMARGO, L. E. A.; COELHO, A. S. G.; VENCOSKY, R.; LEITE, R. P.; STENZEL, N. M.; VIEIRA, M. L. C. RAPD-based genetic linkage maps of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.). **Genome**, v. 45, p. 670-678, 2002.

CARVALHO, S. L. C.; STENZEL, N. M. C.; AULER, P. A. M. **Maracujá-amarelo: Recomendações técnicas para cultivo no Paraná**. Londrina: IAPAR, 2015. 54 p.

CASIERRA-POSADA; F.; JARMA-OROZCO, A. Nutritional Composition of *Passiflora* species. In: SIMMONDS, M.; PREEDY, V. (Ed.). **Nutritional Composition of Fruit Cultivars**. London: Academic Press, 2016. p. 517-534.

CASTILLO, S. Y.; RIVERA, J. F.; HOYOS, L. M. Escala diagramática para evaluar la severidad de la bacteriosis de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims). **Fitopatologia Colombiana**, v. 34, n. 2, p. 41-45, 2010.

CASTRO, A. P.; FALEIRO, F. G.; CARVALHO, D. D. C.; FONSECA, K. G.; VILELA, M. F.; JUNQUEIRA, N. T. V.; CARES, J. E. Genetic variability of *Passiflora* spp. from commercial fields in the Federal District, Brazil. **Ciência Rural**, v. 41, n. 6, p. 996-1002, 2011.

CASTRO, J. A.; NEVES, C. G.; JESUS, O. N.; OLIVEIRA, E. J. Definition of morpho-agronomic descriptors for the characterization of yellow passion fruit. **Scientia Horticulturae**, v. 145, p. 17-22, 2012.

CAVICHIOLO, J. C.; CORRÊA, L. S.; NARITA, N.; KASAI, F. S. Incidência e severidade do vírus do endurecimento dos frutos em maracujazeiros enxertados em pé-franco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, spe. 1, p. 411-414, 2011.

CELOTO, M. I. B.; PAPA, M. F. S. Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da mancha alvo em folhas de acerola. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, p. 258-262, 2010.

CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; CONCEIÇÃO, L. D. H. C. S.; SOUZA, A. P.; CORRÊA, R.X. A history of passion fruit woodiness disease with emphasis on the current situation in Brazil and prospects for Brazilian passion fruit cultivation. **European Journal of Plant Pathology**, v. 139, p. 255–264, 2014b.

CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; FALEIRO, F. G.; DE JESUS, O. N.; DOS SANTOS, E. S. L.; DE SOUZA, A. P. The genetic diversity, conservation, and use of passion fruit (*Passiflora* spp.). In: AHUJA, M.; JAIN, S. (Ed.) **Genetic diversity and erosion in plants - Sustainable Development and Biodiversity**, vol 8. Cham: Springer, 2016. p. 215-231.

CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; JESUS, O. N.; OLIVEIRA, E. J.; SANTOS, E. S. L.; SOUZA, A. P. Characterization and selection of passion fruit (yellow and purple) accessions

based on molecular markers and disease reactions for use in breeding programs. **Euphytica**, v. 202, n. 3, p. 345-359, 2015.

CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; JESUS, O. N.; SANTOS, E. S. L.; CORRÊA, R. X.; SOUZA, A. P. Genetic Breeding and Diversity of the Genus *Passiflora*: Progress and Perspectives in Molecular and Genetic Studies. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 15, p. 14122-14152, 2014a.

CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; MOREIRA, C. N.; FIGUEIRA, A. R.; CORRÊA, R. X.; OLIVEIRA, A. C. Detection of a resistance gradient to Passion fruit woodiness virus and selection of ‘yellow’ passion fruit plants under field conditions. **Genetics Molecular Research**, v. 7, p. 1209-1216, 2008.

CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; SANTOS, E. S. L.; JESUS, O. N.; MORI, G. M.; CORRÊA, R. X.; SOUZA, A. P. Molecular Genetic Variability of Commercial and Wild Accessions of Passion Fruit (*Passiflora* spp.) Targeting *Ex Situ* Conservation and Breeding. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 15, p. 22933-22959, 2014c.

CHAGAS, C. M.; KITAJIMA, E. W.; LIN, M. T. Grave moléstia em maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) no Estado da Bahia, causado por um isolado do vírus do “woodiness” do maracujá. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, n. 2, p. 259–268, 1981.

CHAGAS, H. A.; BASSETO, M. A.; ROSA, D. D.; ZANOTTO, M. D.; FURTADO, E. L. Escala diagramática para avaliação de mofo cinzento (*Amphobotrys ricini*) da mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Summa Phytopathologica**, v. 36, p. 164-167, 2010.

CHAGAS, K.; ALEXANDRE, R. S.; SCHMILDT, E. R.; BRUCKNER, C. H.; FALEIRO, F. G. Divergência genética em genótipos de maracujazeiro azedo, com base em características físicas e químicas dos frutos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 524-531, 2016.

CITADIN, I.; ASSMANN, A. P.; MAZARO, S. M.; GOUVEA, A.; DANNER, M. A.; MALAGI, G. Escala diagramática para avaliação da severidade de bacteriose em pessegueiro. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 327-330, 2008.

CLINE, E. *Septoria* on *Passiflora* spp. U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA. Disponível em: <https://nt.ars-grin.gov/sbmlweb/onlineresources/nomenfactsheets/rptBuildFactSheet_onLine.cfm?thisName=Septoria%20on%20Passiflora¤tDS=specimens>. Acesso em: 26 jan. 2018.

CORRÊA, F. M.; BUENO FILHO, J. S. S.; CARMO, M. G. F. Comparison of three diagrammatic keys for the quantification of late blight in tomato leaves. **Plant Pathology**, v. 58, p. 1128-1133, 2009.

CORREIA, K. C.; MARTINS, R. B.; CAMARA, M. P. S.; MICHEREFF, S. J. Escala diagramática para avaliação da severidade da antracnose em pinha. **Ciência Rural**, v. 41, n. 1, p. 1-4, 2011.

CORREIA, K. C.; QUEIROZ, J. V. J.; MARTINS, R. B.; NICOLI, A.; DEL PONTE, E. M.; MICHEREFF, S. J. Development and evaluation of a standard area diagram set for the severity of phomopsis leaf blight on eggplant. **European Journal of Plant Pathology**, v. 149, p. 269–276, 2017.

COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N.; VENTURA, J. A.; FANTON, C. J.; LIMA, I. M.; CAETANO, L. C. S.; SANTANA, E. N. **Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro**. Vitória: Incaper, 2008. 56 p.

COSTA, J. L.; JESUS, O. N.; OLIVEIRA, G. A. F.; OLIVEIRA, E. J. Effect of selection on genetic variability in yellow passion fruit. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 12, p. 253-260, 2012.

CUNHA, M. A. P.; BARBOSA, L. C. Aspectos botânicos. In: LIMA, A. A. (Ed.). **Maracujá produção: aspectos técnicos**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2002. p. 11-14.

CUSTÓDIO, A. A. P.; POZZA, E. A.; GUIMARÃES, S. D. S. C.; KOSHIKUMO, E. S. M.; HOYOS, J. M. A.; SOUZA, P. E. D. Comparison and validation of diagrammatic scales

for brown eye spot in coffee tree leaves. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1067-1076, 2011.

DAMASCENO, V. F. F.; FURTADO, E. L.; FERREIRA FILHO, P. J. Comparação de dois métodos de elaboração e validação de escala diagramática para a quantificação da severidade da mancha de *Cylindrocladium* em eucalipto. **Summa Phytopathologica**, v. 40, n. 3, p. 248-255, 2014.

DE BEM, B. P.; BOGO, A.; EVERHART, S. E.; CASA, R. T.; GONÇALVES, M. J.; MARCON FILHO, J. L.; RUFATO, L.; SILVA, F. N.; ALLEBRANDT, R.; CUNHA, I. C. Effect of four training systems on the temporal dynamics of downy mildew in two grapevine cultivars in southern Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 41, n. 6, p. 370–379, 2016.

DEBONA, D.; NASCIMENTO, K. J. T.; REZENDE, D.; RIOS, J. A.; BERNARDELI, A. M. A.; SILVA, L. C.; RODRIGUES, F. A. A set of standard area diagrams to assess severity of frogeye leaf spot on soybean. **European Journal of Plant Pathology**, v. 142, p. 603-614, 2015.

DELGADO-MÉNDEZ, C. G.; CASTAÑO-ZAPATA, J.; VILLEGAS-ESTRADA, B. Caracterización del agente causante de la roña del maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa* DEGENER) em Colombia. **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**, v. 37, n. 143, p. 215-227, 2013.

DEL PONTE, E. M.; PETHYBRIDGE, S. J.; BOCK, C. H.; MICHEREFF, S. J.; MACHADO, F. J.; SPOLTI, P. Standard Area Diagrams for Aiding Severity Estimation: Scientometrics, Pathosystems, and Methodological Trends in the Last 25 Years. **Phytopathology**, v. 107, n. 10, p. 1161-1174, 2017.

DE PAULA, P. V. A. A.; POZZA, E. A.; SANTOS, L. A.; CHAVES, E.; MACIEL, M. P.; PAULA, J. C. A. Diagrammatic scales for assessing brown eye spot (*Cercospora coffeicola*) in red and yellow coffee cherries. **Journal of Phytopathology**, v. 164, n. 10, p. 791-800, 2016.

DHAWAN, K.; DHAWAN, S.; SHARMA, A. *Passiflora*: A review update. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 94, p. 1–23, 2004.

DIAS, M. S. C. Principais doenças fúngicas e bacterianas do maracujazeiro. **Informe Agropecuário**, v. 21, n. 206, p. 34-38, 2000.

DIAZ, C. G.; BASSANEZI, R. B.; BERGAMIN FILHO, A. Desenvolvimento e validação de uma escala diagramática para *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* em feijoeiro. **Summa Phytopatologica**, v. 27, n. 7, p. 35-39, 2001.

DOLINSKI, M. A.; DUARTE, H. S. S.; SILVA, J. B.; DE MIO, LOUISE, L. M. Development and validation of a standard area diagram set for assessment of peach rust. **European Journal of Plant Pathology**, v. 148, n. 4, p. 817-824, 2017.

DOMICIANO, G. P.; DUARTE, H. S. S.; MOREIRA, E. N.; RODRIGUES, F. A. Development and validation of a set of standard area diagrams to aid in estimation of spot blotch severity on wheat leaves. **Plant Pathology**, v. 63, p. 922-928, 2014.

DUAN, J.; ZHAO, B.; WANG, Y.; YANG, W. Development and validation of a standard area diagram set to aid estimation of bacterial spot severity on tomato leaves. **European Journal of Plant Pathology**, v. 142, p. 665-675, 2015.

DUARTE, H. S. S.; ZAMBOLIM, L.; CAPUCHO, A. S.; NOGUEIRA JR., A. F.; ROSADO, A. W. C.; CARDOSO, C. R.; PAUL, P. A.; MIZUBUTI, E. S. G. Development and validation of a set of standard area diagrams to estimate severity of potato early blight. **European Journal of Plant Pathology**, v. 137, n. 2, p. 249-257, 2013.

DYE, D. W.; BRADBURY, J. F.; GOTO, M.; HAYWARD, A. C.; LELLIOT, R. A.; SOHRO, M. N. International standards for naming pathovars of phytopathogenic bacteria and a list of pathovar names and pathotype stains. **Review of Plant Pathology**, v. 59, n. 4, p. 153-168. 1980.

ESCHAMPS, C.; MAY DE MIO, L. L.; OLIVEIRA, R. A.; MAZARO, S. M.; MACHADO, M. P.; OLIVEIRA, M. C.; GOUVÊA, A. Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem de *Mentha arvensis* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 10, n. 1, p. 82-87, 2008.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Maracujá: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2016. 341 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. Passion fruit (*Passiflora* spp.) improvement using wild species. In: MARIANTE, A. S.; SAMPAIO, M. J. A.; INGLIS, M. C. V. (Ed.). **The state of Brazil's plant genetic resources**. Second National Report. Conservation and Sustainable Utilization for food and agriculture. Brasília: Embrapa Technological Information, 2009. p. 101-106.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; OLIVEIRA, E. J.; PEIXOTO, J. R.; COSTA, A. M. **Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro - histórico e perspectivas**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2011a. 36 p.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; PEIXOTO, J. R. Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro - Desafios da pesquisa. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá – Germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. p. 186-209.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; PEIXOTO, J. R. Pré-melhoramento do maracujá. In: LOPES, M.A.; FÁVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. F.; FALEIRO, F. G.; FOLLE, S. M.; GUIMARÃES, E. P. (Ed.). **Pré-melhoramento de plantas. Estado da arte e experiências de sucesso**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2011b. p. 549-570.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COSTA, A. M. **Ações de pesquisa e desenvolvimento para o uso diversificado de espécies comerciais e silvestres de maracujá (*Passiflora* spp.)**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2015. 26 p.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COSTA, A. M. Importância socioeconômica e cultural do maracujá. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. (Ed.). **Maracujá: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2016. p. 16-21. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

FALEIRO, F. G.; PEIXOTO, J. R.; VIANA, A. P.; BRUCKNER, C. H.; LARANJEIRA, F. F.; DAMASCENO, F.; MELETTI, L. M. M.; CONSOLI, L.; SOUSA, M. A. F.; SILVA, M. S.; PEREIRA, M. G.; STENZEL, N.; SHARMA, R. D. Demandas para pesquisas relacionadas ao melhoramento genético. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá: Demandas para a pesquisa**. Brasília: Embrapa, 2006. p. 25-29.

FEIJÓ, F. M.; SILVA, W. C.; ASSUNÇÃO, I. P.; MARTINS, R. B.; MICHEREFF, S. J.; LIMA, G. S. A. Análise de escala diagramática para avaliação da severidade da antracnose das vagens de feijão-fava. **Ciência Agrícola**, v. 15, n. 1, p. 43-51, 2017.

FEUILLET, C.; MACDOUGAL, J. M. Passifloraceae. In: KUBITZKI, K. (Ed.) **The families and genera of vascular plants**. Vol. IX. Flowering plant eudicots. Berlin: Springer-Verlag, 2007. p. 270-281.

FILIPPI, C. V.; ZUBRZYCKI, J. E.; DI RIENZO, J. A.; QUIROZ, F.; FUSARI, C. M.; ALVAREZ, D.; MARINGOLO, C. A.; CORDES, D.; ESCANDE, A.; HOPP, H. E.; HEINZ, R. A.; LIA, V. V.; PANIEGO, N. B. Phenotyping sunflower genetic resources for Sclerotinia head rot response: assessing variability for disease resistance breeding. **Plant Disease**, v. 101, n. 11, p. 1941-1948, 2017.

FISCHER, I. H.; ALVES, S. A. M.; ALMEIDA, A. M.; ARRUDA, M. C.; BERTANI, R. M. A.; GARCIA, M. J. M. Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da severidade da antracnose em frutos de maracujá amarelo. **Summa Phytopathologica**, v. 35, n. 3, p. 226-228, 2009.

FISCHER I. H.; ARRUDA, M. C.; ALMEIDA, A. M.; GARCIA, M. J. M.; JERÔNIMO, E. M.; PINOTTI, R. N.; BERTANI, R. M. A. Doenças e características físicas e químicas pós-

colheita em maracujá amarelo de cultivo convencional e orgânico no Centro Oeste Paulista. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 254-259, 2007a.

FISCHER, I. H.; BUENO, C. J.; ALMEIDA, A. M.; GARCIA, M. J. M. Principais doenças do maracujazeiro na região centro-oeste paulista e medidas de manejo preconizadas. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 4, n. 1, p. 1-5, 2007b.

FISCHER, I. H.; REZENDE, J. A. M. Diseases of passion flower (*Passiflora* spp.). **Pest Technology**, v. 2, n. 1, p. 1-19. 2008.

FORBES, G. A.; JEGER, M. J. Factors affecting the estimation of disease intensity in simulated plant structures. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, v. 94, p. 113-120, 1987.

FREITAS, D. S.; COELHO, M. C. F.; SOUZA, M. T.; MARQUES, A.; RIBEIRO, B. M. Introduction of the anti-apoptotic baculovirus *p35* gene in passion fruit induces herbicide tolerance, reduced bacterial lesions, but does not inhibit passion fruit woodiness disease progress induced by *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV). **Biotechnology Letters**, v. 29, p. 79-87, 2007.

FREITAS, J. C. O.; PIO VIANA, A.; SANTOS, E. A.; PAIVA, C. L.; SILVA, F. H. L.; SOUZA, M. M. Sour passion fruit breeding: Strategy applied to individual selection in segregating population of *Passiflora* resistant to *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV). **Scientia Horticulturae**, v. 211, p. 241-247, 2016.

FREITAS, J. C. O.; PIO VIANA, A.; SANTOS, E. A.; SILVA, F. H. L.; PAIVA, C. L.; RODRIGUES, R.; SOUZA, M. M.; EIRAS, M. Genetic basis of the resistance of a passion fruit segregant population to *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV). **Tropical Plant Pathology**, v. 40, n. 5, p. 291-297, 2015a.

FREITAS, J. P. X.; OLIVEIRA, E. J.; CRUZ NETO, A. J.; SANTOS, L. R. Avaliação de recursos genéticos do maracujazeiro-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 9, p. 1013-1020, 2011.

FREITAS, M. L. O.; POZZA, E. A.; BELAN, L. L.; SILVA, J. L.; ABREU, M. S. Diagrammatic scale for blister spot in leaves of coffee tree. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 19, p. 2068-2075, 2015b.

FUHRMANN, E.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BLUM, L. E. B.; BRAGA, M. W.; BELLON, G.; JUNQUEIRA, K. P. Reação de híbridos interespecíficos de *Passiflora* spp. à *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*. **Ciência Rural**, v. 44, n. 8, p. 1404-1410, 2014.

GIGLIOTI, E. A.; CANTERI, M. G. Desenvolvimento de software e escala diagramática para seleção e treinamento de avaliadores da severidade de complexo broca-podridões em cana-de-açúcar. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, p. 359-363, 1998.

GODOY, C. V.; CARNEIRO, S. M. T. P. G.; IAMAUTI, M. T.; DALLA PRIA, M.; AMORIM, L.; BERGER, R. D.; BERGAMIN FILHO, A. Diagrammatic scales for bean disease: development and validation. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, v. 104, n. 4, p. 336-345, 1997.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 63-68, 2006.

GOMES, A. M. A.; MICHEREFF, S. J.; MARIANO, R. L. R. Elaboração e validação de escala diagramática para cercosporiose da alface. **Summa Phytopathologica**, v. 30, n. 1, p. 38-42, 2004.

GOMES, D. P.; ROCHA, V. S.; PEREIRA, O. L.; SOUZA, M. A. Damage of wheat blast on the productivity and quality of seeds as a function of the initial inoculum in the field. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 1, p. 66-74, 2017.

GONÇALVES, Z. S.; JESUS, O. N.; CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; DINIZ, R. P.; SOARES, T. L.; OLIVEIRA, E. J. Methodological approaches to assess passion fruit resistance (*Passiflora* spp.) to passionfruit woodiness disease. **Bioscience Journal**, v. 33, n. 6, p. 1441-1451, 2017.

GONÇALVES, Z. S.; LIMA, L. K. S.; SOARES, T. L.; ABREU, E. F. M.; BARBOSA, C. J.; CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; JESUS, O. N.; OLIVEIRA, E. J. Identification of *Passiflora* spp. genotypes resistant to *Cowpea aphid-borne mosaic virus* and leaf anatomical response under controlled conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 231, p. 166-178, 2018.

GONÇALVES, E. R.; ROSATO, Y. B. Genotypic characterization of xanthomonad strains isolated from passion fruit plants (*Passiflora* spp.) and their relatedness to different *Xanthomonas* species. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v. 50, n. 2, p. 811-821, 2000.

GONZÁLEZ-DOMÍNGUEZ, E.; MARTINS, R. B.; DEL PONTE, E. M.; MICHEREFF, S. J.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; ARMENGOL, J. Development and validation of a standard area diagram set to aid assessment of severity of loquat scab on fruit. **European Journal of Plant Pathology**, v. 139, p. 413-422, 2014.

GRECO, S. M. L.; PEIXOTO, J. R.; FERREIRA, L. M. Avaliação física, físico-química e estimativas de parâmetros genéticos de 32 genótipos de maracujazeiro azedo cultivados no distrito federal. **Bioscience Journal**, v. 30, spp. 1, p. 360-370, 2014.

GYAWALI, S.; VERMA, R. P. S.; KUMAR, S.; BHARDWAJ, S. C.; GANGWAR, O. P.; SELVAKUMAR, R.; SHEKHAWAT, P. S.; REHMAN, S.; SHARMA-POUDYAL, D. Seedling and adult-plant stage resistance of a world collection of barley genotypes to stripe rust. **Journal of Phytopathology**, v. 166, n. 1, p. 18-27, 2018.

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

HAU, B.; KRANZ, J.; KONIG, R. Fehler beim Schätzen von Befallsstärken bei Pflanzenkrankheiten. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, v. 96, p. 649-674, 1989.

HILL, G. N.; BERESFORD, R. M.; EVANS, K. J. Tools for accurate assessment of Botrytis bunch rot (*Botrytis cinerea*) on wine grapes. **New Zealand Plant Protection**, v. 63, p. 174-181, 2010.

HIRANO, M.; HIKISHIMA, M.; SILVA, A. J.; XAVIER, S. A.; CANTERI, M. G. Validação de escala diagramática para estimativa de desfolha provocada pela ferrugem asiática em soja. **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 3, p. 248-250, 2010.

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

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal – Culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 62 p.

INCH, A. J. Passion fruit diseases. **Queensland Agricultural Journal**, v. 104, p. 479-484, 1978.

ISHIDA, A. K. N.; HALFED-VIEIRA, B. A. **Mancha-Bacteriana do Maracujazeiro (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*): Etiologia e Estratégias de Controle**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 23 p.

JAMES, W. C.; TENG, P. S. The quantification of production constraints associated with plant diseases. In: COAKER, T. H. (Ed.) **Advances in Applied Biology**, v. 3. London: Academic, 1979. p. 201–67.

JESUS, O. N.; FALEIRO, F. G. Classificação botânica e biodiversidade. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. (Ed.). **Maracujá: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2016. p. 23-31. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

JOY, P. P.; SHERIN, C. G. Diseases of Passion Fruit (*Passiflora edulis*) and their Management. In: PANDEY, A. K.; MALL, P. (Ed.). **Insect pests managements of fruit crops**. 1 ed. New Delhi: Biotech Books, 2016. p. 453-470.

JULIATTI, F. C.; CRATO, F. F.; JULIATTI, F. C.; COUTO, K. R.; JULIATTI, B. M. Escala diagramática para avaliação da severidade de mofo branco em soja. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 3, p. 676-680, 2013.

JUNQUEIRA, K. P. **Resistência genética e métodos alternativos de controle da bacteriose do maracujazeiro causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae***. 2010. 159 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Curso de Pós Graduação em Fitopatologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

JUNQUEIRA, K. P.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BELLON, G.; RAMOS, J. D.; BRAGA, M. F.; SOUZA, L. S. Confirmação de híbridos interespecíficos artificiais no gênero *Passiflora* por meio de marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 191-196, 2008.

JUNQUEIRA, N. T. V.; ANJOS, J. R. N.; SILVA, A. P. O.; CHAVES, R. C.; GOMES, A. C. Reação as doenças e produtividade de onze cultivares de maracujá-azedo cultivados sem agrotóxicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 8, p. 1005-1010, 2003.

JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; FALEIRO, F. G.; PEIXOTO, J. R.; BERNACCI, L. C. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá – Germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. p. 80-108.

JUNQUEIRA, N. T. V.; GUIMARÃES, T. G. Manejo das principais doenças da goiabeira. In: Núcleo de Estudos em Fitopatologia (Org.). **Manejo integrado de doenças em fruteiras**. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2007. p. 151-163.

JUNQUEIRA, N. T. V.; JUNQUEIRA, K. P. Manejo das principais doenças do maracujazeiro. In: Núcleo de estudos em fitopatologia. (Org.). **Manejo integrado de doenças de fruteiras**. Brasília: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2007. p. 13-270.

JUNQUEIRA, N. T. V.; SUSSEL, A. A. B.; JUNQUEIRA, K. P.; ZACARONI, A. B.; BRAGA, M. F. Doenças. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. (Ed.). **Maracujá: O**

produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2016. p. 169-180. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

JUNQUEIRA, N. T. V.; TEIXEIRA, R. V. R.; ANJOS, J. R. N.; VERAS, M. C. M.; NASCIMENTO, A. C.; SHARMA, R. D. **Controle das principais doenças do maracujazeiro no cerrado.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999.

KLOSOWSKI, A. C.; RUARO, L.; BESPALHOK FILHO, J. C.; DE MIO, L. L. M. Proposta e validação de escala para a ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, n. 2, p. 166-171, 2013.

KOSOSKI, R. M.; PEIXOTO, J. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; UESUGI, C. H.; MELO, B. Reação de genótipos de maracujazeiro-azedo a *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*, em casa de vegetação. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 1, p. 60-66, 2008.

KOWATA, L. S.; MAY DE MIO, L. L.; DALLA-PRIA, M.; SANTOS, H. A. Escala diagramática para avaliar severidade de míldio na soja. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 1, p.105-110, 2008.

KOWATA, L. S.; STRAPASSON, M.; CHALLIOL, M. A.; MAY DE MIO, L. L. Glomerella leaf spot in apple: Validation of proposed diagrammatic scale and efficiency of fungicides. **Ciência Rural**, v. 40, n. 7, p. 1502-1508, 2010.

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

KUDO, A. S.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BLUM, L. E. B. Suscetibilidade de genótipos de maracujazeiro-azedo à septoriose em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 1, p. 200-205, 2012.

LAGE, C. A. C.; MAROUELLI, W. A.; DUARTE, H. S. S.; CAFÉ-FILHO, A. C. Standard area diagrams for assessment of powdery mildew severity on tomato leaves and leaflets. **Crop Protection**, v. 67, p. 26-34, 2015.

LARANJEIRA, F. F. Problemas e perspectivas da avaliação de doenças como suporte ao melhoramento do maracujazeiro. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. **Maracujá – Germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. p. 159-184.

LAZAROTO, A.; SANTOS, I.; KONFLANZ, V. A.; MALAGI, G.; CAMOCHENA, R. C. Escala diagramática para avaliação de severidade da helmintosporiose comum em milho. **Ciência Rural**, v. 42, n. 12, 2012.

LEÃO, R.M. K.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; REZENDE, R. O.; MATTOS, J. K. A.; MELO, B. Reação de progênies de maracujazeiro-azedo ao vírus do endurecimento do fruto (*Cowpea aphid-borne mosaic virus – CABMV*) em casa de vegetação. **BioScience Journal**, v. 22, n. 2, p. 87-92, 2006.

LEE, K. M.; LEE, J.; CHUNG, C. Y.; AHN, S.; SUNG, K. H.; KIM, T. W.; LEE, H. J.; PARK, M. S. Pitfalls and important issues in testing reliability using intraclass correlation coefficients in orthopaedic research. **Clinics in Orthopedic Surgery**, v. 4, p. 149-155, 2012.

LEITE, R. M. V. B. C.; AMORIM, L. Elaboração e validação de escala diagramática para mancha de *Alternaria* em girassol. **Summa Phytopathologica**, v. 28, n. 1, p. 14-19, 2002.

LENZ, G.; BERLADIN, R. S.; CORTE, G. D.; MARQUES, L. N.; DEBONA, D. Escala diagramática para avaliação de severidade de mancha-parda em arroz. **Ciência Rural**, v. 40, n. 4, p. 752–758, 2010.

LENZ, G.; COSTA, I. D.; BALARDIN, R. S.; MARQUES, L. N.; ARRUÉ, A.; STEFANELO, M. S.; ZEMOLIN, C. R. Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da mancha de isariopsis da videira. **Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 2301-2308, 2009a.

LENZ, G.; COSTA, I. D.; BALARDINI, R. S.; STEFANELO, M. S.; MARQUES, L. N.; ARRUÉ, A. Escala diagramática para avaliação de severidade de mancha-de-septoria em girassol. **Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 2527-2530, 2009b.

LEÓN, M. J. Z.; ALEJO, J. C. Escala logarítmica diagramática de severidad de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en papaya (*Carica papaya*). **Fitosanidad**, v. 16, n. 2, p. 83-86, 2012.

LIBRELON, S. S.; SOUZA, E. A.; PEREIRA, R.; POZZA, E. A.; ABREU, A. F. B. Diagrammatic scale to evaluate angular leaf spot severity in primary leaves of common bean. **Australasian Plant Pathology**, v. 44, p.3 85–395, 2015.

LIMA, G.; ASSUNÇÃO, I. P.; MARTINS, R. B.; SANTOS, H. V.; MICHEREFF, S. M. Development and validation of a standard area diagram set for assessment of *Alternaria* spot on the cladodes of the prickly pear cactus. **Journal of Plant Pathology**, v. 93, p. 691-695 2011.

LIMA, H. E.; NECHET, K. L.; HALFELD-VIEIRA, B. A.; OLIVEIRA, J. R.; DUARTE, H. S. S.; QUEIROZ, E. S.; OLIVEIRAM F. L. Elaboração e validação de escalas diagramáticas para avaliação da severidade da mancha-bacteriana do feijão-caupi em cultivares com trifólios morfologicamente distintos. **Ciência Rural**, v. 43, n. 10, p. 1735-1743, 2013.

LIN, L. I. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. **Biometrics**, v. 45, p. 255-268, 1989.

LOPES, R.; LOPES, M. T. G.; CARNEIRO, M. S.; MATTA, F. P.; CAMARGO, L. E. A.; VIEIRA, M. L. C. Linkage and mapping of resistance genes to *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* in yellow passion fruit. **Genome**, v. 49, p. 17-29, 2006.

LOPES, U. P.; DUARTE, H. S. S.; CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIM, L. Quantificação de doenças de plantas. In: ZAMBOLIM, L.; JESUS JR., W. C.; RODRIGUES, F. A. (Ed.). **O essencial da Fitopatologia: epidemiologia de doenças de plantas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2014. p. 49-77.

LOUW, A. J. Studies on *Septoria passiflorae* n.sp. occurring on passion fruit with special reference to its parasitism and physiology. **Scientific Bulletin of the South African Department of Agriculture**, n. 229, 1941. 51 p.

MACDOUGAL, J. M.; FEUILLET, C. Systematics. In: ULMER, T.; MACDOUGAL, J.M. (Ed.) **Passiflora: Passionflowers of the world**. Portland: Timber press, 2004. p. 27–31.

MACIEL, J. L. N.; DANELLI, A. L. D.; BORETTO, C.; FORCELINI, C. A. Diagrammatic scale for assessment of blast on wheat spikes. **Summa Phytopathologica**, v. 39, p. 162-166, 2013.

MACIEL, S. C.; NAKANO, D. H.; REZENDE, J. A. M.; VIEIRA, M. L. C. Screening of *passiflora* species for reaction to *Cowpea aphid-borne mosaic virus* reveals an immune wild species. **Scientia Agricola**, v. 66, p. 414-418, 2009.

MADDEN, L. V.; HUGHES, G.; VAN DEN BOSCH, F. **The study of plant disease epidemics**. Saint Paul: APS Press, 2007.

MALAGI, G.; SANTOS, I. D.; CAMOCHENA, R. C.; MOCCELLIN, R. Elaboração e validação da escala diagramática para avaliação da mancha branca do milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, p. 1-8, 2011.

MALAVOLTA JR., V. A. Bacterioses do maracujazeiro. In: RUGGIERO, C. (Ed.). **Maracujá: do plantio à colheita**. Jaboticabal: Funep, 1998. p. 217-229.

MANICOM, B.; RUGGIERO, C.; PLOETZ, R.C.; GOES, A. Diseases of passion fruit. In: PLOETZ, R. C. (Ed.). **Diseases of Tropical Fruit Crops**. Wallingford: CAB International, 2003. p. 413-441.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Registro Nacional de Cultivares**. Disponível em:

<http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php>. Acesso em: 06 fev. 2018.

MARCUZZO, L. L.; DUARTE, T. S.; ROSA NETO, A. J.; HOFFMANN, F. Efeito de fosfito de potássio e de fungicidas no controle da cercosporiose (*Cercospora beticola*) da beterraba. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 2, p. 186-187, 2016.

MARTINS, I.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. V. T.; MELLO, S. C. M. Reação de genótipos de maracujazeiro-amarelo ao *Colletotrichum gloeosporioides*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 639-643, 2008.

MARTINS, I.; PEIXOTO, J. R.; MELLO, S. C. M. **Evolução do maracujazeiro-amarelo no Brasil, as principais doenças e possibilidade de aplicação do controle biológico**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 32 p.

MARTINS, M. C.; GUERZONI, R. A.; CÂMARA, G. M. S.; MATTIAZZI, P.; LORENÇO, S. A.; AMORIM, L. Escala diagramática para quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 179-184, 2004.

MAZARO, S. M.; GOUVEA, A.; MAY DE MIO, L. L.; DESCHAMPS, C.; BIASI, L. A.; CITADIN, I. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha-de-dendrophoma em morangueiro. **Ciência Rural**, v. 36, n. 5, p. 1630-1633, 2006a.

MAZARO, S. M.; GOUVEA, A.; MAY DE MIO, L. L.; DESCHAMPS, C.; BIASI, L. A.; CITADIN, I. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha-de-micosferela em morangueiro. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 648-652, 2006b.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Volume Especial, E. 083-091, 2011.

MELETTI, L. M. M.; BRÜCKNER, C. H. Melhoramento Genético. In: BRÜCKNER, C. H.; PICANÇO, M. C. (Ed.). **Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. p. 345-385.

MELETTI, L. M. M.; MAIA, M. L. **Maracujá: produção e comercialização**. Boletim técnico, 181. Campinas: Instituto Agronômico, 1999. 64 p.

MELETTI; L. M. M.; SANTOS, R. R.; MINAMI, K. Melhoramento do maracujazeiro-amarelo: obtenção do cultivar 'Composto IAC-27'. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 3, p. 491-498, 2000.

MELETTI, L. M. M.; SOARES-SCOTT, M. D.; BERNACCI, L. C.; PASSOS, I. R. S. Melhoramento genético do maracujá: passado e futuro. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. p. 55-78.

MELO, C. A. F.; SOUZA, M. M.; VIANA, A. P.; SANTOS, E. A.; SOUZA, V. O.; CORRÊA, R. X. Morphological characterization and genetic parameter estimation in backcrossed progenies of *Passiflora* L. for ornamental use. **Scientia Horticulturae**, v. 212, p. 91-103, 2016.

MELO, J. R. F.; FIGUEIRA, A. R.; MOREIRA, C. N.; OLIVEIRA, A. C. Recent characterization of *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV) in Bahia State, Brazil, suggests potential regional isolation. **African Journal of Biotechnology**, v. 14, p. 735-744, 2015.

MELO, K. T.; MANICA, I.; JUNQUEIRA, N. T. V. Produtividade de seis cultivares de maracujazeiro-azedo durante três anos em Vargem Bonita, DF. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 9, p. 1117-1125, 2001.

MENGE, D.; MAKUBE, M.; SHOMARI, S.; TIEDEMANN, A. V. Development and validation of a diagrammatic scale for estimation of cashew blight for epidemiological studies. **International Journal of Advanced Research**, v. 1, p. 26-38, 2013.

MESQUINI, R. M.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; GODOY, C. V.; VIEIRA, R. A.; ZARATE, N. A. H.; VIEIRA, M. C. Escala diagramática para a quantificação de *Septoria*

apiicola e *Cercospora arracacina* em mandioquinha-salsa. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n. 4, p. 250-255, 2009.

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

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

MICHEREFF, S. M.; NORONHA, M. D. A.; ANDRADE, D.; OLIVEIRA, E. P.; XAVIER FILHA, M. S.; MOREIRA, P. A. A. Elaboração e validação de escala diagramática para a cercosporiose do pimentão. **Summa Phytopathologica**, v. 32, n. 3, p. 260-266, 2006b.

MICHEREFF, S. M.; NORONHA, M. D. A.; LIMA, G.; ALBERT, I. C.; MELO, E. A.; GUSMÃO, L. O. Diagrammatic scale to assess downy mildew severity in melon. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 76-79, 2009.

MICHEREFF, S. M.; PEDROSA, R. A.; NORONHA, M. D. A.; MARTINS, R. B.; SILVA, F. V. Escala diagramática e tamanho de amostras para avaliação da severidade da mancha parda da mandioca (*Cercosporidium henningsii*). **Agrotropica**, v. 10, n. 3, p. 143-148, 1998.

MIO, L. L. M.; OLIVEIRA, R. A.; FLORIANI, A.; SCHUBER, J. M.; POLTRONIERI, A. S.; ARAUJO, M. A.; TRATCH, R. Proposta de escala diagramática para quantificação da cercosporiose da beterraba. **Scientia Agraria**, v. 9, p. 331-337, 2008.

MONTEIRO, M. **Transformação genética de maracujá amarelo visando resistência à *Xanthomonas axonopodis* pv. *Passiflorae***. 2005. 134 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Curso de Pós Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2005.

MONTEIRO-HARA, A. C. B. A.; JADÃO, A. S.; MENDES, B. M. J.; REZENDE, J. A. M.; TREVISAN, F.; MELLO, A. P. O. A.; VIEIRA, M. L. C.; MELETTI, L. M. M.; PIEDADE, S. M. S. Genetic Transformation of Passionflower and Evaluation of R1 and R2 Generations for Resistance to Cowpea aphid borne mosaic virus. **Plant Disease**, v. 95, n. 8, p. 1021-1025, 2011.

MORAIS, M. S.; MEDEIROS, É. V.; MOREIRA, K. A.; CAVALCANTI, M. S.; OLIVEIRA, N. T. Epidemiologia das doenças da parte aérea da mandioca no Município de Alagoa Nova, Paraíba. **Summa Phytopathologica**, v. 40, n. 3, p. 264-269, 2014.

MUNHOZ, C. F.; WEISS, B.; HANAI, L. R.; ZUCCHI, M. I.; FUNGARO, M. H. P.; OLIVEIRA, A. L. M.; MONTEIRO-VITORELLO, C. B.; VIEIRA, M. L. C. Genetic diversity and a PCR-based method for *Xanthomonas axonopodis* detection in passion fruit. **Phytopathology**, v. 101, n. 4, p. 416-424, 2011.

NAKATANI, A. K.; LOPES, R.; CAMARGO, L. E. A. Variabilidade genética de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*. **Summa Phytopathologica**, v. 35, p. 116-120, 2009.

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

NASCIMENTO, A. V. S.; SANTANA, E. M.; BRAZ, A. S. K.; ALFENAS, P. F.; PIO-RIBEIRO, G.; ANDRADE, G. P.; CARVALHO, M. G.; ZERBINI, M. *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) is widespread in passionfruit in Brazil and causes passionfruit woodiness disease. **Archives of Virology**, v. 151, p. 1797-1809, 2006.

NASCIMENTO, R. S. M.; LOPES, E. A.; MAGALHÃES, V. M. B. S.; CARDOSO, J. A.; SANTOS, C. E. M.; ANTUNES, R. O. Host status of passion fruit genotypes to scab and bacterial blight. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 6, p. 4005-4010, 2016.

NEGREIROS, J. R. S.; BRUCKNER, C. H.; CRUZ, C. D.; SIQUEIRA, D. L.; PIMENTEL, L. D. Seleção de progênies de maracujazeiro-amarelo vigorosas e resistentes à verrugose (*Cladosporium cladosporioides*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 272-275, 2004.

NEVES, C. G.; FREITAS, J. P. X.; CRUZ NETO, A. J.; SANTOS, L. R.; JESUS, O. N.; LEDO, C. A. S.; OLIVEIRA, E. J. Capacidade de combinação e heterose em maracujazeiro amarelo. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 5, p. 757-767, 2014.

NEVES, C. G.; JESUS, O. N.; LEDO, C. A. S.; OLIVEIRA, E. J. Avaliação agronômica de parentais e híbridos de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 1, p. 191-198, 2013.

NICOLI, A.; COSTA, R. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; ZAMBOLIM, L.; LANZA, F. E.; GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. Validação de escala diagramática para quantificação da severidade da antracnose do colmo do milho. **Ciência Rural**, v. 45, n. 10, p. 1720-1726, 2015.

NICOLINI, C.; RABELO FILHO, F.A.C.; RESENDE, R.O.; ANDRADE, G.P.; KITAJIMA, E.W.; PIO- RIBEIRO, G.; NAGATA, T. Possible host adaptation as an evolution factor of *Cowpea aphid borne mosaic virus* deduced by coat protein gene analysis. **Journal of Phytopathology**, v. 160, p. 82–87, 2012.

NITA, M.; ELLIS, M. A.; MADDEN, L. V. Reliability and accuracy of visual estimation of *Phomopsis* leaf blight of strawberry. **Phytopathology**, v. 93, p. 995-1005, 2003.

NUNES, C. C.; ALVES, S. A. M. Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da severidade de entomosporiose em folhas de pereira. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 3, p. 239-244, 2012.

NUÑEZ, A. M. P.; MONTEIRO, F. P.; PACHECO, L. P.; RODRÍGUEZ, G. A. A.; NOGUEIRA, C. C. A.; PINTO, F. A. M. F.; MEDEIROS, F. A. V.; SOUZA, J. T.

Development and validation of a diagrammatic scale to assess the severity of black rot of crucifers in Kale. **Journal of Phytopathology**, v. 165, n. 3, p. 195-203, 2017.

NUTTER JR. F. W.; ESKER, P. D.; COELHO NETTO, R. A. Disease assessment concepts and the advancements made in improving the accuracy and precision of plant disease data. **European Journal of Plant Pathology**, v. 115, n. 1, p. 95-103, 2006.

NUTTER JR., 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**, v. 83, p. 806–812, 1993.

NUTTER JR., F. W.; SCHULTZ, P. M. Improving the accuracy and precision of disease assessment: selection of methods and use of computer-aided training programs. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 17, n. 2, p. 174-184, 1995.

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

OLIVEIRA, J. S.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; VIANA, M. L. Estimativas de parâmetros genéticos e caracterização morfoagronômica de espécies do gênero *Passiflora*. **Agrotrópica**, v. 29, n. 3, p. 219-226, 2017.

OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C. Aspectos sobre o melhoramento do maracujazeiro amarelo. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura do maracujazeiro, 1998, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1998. p. 291-310.

OLIVEIRA, E. J.; SOARES, T. L.; BARBOSA, C. J.; SANTOS-FILHO, H. P.; JESUS, O. N. Severidade de doenças em maracujazeiro para identificação de fontes de resistência em condições de campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 485-492, 2013.

OLIVEIRA, E. J.; VIEIRA, M. L. C.; GARCIA, A. A. F.; MUNHOZ, C. E. F.; MARGARIDO, G. R. A.; CONSOLI, L.; MATTA, F. P.; MORAES, M. C. An integrated molecular map of yellow passion fruit based on simultaneous maximum-likelihood estimation

of linkage and linkage phases. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 133, p. 35-41, 2008.

ORTEGA-ACOSTA, S. Á.; VELASCO-CRUZ, C.; HERNÁNDEZ-MORALES, J.; OCHOA-MARTÍNEZ, D. L.; HERNÁNDEZ-RUIZ, J. Escalas logarítmicas diagramáticas para evaluar la severidad del manchado de hojas y cálices de jamaica. **Revista Mexicana de Fitopatología**, v. 34, n. 3, p. 270-285, 2016.

ORTIZ, D. C.; BOHÓRQUEZ, A.; DUQUE, M. C.; TOHME, J.; CUÉLLAR, D.; VÁSQUEZ, T. M. Evaluating purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *edulis*) genetic variability in individuals from commercial plantations in Colombia. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 59, p. 1089–1099, 2012.

OTONI, W. C.; BLACKHALL, N. W.; D’UTRA VAZ, F. B.; CASALI, V. W.; POWER, J. B.; DAVEY, M. R. Somatic hybridization of the *Passiflora* species, *P. edulis* f. *flavicarpa* Degener. and *P. incarnata* L. **Journal of Experimental Botany**, v. 46, n. 288, p. 777-785, 1995.

PACHECO, G.; SIMÃO, M. J.; VIANNA, M. G.; GARCIA, R. O.; VIEIRA, M. L. C.; MANSUR, E. *In vitro* conservation of *Passiflora* - A review. **Scientia Horticulturae**, v. 211, p. 305-311, 2016.

PASSADOR, M. M.; PORCENA, A. S.; MASSON, M. V.; DE PIERI, C.; FINKENAUER, E.; FURTADO, E. L. Escala diagramática para quantificação da severidade de manchas em folhas de *Eucalyptus globulus* Labill. causadas por *Teratosphaeria nubilosa* (Cooke) Crous & U. Braun. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 2, p. 521-528, 2013.

PEDROSO, C.; LAGE, D. A. C.; HENZ, G. P.; CAFÉ-FILHO, A. C. Development and validation of a diagrammatic scale for estimation of anthracnose on sweet pepper fruits for epidemiological studies. **Journal of Plant Pathology**, v. 93, n. 1, p. 219-225, 2011.

PEIXOTO, M. Problemas e perspectivas do maracujá ornamental. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Ed.). **Maracujá - Germoplasma e Melhoramento Genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. p. 456-464.

PEREIRA, A. L. G. Uma nova doença bacteriana do maracujá (*Passiflora edulis* Sims) causada por *Xanthomonas passiflorae* n. sp. **Arquivos Instituto Biológico**, v. 36, p. 163-174, 1969.

PEREIRA, G. S.; NUNES, E. S.; LAPERUTA, L. D. C.; BRAGA, M. F.; PENHA, H. A.; DINIZ, A. L.; MUNHOZ, C. F.; GAZAFFI, R.; GARCIA, A. A. F.; VIEIRA, M. L. C. Molecular polymorphism and linkage analysis in sweet passion fruit, an outcrossing species. **Annals of Applied Biology**, v. 162, p. 347–361, 2013.

PÉREZ, J. O.; D'EECKENBRUGGE, G. C.; RESTREPO, M.; JARVIS, A.; SALAZAR, M.; CAETANO, C. Diversity of Colombian Passifloraceae: biogeography and an updated list for conservation. **Biota Colombiana**, v. 8, n. 1, p. 1-45, 2007.

PERUCH, L. A. M.; COLARICCIO, A.; SCHROEDER, A. L. Sintomas e controle das principais doenças do maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 24, n. 2, p. 42-45, 2011.

PETHYBRIDGE, S. J.; NELSON, S. C. Estimate, a New iPad Application for Assessment of Plant Disease Severity Using Photographic Standard Area Diagrams. **Plant Disease**, v. 102, n. 2, p. 276-281, 2018.

PICCININ, E.; PASCHOLATI, S. F.; DI PIERO, R. M. Doenças da goiabeira. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo, SP: Ceres, 2005, v. 2. p. 401-405.

PINTO, P. H. D.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; MATTOS, J. K. A.; MELO, B. Reação de progênies de maracujá-azedo a septoriose *Septoria passiflorae* Sydow. **Bioscience Journal**, v. 22, n. 2, p. 61-67, 2006

PINTO, P. H. D.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; RESENDE, R. O.; MATTOS, J. K. A.; MELO, B. Reação de genótipos de maracujazeiro-azedo ao vírus do endurecimento do fruto (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* – CABMV). **Bioscience Journal**, v. 24, n. 2, p. 19-26, 2008.

PIO-RIBEIRO, G.; MARIANO, L. R. Doenças do maracujazeiro (*Passiflora* spp.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2.

PIZA JR., C. T. Moléstias fúngicas do maracujazeiro. In: SAO JOSE, A. R. (Ed) **Maracujá – Produção e Mercado**. Vitória da Conquista: UESB, 1994. p. 108-115.

PUNITHALINGAM, E. *Septoria passifloricola*. **CMI Description of Pathogenic Fungi and Bacteria**, v. 670, p. 1-2, 1980.

RAMALHO, A. R.; SOUZA, V. F.; SILVA, M. J. G.; VIEIRA JR., J. R.; CASSARO, J. D. **Condicionantes agroclimáticas e riscos tecnológicos para a cultura do maracujazeiro em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2011. 10 p.

RAMOS, L. H.; ISLAS, J. S. S. Escala Diagramática de Severidad para el Complejo Mancha de Asfalto del Maíz. **Revista Mexicana de Fitopatología**, v. 33, n. 1, p. 95-103, 2015.

RENAUD, M. S. A.; AMORIM, L.; LOURENC,O, S. A.; SPÓSITO, M. B. Escala diagramática para avaliação da mancha marrom de alternaria de citros. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 3, p. 270-271, 2008.

RIOS, J. A; DEBONA, D.; DUARTE, H. S. S.; RODRIGUES, F. A. Development and validation of a standard area diagram set to assess blast severity on wheat leaves. **European Journal of Plant Pathology**, v. 136, p. 603-611, 2013.

RODRIGUES, J. C. V.; NOGUEIRA, N. L.; MACHADO, M. A. Elaboração e validação de escala diagramática para leprose dos citros. **Summa Phytopathologica**, v. 28, p. 192-196, 2002.

ROSA, R. C. C. Implantação do pomar. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. (Ed.). **Maracujá: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2016. p. 77-88. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

SACHET, M. R.; CITADIN, I.; DANNER, M. A.; GUERREZI, M. T.; PERTILLE, R. H. DiseasePlan - a spreadsheet application for training people to assess disease severity and to assist with standard area diagram development. **Ciência Rural**, v. 47, n. 6, e20160924, 2017a.

SACHET, M. R.; DANNER, M. A.; CITADIN, I.; PERTILLE, R. H.; GUERREZI, M. T. Standard area diagram set for olive leaf spot assessment. **Ciência Rural**, v. 47, n. 6, e20160923, 2017b.

SACHS, P. J. D.; NEVES, C. C. S. V. J.; CANTERI, M. G.; SACHS, L. G. Diagrammatic scale for assesment of the *Phaeosphaeria* leaf spot severity in maize. **Summa Phytopathologica**, v. 37, p. 202-204, 2011.

SALGADO, M., POZZA, E. A., LIMA, L. M. D., PEREIRA, R. T. G., AND PFENNING, L. H. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha de Phoma do cafeeiro. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n. 6, p. 422-427, 2009.

SAMPAIO, A. C.; SCUDELLER, N.; FUMIS, T. F.; ALMEIDA, A. M.; PINOTTI, R. N.; GARCIA, M. J. M.; PALLAMIN, M. L. Manejo cultural do maracujazeiro-amarelo em ciclo anual visando à convivência com o vírus do endurecimento dos frutos: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 343-347, 2008.

SANTOS, C. E. M.; BRUCKNER, C. H.; CRUZ, C. D.; SIQUEIRA, D. L.; ROSADO, L. D. S. Componentes genéticos aditivos e não aditivos em maracujazeiro-azedo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 482-490, 2011a.

SANTOS, C. E. M.; PISSIONI, L. L. M.; MORGADO, M. A. D.; CRUZ, C. D.; BRUCKNER, C. H. Estratégias de seleção em progênies de maracujazeiro amarelo quanto ao vigor e incidência de verrugose. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 444-449, 2008.

SANTOS, E. A.; VIANA, A. P.; FREITAS, J. C. O.; SILVA, F. H. L.; RODRIGUES, R.; EIRAS, M. Resistance to *Cowpea aphid-borne mosaic virus* in species and hybrids of *Passiflora*: advances for the control of the passion fruit woodiness disease in Brazil. **European Journal of Plant Pathology**, v. 143, n. 1, p. 85-98, 2015.

SANTOS FILHO, H. P.; SANTOS, C. C. F. Doenças causadas por bactérias. In: SANTOS FILHO, H. P.; JUNQUEIRA, N. T. V. (Ed.). **Frutas do Brasil - Maracujá: fitossanidade**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003b. p. 22-24.

SANTOS FILHO, H. P.; SANTOS, C. C. F. Doenças causadas por fungos. In: SANTOS FILHO, H. P.; JUNQUEIRA, N. T. V. (Ed.). **Frutas do Brasil - Maracujá: fitossanidade**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003a. p. 12-21.

SANTOS, P. H. D.; MUSSI-DIAS, V.; FREIRE, M. G. M.; CARVALHO, B. M.; SILVEIRA, S. F. Diagrammatic scale of severity for postharvest black rot (*Ceratocystis paradoxa*) in coconut palm fruits. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 4, p. 269-275, 2017.

SANTOS, P. H. D.; VIVAS, M.; SILVA, 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**, v. 37, n. 4, p. 215-217, 2011b.

SANTOS, W. F.; ALVES, M. C.; CARVALHO, L. G.; RIOS, G. F. A.; FRAGA, A. C. Elaboration and validation of a diagrammatic scale for epidemiological studies of cercospora leaf spot of castor bean. **Journal of Phytopathology**, v. 158, n. 6, p. 403-408, 2009.

SCHWANCK, A. A.; DEL PONTE, E. M. Accuracy and reliability of severity estimates using linear or logarithmic disease diagram sets in true colour or black and white: A study case for rice brown spot. **Journal of Phytopathology**, v. 162, p. 670-682, 2014.

SEPÚLVEDA-CHAVERA, G.; SALVATIERRA-MARTÍNEZ, R.; ANDÍA-GUARDIA, R. The alternative control of powdery mildew complex (*Leveillula taurica* and *Erysiphe* sp.) in tomato in the Azapa Valley, Chile. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 40, p. 119-130, 2013.

SHOUKRI, M. M.; PAUSE, C. A. **Statistical Methods for Health Science**. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 1999. 384 p.

SILVA, F. H. L.; VIANA, A. P.; SANTOS, E. A.; FREITAS, J. C. O.; RODRIGUES, D. L.; AMARAL JR, A. T. Prediction of genetic gains by selection indexes and REML/BLUP methodology in a population of sour passion fruit under recurrent selection. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 39, n. 2, p. 183-190, 2017.

SILVA, F. J. A.; MICHEREFF, S. J. Quantificação de fitobacterioses. In: GAMA, M. A. S.; NICOLI, A.; GUIMARÃES, L. M. P.; LOPES, U. P.; MICHEREFF, S. J. (Ed.). **Estado da Arte em Fitobacterioses Tropicais**. Recife: UFRPE, 2016. p. 83-106.

SILVA, S.; LARANJEIRA, F. F.; SOARES, A.; MICHEREFF, S. M. Amostragem, caracterização de sintomas e escala diagramática da mancha graxa dos citros (*Mycosphaerella citri*) no Recôncavo Baiano. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 896-899, 2009.

SOARES, R. M.; GODOY, C.V.; OLIVEIRA, M. C. N. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha alvo da soja. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n. 5, p. 333-338, 2009.

SOARES-SCOTT, M. D.; MELETTI, L. M.; RECCO-PIMENTEL, S. M. Meiotic behaviour and pollen fertility in sexual and somatic hybrids of *Passiflora* species. **Caryologia**, v. 56, p. 129-138, 2003.

SOUSA, M. A. F.; PIRES, M. C.; PEIXOTO, J. R.; FALEIRO, F. G.; BLUM, L. E. B. Reação de progênies de maracujazeiro azedo à antracnose em condições de casa de vegetação. **Bioscience Journal**, v. 30, supplement 2, p. 563-570, 2014a.

SOUSA, S. C. R.; SANTOS, G. R.; RODRIGUES, A. C.; BONIFÁCIO, A.; DALCIN, M. S.; JULIATTI, F. C. Escala diagramática para avaliação da severidade do crestamento gomoso do caule em melancia. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 5, p. 1314-1324, 2014b.

SOUZA, J. S. I.; MELETTI, L. M. M. **Maracujá: Espécies, Variedades, Cultivo**. Piracicaba: Fealq, 1997. p. 179.

SPOLTI, P.; SCHNEIDER, L.; SANHUEZA, R. M. V.; BATZER, J. C.; GLEASON, M. L.; DEL PONTE, E. M. Improving sooty blotch and flyspeck severity estimation on apple fruit with the aid of standard area diagrams. **European Journal of Plant Pathology**, n. 129, p. 21-29, 2011.

SPÓSITO, 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**, v. 29, n. 1, p. 81-85, 2004.

SUSSEL, A. A. B. **Manejo de Doenças Fúngicas em Goiaba e Maracujá**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2010. 43 p.

SUSSEL, A. A. B. Estudo da Epidemiologia da Verrugose-do-Maracujazeiro. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 327. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2015. 33 p.

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

SYDOW, H. Fungi Aequatoriensis (Series prima). **Annals of Mycology**, v. 37, p. 275-438, 1939.

TAÏWE, G. S.; KUETE, V. *Passiflora edulis*. In: KUETE, V. (Ed.). **Medicinal Spices and Vegetables from Africa - Therapeutic Potential Against Metabolic, Inflammatory, Infectious and Systemic Diseases**. London: Academic Press, 2017. p. 513-526.

TEIXEIRA, C. G. Cultura. In: **Maracujá: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2ª ed. Campinas: ITAL, 1994. p. 1-142 (Série Frutas Tropicais, 9).

TERAMOTO, A.; AGUIAR, R. A.; GARCIA, R. A.; MARTINS, M. C.; CUNHA, M. G. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha alvo em folhas de pepineiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 3, p. 439-445, 2011.

TOVAR-SOTO, A.; HERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, M.; CRISTÓBAL-ALEJO, J.; ROMERO-HIJO, R.; MORA-AGUILERA, G.; Escala logarítmica Diagramática de Severidad de la Mancha Negra (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) en Chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.). **Revista Mexicana de Fitopatología**, v. 20, n. 1, p. 103-109, 2002.

TREVISAN, F.; MACIEL, S.C.; MENDES, B.M.J.; VIEIRA, M.L.C.; REZENDE, J.A.M.; MELETTI, L.M.M. Resistance to passion fruit woodiness virus in transgenic passion flower expressing the virus coat protein gene. **Plant Disease**, v. 90, p. 1026–1030, 2006.

TUMURA, K. G.; PIZETTA, M.; SILVA, L. L.; FURTADO, E. L. Avaliação de clones de seringueira quanto à resistência ao oídio. **Summa Phytopathologica**, v. 39, p. 252-257, 2013.

ULMER, T.; MACDOUGAL, J. M. **Passiflora: Passionflowers of the world**. Portland: Timber Press, 2004. 430 p.

VALE, F. X. R.; JESUS JUNIOR, W. C.; LIBERATO, J. R.; SOUZA, C. A. Quantificação de doenças e do crescimento do hospedeiro. In: ALE, F. X. R.; JESUS JUNIOR, W. C.; ZAMBOLIN, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfíl, 2004. p. 91-121.

VALERIANO, R.; POZZA, E. A.; SANTOS, L. A.; CHAVES, E.; BARBOSA JR, M. P.; FERREIRA, M. A. Escala diagramática e reação diferencial de clones para Oídio do Eucalipto. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 105, p. 51-61, 2015.

VANDERPLANK, J. **Passion flowers**. 2nd ed. Cambridge: MIT Press, 1996. 224 p.

VENTURINI, M. T.; SANTOS, L. R.; OLIVEIRA, E. J. Development of a diagrammatic scale for the evaluation of postharvest physiological deterioration in cassava roots. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 8, p. 658-668, 2015.

VIANA, C. A. S.; PIRES, M. C.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BLUM, L. E. B. Genótipos de maracujazeiro-azedo com resistência à bacteriose. **Bioscience Journal**, v. 30, supplement 2, p. 591-598, 2014a.

VIANA, C. A. S.; PIRES, M. C.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BLUM, L. E. B. Resistência parcial de genótipos de maracujá-azedo à virose do endurecimento do fruto (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* – CABMV). **Bioscience Journal**, v. 30, supplement 1, p. 338-345, 2014b.

VIANA, F. M. P.; FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E.; VIDAL, J. C. **Principais doenças do maracujazeiro na Região Nordeste e seu controle**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 11 p.

VIÉGAS, A. P. Alguns micetos Brasileiros. **Bragantia**, v. 7, n. 2, p. 1-48, 1947.

VIEIRA, M. L. C.; OLIVEIRA, E. J.; MATTA, F. P.; PÁDUA, J. G.; MONTEIRO, M. Métodos biotecnológicos aplicados ao melhoramento genético do maracujá. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Ed.). **Maracujá: Germoplasma e Melhoramento Genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. p. 410-454.

VIEIRA, R. A.; MESQUINI, R. M.; SILVA, C. N.; HATA, F. T.; TESSMANN, D. J.; SCAPIM, C. A. A new diagrammatic scale for the assessment of northern corn leaf blight. **Crop Protection**, v. 56, p. 55-57, 2014.

VIVAS, M.; TERRA, C. E. P. S.; SILVEIRA, S. F.; FONTES, R. V.; PEREIRA, M. G. Escala diagramática para avaliação da severidade da pinta-preta em frutos de mamoeiro. **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 2, p. 161-163, 2010.

YADAV, N. V.; VOS, S. M.; BOCK, C. H.; WOOD, B. W. Development and validation of standard area diagrams to aid assessment of pecan scab symptoms on fruit. **Plant Pathology**, v. 62, n. 2, p. 325-335, 2013.

YAMASHIRO, T. Principais doenças fungicas e bacterianas no maracujazeiro, encontradas no Brasil. In: SAO JOSE, A. R.; FERREIRA, F. R.; VAZ, R. L. (Ed.). **A Cultura do Maracujá no Brasil**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. p. 169-174.

YUKI, V.A.; MIZOTE, F.A.; NARITA, N.; HOJO, H.; HOJO, H.; DELFINO, M.A.; OLIVEIRA, D.A. Epidemiologia do vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro na região produtora da Alta Paulista, SP. **Summa Phytopathologica**, v. 32, Supl., p. 19, 2006.

ZAPPI, D. C. et al . Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015.

ZERAIK, M. L.; PEREIRA, C. A. M.; ZUIN, V. G.; YARIWARE, J. H. Maracujá: Um alimento funcional?. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 3, p. 459–471, 2010.

CAPÍTULO 1

REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MARACUJAZEIRO AZEDO À BACTERIOSE E À VIROSE DO ENDURECIMENTO DOS FRUTOS, SOB CULTIVO PROTEGIDO

RESUMO

A produtividade e longevidade do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis*) têm sido reduzidas devido a doenças como a bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* - Xap) e a virose do endurecimento dos frutos (VEF) (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* - CABMV). Neste contexto, a seleção de variedades resistentes é uma estratégia promissora para o controle dessas doenças. O objetivo deste estudo foi avaliar a reação de genótipos de maracujazeiro azedo a isolados de Xap (UnB-1392 e UnB-1393) e CABMV (UnB-FAL e UnB-Pipiripau), os quais foram inoculados mecanicamente, em épocas distintas, nas mesmas plantas. A incidência (% plantas infectadas) e a severidade (% da área foliar com lesões necróticas ou sintomas foliares) das doenças foram calculadas em intervalos de sete dias após o aparecimento dos sintomas. A severidade das doenças foi calculada com auxílio de escalas de notas. Todos os genótipos avaliados no Experimento 1 mostraram-se suscetíveis ao isolado UnB-1393 e moderadamente suscetíveis ao isolado UnB-Fal. Quando esses isolados foram inoculados em ordem inversa e em épocas diferentes (Experimento 2), observou-se mesma reação de resistência ao isolado UnB-FAL (todos os genótipos classificados como moderadamente suscetíveis) e maior resistência dos genótipos à bacteriose. MAR20#10, MAR20#41 e Rosa Intenso foram moderadamente resistentes ao isolado UnB-1393 enquanto os genótipos remanescentes foram moderadamente suscetíveis. Todos os genótipos avaliados no Experimento 3 mostraram-se suscetíveis ao isolado UnB-1392 e moderadamente suscetíveis ao isolado UnB-Pipiripau. BRS GA1 e MAR20#2005 revelaram as menores severidades da bacteriose quando inoculados com isolados distintos de Xap, na mesma época. MAR20#2005, MAR20#41 e Rosa Intenso destacaram-se como os genótipos mais promissores por apresentarem menores severidades médias tanto da bacteriose quanto da VEF. Herdabilidade baixa a mediana foi observada para a severidade, incidência e AACPD das doenças, além de baixos valores de CVG/CVE. Esses resultados indicam condição desfavorável à seleção de genótipos de maracujazeiro azedo, na fase de mudas, sob cultivo protegido, em razão do alto efeito ambiental e/ou baixa variabilidade genética nos genótipos.

Palavras-chave: *Cowpea aphid-borne mosaic virus*, melhoramento genético, *Passiflora edulis* Sims, *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*

ABSTRACT

Yellow passion fruit (*Passiflora edulis*) yield and longevity have been reduced by diseases such as the bacterial spot (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* - Xap) and passion fruit woodiness disease (PWD) (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* - CABMV). In this context, the selection of resistant varieties is a promising strategy for disease control. This study was aimed at evaluating the reaction of yellow passion fruit genotypes to Xap (UnB-1392 and UnB-1393) and CABMV (UnB-FAL and UnB-Pipiripau) isolates, which were mechanically inoculated on the same plants, in distinct dates, under protected cultivation. Disease incidence (% plants infected) and severity (% of leaf area with necrotic lesions or leaf symptoms) were calculated at 7-day intervals after disease symptoms first appeared. Disease severity was assessed with the aid of a grading scale. All genotypes evaluated on Experiment 1 were susceptible to UnB-1393 and moderately susceptible to UnB-FAL isolate. When these isolates were inoculated in a reverse sequence and different dates (Experiment 2), the same reaction to isolate UnB-FAL (all genotypes were moderately susceptible) and greater resistance to the bacterial spot were observed. MAR20#10, MAR20#41, and Rosa Intenso were moderately resistant to UnB-1393 and the remaining genotypes were moderately susceptible. All genotypes evaluated in Experiment 3 were susceptible to isolate UnB-1392 e moderately susceptible to isolate UnB-Pipiripau. BRS GA1 and MAR20#2005 showed the lowest bacterial spot severities when inoculated with distinct Xap isolates, in the same date. MAR20#2005, MAR20#41, and Rosa Intenso stood out as promising genotypes as they presented the lowest mean severities to both bacterial spot and PWD. Low to medium heritability was observed for disease severity, incidence, and AUPDC, besides low GCV/ECV values. These results indicate an unfavorable condition for yellow passion fruit genotype selection, during seedling stage, under protected cultivation, due to the high environmental effect and/or low genotype genetic variability.

Palavras-chave: *Cowpea aphid-borne mosaic virus*, genetic breeding, *Passiflora edulis* Sims, *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*

1.1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de maracujá no mundo com uma área colhida de 49.889 ha e produção estimada de 703.489 t (IBGE, 2016). O maracujazeiro azedo ou maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims) destaca-se como a espécie predominantemente cultivada e comercializada devido à qualidade do seu fruto e à produtividade (FALEIRO et al., 2011). Entretanto, dado o potencial produtivo da espécie, sob condições experimentais, a produtividade brasileira do maracujazeiro (14,1 t ha⁻¹) é baixa (FREITAS et al., 2011).

No Brasil, o maracujazeiro é afetado por muitas doenças que podem comprometer a qualidade do fruto, reduzir a produtividade e o ciclo produtivo da cultura. Entre elas, a bacteriose ou mancha oleosa, causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* (Xap), e a virose do endurecimento dos frutos (VEF), causada por *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), são de importância (JUNQUEIRA et al., 2003; MACIEL et al., 2009), já que se encontram disseminados em todas as regiões produtoras (FISCHER; REZENDE, 2008).

A carência de genótipos altamente produtivos e resistentes às doenças é um fator limitante à melhoria da qualidade dos frutos e ao aumento da produtividade da espécie. Além disso, a alta suscetibilidade apresentada pelo maracujazeiro azedo já reduziu a sua produção e a sua área plantada em importantes Estados produtores no Brasil (FISCHER; REZENDE, 2008). Por este motivo, há um esforço crescente em programas de melhoramento genético para se obter genótipos que apresentem tanto características agronômicas superiores quanto resistência às principais doenças do maracujazeiro (PINTO et al., 2008). O desenvolvimento de variedades resistentes é uma estratégia promissora para o controle da bacteriose e da VEF e genótipos resistentes podem reduzir as perdas na produção pelas doenças (JUNQUEIRA et al., 2003).

A identificação de fontes de resistência do hospedeiro, bem como o conhecimento sobre a variabilidade genética dentro da população do patógeno, são essenciais para o uso eficiente da resistência das plantas no melhoramento genético de plantas (FALEIRO et al., 2005; NAKATANI et al., 2009). Neste sentido, a classificação da reação de genótipos à infecção por patógenos, através da estimativa da severidade da doença, é de grande importância para o melhoramento genético da cultura (CERQUEIRA-SILVA et al. 2014). A quantificação de doenças pode ser realizada por meio da avaliação da incidência e da severidade da doença com o uso de escalas diagramáticas (LARANJEIRA et al., 2005). Já que avaliações confiáveis requerem que um grande número de plantas seja avaliado a cada ensaio, as triagens em casas

de vegetação ou sob cultivo protegido despontam como ferramentas valiosas em programas de melhoramento do maracujazeiro (KOSOSKI et al. 2008; MACIEL et al. 2009).

Alguns genótipos já mostraram resistência à Xap (VIANA et al., 2014a) mas não há registros na literatura de genótipos de maracujazeiro azedo imunes à CABMV (SANTOS et al., 2015). Além disso, nenhum dado sobre resistência a múltiplas doenças foi relatado até o momento para esta espécie. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a reação de genótipos de maracujazeiro azedo a diferentes isolados de Xap e de CABMV, inoculados mecanicamente, em mudas, sob cultivo protegido.

1.2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido sob cultivo protegido (14 - 30°C; 61- 82% URA) na Estação de Biologia (16°S e 48°W, 1010 m) da Universidade de Brasília (UnB), localizada em Brasília, DF, Brasil. Os genótipos avaliados foram obtidos a partir de estudos de pesquisa desenvolvidos pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e UnB, os quais usaram a produtividade, qualidade do fruto e resistência a doenças como critérios de seleção (Tabela 1.1).

As sementes foram semeadas em novembro de 2013, em bandejas de poliestireno (120 mL célula⁻¹) contendo o substrato artificial Vivatto Slim Plus[®] (Technes Agrícola Ltda). Em julho de 2014, as mudas foram transplantadas para sacos plásticos de 2 L com solo. As plantas foram irrigadas diariamente (~ 400 mL) e fertilizadas a cada duas semanas com ureia (0,1 g plant⁻¹ a cada evento de fertilização), até o início dos experimentos. O fertilizante foi dissolvido em água antes da sua aplicação direta ao substrato. Não foi realizado controle de doenças e pragas durante os ensaios.

Este estudo compreendeu três experimentos, nos quais diferentes genótipos de maracujazeiro azedo foram inoculados com isolados de Xap (UnB-1392 e UnB-1393) e de CABMV (UnB-FAL e UnB-Pipiripau), em épocas distintas, mas nas mesmas plantas. O Experimento 1 consistiu na inoculação do isolado UnB-1393 em 30 de janeiro de 2015, seguida da inoculação, em 15 de maio de 2015, do isolado UnB-FAL, coletado na Fazenda Água Limpa (FAL) da UnB. Já no Experimento 2, a inoculação do isolado UnB-FAL foi realizada em 30 de janeiro de 2015 enquanto o isolado UnB-1393 foi inoculado em 02 de junho de 2015. O Experimento 3 consistiu na inoculação do isolado UnB-1392 em 30 de janeiro de 2015, seguida da inoculação, em 18 de maio de 2015, do isolado UnB-Pipiripau, coletado no Núcleo Rural Pipiripau, Planaltina, DF. Os isolados UnB-1392 e UnB-1393 foram obtidos no Laboratório de Bacteriologia da UnB. As inoculações realizadas em janeiro corresponderam à época ou estação chuvosa, enquanto as inoculações realizadas em maio e junho corresponderam à época ou estação seca. As plantas foram podadas ao fim da avaliação da primeira doença e fertilizadas a cada duas semanas até a inoculação do segundo patógeno.

Os isolados UnB-1392 e UnB-1393 foram multiplicados em meio de cultura 523 (KADO; HESKETT, 1970) a 28 - 30°C, por 72 h (FRANCO; TAKATSU, 2004). A concentração da suspensão bacteriana (~1 x 10⁶ UFC mL⁻¹) foi ajustada em espectrofotômetro a uma densidade óptica igual a 0,145 a 550 nm, previamente determinada por curva de

calibração. Para a inoculação, quatro agulhas foram imersas simultaneamente na suspensão bacteriana e, em seguida, usadas para perfurar a face adaxial de três folhas por planta (adaptado de VIANA et al., 2014a). Após a inoculação, as plantas foram mantidas em câmaras úmidas por 72 h. A incidência da doença foi calculada como a porcentagem de plantas infectadas e a severidade da doença foi calculada como a porcentagem da área foliar total com lesões necróticas. A incidência e a severidade da doença foram registradas em intervalos de sete dias após o aparecimento dos primeiros sintomas. A primeira avaliação foi realizada 12 dias (Experimentos 1 e 3) e 25 dias (Experimento 2) após a inoculação. Para a avaliação da severidade, uma escala de notas (adaptado de VIANA et al., 2014a) foi utilizada: 0 – folha sem sintomas; 1 – 1 a 10% da área foliar total com lesões necróticas; 2 – 11 a 25% da área foliar total com lesões necróticas; 3 – 26 a 50% da área foliar total com lesões necróticas; 4 – mais de 50% da área foliar total com lesões necróticas; e 5 – queda da folha (Figura 1.1). De acordo com as notas médias das estimativas de severidade (NM) obtidas a partir desta escala, as plantas foram classificadas em: Resistente (R), $0 \leq NM < 1$; Moderadamente Resistente (MR), $1 \leq NM < 2$; Moderadamente Suscetível (MS), $2 \leq NM < 3$; Suscetível (S), $3 \leq NM < 4$; e Altamente Suscetível (AS), $NM \geq 4$ (VIANA et al., 2014a).

Para a inoculação de CABMV, a face adaxial de três folhas jovens por planta foi gentilmente friccionada com um extrato vegetal obtido a partir da maceração das folhas do maracujazeiro azedo com sintomas severos da doença, incluindo mosaico e deformações foliares. O macerado foliar foi diluído na proporção 1:2 (peso: volume) com uma solução tampão (fosfato de potássio 0,1 M + sulfato de sódio 0,1 M), pH 7,0, com adição de alguns gramas de sílica (Celite[®] 503; Sigma-Aldrich Co.) (VIANA et al., 2014b). As plantas foram lavadas 10 min após a inoculação com o objetivo de evitar queimaduras nas folhas devido à abrasividade da sílica. A incidência (% de plantas infectadas) e a severidade da doença (sintomas foliares) foram registradas a cada sete dias, após o aparecimento dos primeiros sintomas. A primeira das cinco avaliações foi realizada 21 dias após a inoculação. Para a avaliação da severidade, uma escala de notas de 1 a 4 (VIANA et al., 2014b) foi utilizada: 1 – folha sem sintomas; 2 – mosaico leve, sem deformações foliares; 3 – mosaico leve, com deformações foliares; 4 – mosaico severo, bolhosidades e deformações foliares (Figura 1.2). A nota por planta foi definida pelo sintoma mais severo observado nas folhas. De acordo com as NM obtidas a partir desta escala, as plantas foram classificadas em: Resistente (R), $1 \leq NM \leq 1,5$; Moderadamente Suscetível (MS), $1,5 < NM \leq 2,5$; Suscetível (S), $2,5 < NM \leq 3,5$; e Altamente Suscetível (AS), $3,5 < NM \leq 4$ (adaptado de Viana et al., 2014b).

Tabela 1. 1. Origem dos genótipos de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) avaliados para a resistência à bacteriose e virose do endurecimento dos frutos, sob cultivo protegido. Brasília, DF, Brasil, 2018.

Genótipos	Origem
MAR20#10	
MAR20#12	
MAR20#15	
MAR20#19	Seleção massal de nove genótipos superiores: Maguary Mesa 1, Maguary Mesa 2, Havaiano, MSC (Marília Seleção Cerrado), Seleção DF, EC-2-0, F1 (Marília x Roxo Australiano), F1 (Roxo Fiji x Marília) e RC1 [F1 (Marília x Roxo Australiano) x Marília (pai recorrente)]
MAR20#24	
MAR20#34	
MAR20#39	
MAR20#41	
MAR20#44	
MAR20#49	
MAR20#2005	
AR02	Seleção individual de plantas resistentes à antracnose em uma população de Roxo Australiano
BRS GA1	Cultivar comercial híbrida
EC-3-0	Híbrido (RC1) obtido da polinização controlada entre as cultivares Marília x Roxo Australiano retrocruzado com Marília (F1 x Marília)
EC-L-7	Derivada da cultivar Marília
MSCA	Derivada da cultivar Marília Seleção Cerrado
Rosa Intenso	
Rosa Intenso 1	Seleção recorrente baseada em família de meio-irmãos
Rosa Intenso 2	
Rubi Gigante 2	Roxo Australiano x Marília
UnB2015-1	Seleção massal de 32 genótipos em campo de produção da Fazenda Água Limpa/UnB
UnB2015-2	
YM FB200	Cultivar comercial

Os experimentos foram conduzidos em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições e seis plantas úteis por parcela. Foi utilizado o arranjo experimental de parcelas subdivididas, em que as parcelas foram os genótipos (11 genótipos no Experimento 1; 9 no Experimento 2; e 12 no Experimento 3) e as subparcelas, por cinco épocas de avaliação. A análise de variância foi realizada para avaliar possíveis interações entre genótipos e épocas de avaliação. A herdabilidade da severidade e da incidência das doenças, a relação entre os coeficientes de variação genético e ambiental (CVG/CVE), e as correlações fenotípicas entre a severidade e a incidência das doenças foram calculadas. A intensidade da correlação foi classificada segundo a magnitude dos valores (CARVALHO et al., 2004): $r = 0$ (nula); $0 < |r| \leq 0,30$ (pobre); $0,30 < |r| \leq 0,60$ (média); $0,60 < |r| \leq 0,90$ (forte); $0,90 < |r| \leq 1$ (muito forte); e $|r| = 1$ (perfeita).

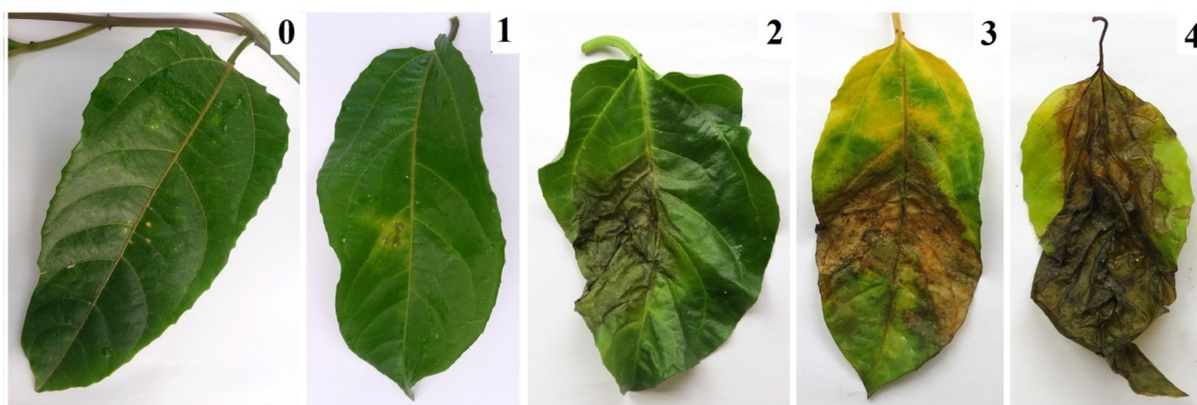


Figura 1.1. Escala de notas para a avaliação da severidade da bacteriose do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) inoculado com (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*). 0 – Sem sintoma; 1 – 1 a 10% da área foliar com necrose; 2 – 11 a 25% da área foliar com necrose; 3 – 26 a 50% da área foliar com necrose; 4 – mais de 50% da área foliar com necrose; e 5 – queda da folha.



Figura 1.2. Escala de notas para a avaliação da severidade da virose do endurecimento dos frutos (VEF) do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) inoculado com *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV). 1 – Sem sintomas; 2 – mosaico leve, sem deformação foliar; 3 – mosaico leve e deformação foliar; 4 – mosaico severo, bolhosidades e deformação foliar.

A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foi calculada a partir dos dados coletados nas cinco épocas de avaliação (CAMPBELL; MADDEN, 1990):

$$AACPD = \sum_{i=1}^n \frac{y_i + y_{i+1}}{2} \times (t_{i+1} - t_i),$$
 em que y_i é a severidade da doença na observação i th, t_i é o tempo (em dias) na observação i th e n é o número total de observações.

Os dados foram submetidos a análise de variância ($P \leq 0,05$) e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). Todas as análises foram realizadas utilizando o software Genes (CRUZ, 2006).

1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1. Experimento 1

Nas avaliações da severidade da bacteriose, foi identificada uma interação entre genótipos e épocas de avaliação ($P \leq 0,05$). Os genótipos não diferiram quanto a severidade média da doença, embora diferenças entre eles tenham sido detectadas nas avaliações 2 e 3 (Tabela 1.2). As avaliações 1, 4 e 5 correspondem ao estágio inicial (avaliação 1) e de máximo desenvolvimento da doença (avaliações 4 e 5) e, portanto, não espera-se encontrar diferenças entre genótipos em tais situações. Embora os genótipos não tenham diferido quanto à severidade média da bacteriose, BRS GA1 (3,5) apresentou um valor 11,0% menor que o genótipo mais suscetível (EC-L-7; 3,9), demonstrando uma resistência ligeiramente superior e esta doença. De acordo com a nota média obtida a partir da escala de notas, todos os genótipos foram classificados como suscetíveis (Tabela 1.2).

Após cinco avaliações da severidade, nenhum genótipo apresentou plantas resistentes à bacteriose. Estudos têm demonstrado que a variabilidade para resistência a doenças é pequena no maracujazeiro azedo. Nesse sentido, pequenas diferenças entre genótipos, mesmo que não significativas, são fundamentais para a continuidade dos programas de melhoramento genético e para a seleção de materiais resistentes (KUDO et al., 2012; FUHRMANN et al., 2014).

Além disso, observou-se um progresso da doença com o tempo, havendo diferenças entre as cinco avaliações da severidade e entre a primeira e a segunda avaliação da incidência ($P \leq 0,05$). Diferenças entre as avaliações 1 a 3 da severidade da bacteriose foram observadas em todos os genótipos. EC-L-7 e YM FB200 mostraram-se mais suscetíveis, apresentando os maiores valores de severidade nas três primeiras avaliações. Na quinta avaliação, a severidade da doença já havia alcançado o seu máximo e não diferiu da quarta avaliação para nenhum genótipo (Tabela 1.2). Nenhuma diferença entre genótipos foi identificada para a incidência média da bacteriose ($P > 0,05$). MAR20#34 apresentou a menor incidência média da doença, com 98,3% das plantas exibindo sintomas da bacteriose.

Observou-se aumento da VEF com o tempo, revelando diferenças entre as épocas de avaliação da severidade e entre as quatro primeiras avaliações da incidência da doença ($P \leq 0,05$). Os genótipos não diferiram quanto à severidade da VEF ($P > 0,05$) e foram moderadamente suscetíveis, de acordo com a nota média obtida a partir da escala (Tabela

1.3). Porém, após cinco avaliações, plantas resistentes foram observadas em todos os genótipos. EC-L-7 (41,2%) e MAR20#12 (33,3%) foram os genótipos com o maior número de plantas resistentes ao fim do estudo, contrastando com BRS GA1 (11,1%) e MAR20#24 (9,1%) (Tabela 1.3). A variabilidade para a resistência a doenças no maracujazeiro azedo é baixa (JUNQUEIRA et al., 2003), mas pode ocorrer entre plantas da mesma cultivar (FUHRMANN et al., 2014).

Tabela 1.2. Severidade e reação de resistência (R) à bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Genótipo	Severidade					SD	R
	E1	E2	E3	E4	E5		
MAR20#12	1,1 aD	3,5 bC	4,1 bB	4,7 aA	4,9 aA	3,7 a	S
MAR20#24	1,0 aD	3,7 bC	4,5 aB	4,9 aA	5,0 aA	3,8 a	S
MAR20#34	1,1 aD	3,1 dC	4,2 bB	4,9 aA	5,0 aA	3,7 a	S
MAR20#49	1,2 aD	3,7 bC	4,3 bB	4,7 aA	4,9 aA	3,8 a	S
MAR20#2005	1,1 aD	3,4 cC	4,3 bB	4,8 aA	5,0 aA	3,7 a	S
BRS GA1	0,9 aD	2,9 dC	4,0 bB	4,7 aB	4,9 aA	3,5 a	S
EC-3-0	1,2 aD	3,6 bC	4,3 bB	4,8 aA	5,0 aA	3,8 a	S
EC-L-7	1,2 aC	4,1 aB	4,6 aA	4,7 aA	4,9 aA	3,9 a	S
MSCA	0,9 aD	3,8 bC	4,6 aB	4,9 aA	5,0 aA	3,8 a	S
UnB2015-1	1,3 aD	3,8 bC	4,4 aB	4,8 aA	4,9 aA	3,8 a	S
YM FB200	1,0 aC	4,0 aB	4,5 aA	4,7 aA	4,9 aA	3,8 a	S

E = época de avaliação; SD = média de severidade (5 avaliações). Letras minúsculas diferentes na mesma coluna e letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas (Scott-Knott, $P \leq 0,05$).

Tabela 1.3. Severidade, reação de resistência (R) e porcentagem de plantas resistentes à virose do endurecimento dos frutos (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* - CABMV) em maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Genótipo	SD	R	%PR
MAR20#12	2,1 a	MS	33,3
MAR20#24	2,1 a	MS	9,1
MAR20#34	2,0 a	MS	10,0
MAR20#49	2,0 a	MS	19,1
MAR20#2005	1,8 a	MS	25,0
BRS GA1	2,1 a	MS	11,1
EC-3-0	1,9 a	MS	27,8
EC-L-7	1,8 a	MS	41,2
MSCA	2,0 a	MS	18,2
UnB2015-1	1,9 a	MS	28,6
YM FB200	2,1 a	MS	26,1

E = época de avaliação; SD = média de severidade (5 avaliações); %PR = % de plantas resistentes, 49 após inoculação. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna e letras

maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas (Scott-Knott, $P \leq 0,05$).

Diferentemente dos resultados aqui apresentados, Viana et al. (2014a) reportaram que o genótipo MSCA mostrou-se resistente à bacteriose enquanto MAR20#12, YM FB200, EC-L-7 e EC-3-0 foram classificados como moderadamente resistentes. Os autores também detectaram diferenças entre genótipos em relação à incidência da doença. Além disso, Pinto et al. (2008) indicaram que os genótipos MAR20#12, MAR20#24 e MAR20#34 foram resistentes à VEF, contrastando com os resultados reportados neste estudo (Tabela 1.3).

Divergências entre os resultados observados neste trabalho e aqueles reportados na literatura eram esperados devido à existência de variabilidade entre e dentro de genótipos, variabilidade dos isolados e falta de padronização entre os diferentes estudos. Por exemplo, Viana et al. (2014a) avaliaram a resposta de 18 genótipos (12 plantas por genótipo) ao isolado de Xap UnB-767, durante quatro épocas de avaliação. As plantas com seis meses de idade foram inoculadas na face foliar abaxial usando uma suspensão bacteriana de 10^8 UFC mL⁻¹. Após a inoculação, as plantas foram mantidas em câmara úmida por 24 horas. Por outro lado, Pinto et al. (2008) avaliaram a resposta de 62 genótipos (quatro plantas por genótipo) à CABMV durante apenas duas épocas de avaliação. As plantas de quatro meses de idade foram inoculadas com um isolado coletado em Araguari, MG. A primeira avaliação foi realizada 30 dias após a inoculação e a segunda avaliação foi feita 15 dias após a primeira. As plantas foram adubadas imediatamente após a primeira avaliação. Portanto, as diferenças observadas poderiam ser explicadas pela variabilidade genotípica; pelos diferentes métodos de inoculação e concentrações dos inóculos usados; condições de crescimento da planta, como espaço disponível para desenvolvimento da raiz; idade da planta no momento da inoculação; condição nutricional da planta; condições climáticas durante o período de estudo; número de plantas estudadas e número de avaliações realizadas.

O progresso da doença pode ser influenciado por alguns fatores, como resistência da planta, agressividade do patógeno e condições climáticas. Logo, as avaliações devem ser realizadas ao longo de determinado período, que varia de acordo com a doença avaliada, visando a obtenção de resultados confiáveis acerca do desenvolvimento da doença (KOSOSKI et al. 2008; VIANA et al. 2014a). Um reduzido número de avaliações pode ocasionar classificações equivocadas dos genótipos em categorias específicas de resistência.

A suscetibilidade dos genótipos à Xap e CABMV observada neste estudo pode também ser devido à limitada variabilidade genotípica para a resistência a doenças e/ou agressividade

do patógeno. Diferenças observadas no tamanho da área foliar lesionada demonstraram segregação e variação genética em maracujazeiro azedo, permitindo a identificação de genes de resistência à bacteriose nesta espécie (LOPES et al., 2006). Considerável variabilidade genética do maracujazeiro azedo para a resistência à CABMV também foi descrita por Oliveira et al. (2013) e Cerqueira-Silva et al. (2015). Ademais, análises de diversidade genética identificaram existência de variabilidade para a agressividade dentro e entre populações de Xap (NAKATANI et al., 2009), bem como variabilidade genética entre isolados de CABMV (MELO et al., 2015). Essa informação suporta a possibilidade de interações patógeno-hospedeiro, o que poderia levar a diferentes respostas dos genótipos aos isolados dos patógenos (LOPES et al., 2006; FUHRMANN et al., 2014). Sendo assim, é essencial considerar a variabilidade genética da planta e do patógeno bem como a virulência e a agressividade do patógeno ao estabelecer estratégias para um programa de melhoramento genético dessa fruteira.

AACPD mede a magnitude da doença ao longo tempo, sendo frequentemente usada para combinar múltiplas observações do progresso da doença em um único valor (SIMKO; PIEPHO, 2012). Neste estudo, a AACPD foi calculada com os dados de severidade das doenças. De acordo com esta análise, não houve diferença entre os genótipos para as doenças ($P > 0,05$).

Valores médios de herdabilidade no sentido amplo foram observados para a severidade (38,32%) e AUDPC da bacteriose (46,96%) enquanto os valores de CVG/CVE foram de apenas 0,39 e 0,47 para a severidade e AUDPC, respectivamente. Esses dados sugerem baixa variabilidade genética entre os genótipos e/ou as condições ambientais não foram favoráveis à seleção, uma vez que a variância genética foi menor que a variância ambiental. Como a doença pode ser influenciada pelo ambiente, é possível que a adoção de métodos tradicionais de melhoramento resulte em baixa eficiência no melhoramento da resistência do maracujazeiro azedo à bacteriose na fase de mudas, sob cultivo protegido. Deste modo, métodos de melhoramento baseados na performance da família poderiam ser mais apropriados que aqueles baseados na performance individual das plantas (ALVES et al., 2006).

Um dos principais objetivos de um programa de melhoramento para resistência a doenças é obter genótipos resistentes a múltiplas doenças. A ocorrência natural de resistência a múltiplos patógenos já foi reportada para algumas culturas, como feijão (MELO et al., 2008), batata (NEDER et al., 2010) e milho (WISSER et al., 2011). Contudo, não há dados na literatura sobre a reação do maracujazeiro azedo a múltiplos patógenos. Os dados deste estudo

não só descreveram a reação de genótipos desta cultura a dois patógenos distintos, como também indicaram correlações entre as doenças testadas. A característica incidência da bacteriose mostrou-se alta e negativamente correlacionada com a incidência (-0,79; $P \leq 0,05$) e a severidade da VEF (-0,73; $P \leq 0,05$). A incidência e a severidade da VEF correlacionaram-se positivamente a uma magnitude de 0,76 ($P \leq 0,05$). Verificou-se uma resposta contrastante dos genótipos em relação à bacteriose e à VEF. De um modo geral, genótipos com maior resistência à bacteriose apresentaram maior suscetibilidade à VEF. Estudos adicionais com inoculações múltiplas de patógenos são necessários para a melhor compreensão da resposta das plantas às diferentes doenças, especialmente à VEF, que ainda não possui resultados conclusivos na literatura.

Os resultados deste trabalho estão em conformidade com estudos prévios desenvolvidos com o maracujazeiro no Brasil. Tem sido observado que BRS GA1 e outros genótipos podem exibir baixos níveis de severidade a algumas doenças, como a antracnose e a bacteriose, mas ainda apresentam suscetibilidade à VEF (OLIVEIRA et al., 2013). Os dados expostos neste estudo reforçam a importância de pesquisas contínuas sobre a VEF a fim de permitir tomadas de decisão significativas e uso eficiente de vetores e de métodos de controle da doença.

Como resultado deste estudo, todos os genótipos foram considerados suscetíveis à bacteriose, mas BRS GA1, MAR20#12, MAR20#34 e MAR20#2005 foram selecionados como aqueles com menores severidades médias da doença, na fase de mudas. Todos os materiais foram considerados moderadamente suscetíveis à VEF, mas MAR20#2005, EC-L-7, UnB2015-1 e EC-3-0 foram selecionados por apresentarem as menores severidades médias da doença. O genótipo MAR20#2005 apresentou resultados promissores, mostrando desempenho superior tanto à bacteriose quanto à VEF. Esses genótipos serão clonados e testados novamente quanto a reação a Xap e CABMV. Estudos futuros incluem testes com outros patógenos e isolados, bem como testes em campo para seleção mais acurada dos genótipos e melhor entendimento das correlações entre resistência às doenças e produtividade.

1.3.2. Experimento 2

As avaliações da severidade da VEF não identificaram diferenças entre os genótipos ($P > 0,05$) e eles foram classificados como moderadamente suscetíveis, de acordo com a nota média obtida a partir da escala de notas (Tabela 1.4). Esses resultados estão em conformidade com Nogueira (2016), que também classificou os genótipos Rosa Intenso e MSCA como

moderadamente suscetíveis à VEF, apresentando os menores valores de severidade entre os genótipos testados quando inoculados com o mesmo isolado utilizado neste experimento, mas em época distinta. Embora o presente estudo não tenha diferenciado os genótipos quanto à severidade da VEF, é importante reconhecer que MAR20#41 (1,6) e Rosa Intenso (1,6) exibiram valor de severidade média 11,1% menor que o maior valor identificado (1,8) demonstrando uma resistência ligeiramente superior à doença (Tabela 1.4).

Considerando que o maracujazeiro azedo apresenta baixa variabilidade quanto à resistência a doenças, a distinção entre genótipos para esta característica é normalmente difícil (JUNQUEIRA et al., 2003; KUDO et al. 2012, FUHRMANN et al. 2014). Por esta razão, não apenas dados estatísticos como também informações genéticas são ferramentas importantes em programas de melhoramento para resistência a doenças. Neste contexto, qualquer diferença entre e dentro de genótipos é útil, podendo fornecer informações valiosas para a seleção quanto à resistência. Deste modo, tais diferenças não devem ser descartadas ou subestimadas.

Além disso, a variabilidade para a resistência a doenças pode ocorrer dentro de plantas oriundas do mesmo genótipo (PINTO et al., 2008). Após cinco avaliações da severidade da VEF, plantas resistentes foram observadas em todos os genótipos (Tabela 1.4). MAR20#41 (63,2%), Rosa Intenso (63,2%), MAR20#15 (61,1%) e MSCA (60,0%) apresentaram os maiores números de plantas resistentes ao fim das avaliações. AR02 (47,4%) e MAR20#10 (44,4%) exibiram os menores números de plantas resistentes.

Tabela 1.4. Incidência, severidade, reação de resistência (R) e porcentagem de plantas resistentes à virose do endurecimento dos frutos (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* - CABMV) em maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Genótipo	Incidência (%)					SD	R	%PR
	E1	E2	E3	E4	E5			
MAR20#10	32,5 aB	50,0 aA	62,5 aA	62,5 aA	62,5 aA	1,8 a	MS	44,4
MAR20#15	33,8 aA	38,8 bA	38,8 bA	38,8 bA	38,8 bA	1,7 a	MS	61,1
MAR20#19	37,5 aA	42,5 bA	42,5 bA	47,5 aA	52,5 aA	1,8 a	MS	50,0
MAR20#41	21,3 bA	31,3 bA	36,3 bA	36,3 bA	36,3 bA	1,6 a	MS	63,2
MAR20#44	43,8 aA	53,8 aA	53,8 aA	53,8 aA	53,8 aA	1,8 a	MS	50,0
MAR20#2005	20,0 bB	50,0 aA	50,0 aA	50,0 aA	50,0 aA	1,8 a	MS	50,0
AR02	21,3 bB	52,5 aA	52,5 aA	52,5 aA	52,5 aA	1,8 a	MS	47,4
MSCA	40,0 aA	40,0 bA	40,0 bA	40,0 bA	45,0 bA	1,7 a	MS	60,0
Rosa Intenso	30,0 aA	35,0 bA	30,0 bA	35,0 bA	35,0 bA	1,6 a	MS	63,2

E = época de avaliação; SD = média de severidade (5 avaliações); %PR = % de plantas resistentes, 49 dias após a inoculação. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna e letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas (Scott-Knott, $P \leq 0,05$).

Houve interação entre genótipos e épocas de avaliação quanto à incidência da VEF ($P \leq 0,05$) (Tabela 1.4). Os genótipos Rosa Intenso, MSCA e MAR20#15 apresentaram o menor incremento na incidência da doença. Em contraste, AR02 e MAR20#2005 apresentaram a menor porcentagem de plantas com sintomas na avaliação 1, mas rapidamente atingiram altos valores de incidência na avaliação 2. Até o momento, nenhuma imunidade à CABMV foi detectada no maracujazeiro azedo e a variabilidade para a resistência à VEF é considerada baixa (SANTOS et al., 2015), com a maioria das plantas apresentando suscetibilidade a esta doença (FARIAS, 2016). Os níveis de resistência detectados geralmente não são satisfatórios para o controle do vírus uma vez que os genótipos apresentam suscetibilidade à VEF (JUNQUEIRA et al., 2003; MACIEL et al., 2009) e, conseqüentemente, um esperado progresso da doença com o tempo, como observado neste estudo ($P \leq 0,05$). A ausência de imunidade irá finalmente conduzir a 100,0% de incidência da doença após um determinado período. Entretanto, espera-se que plantas com maiores níveis de resistência possam retardar a expressão dos sintomas da VEF.

Diferenças foram detectadas entre as cinco avaliações da severidade e entre as cinco avaliações da incidência da bacteriose ($P \leq 0,05$), revelando um progresso da doença no tempo. As avaliações da severidade identificaram interação entre genótipos e épocas de avaliação ($P \leq 0,05$) (Tabela 1.5). MSCA e MAR20#15 mostraram-se mais suscetíveis, atingindo altos níveis de severidade precocemente durante a avaliação 2. Em contrapartida, MAR20#10 apresentou a severidade máxima apenas na avaliação 5 e exibiu severidade média (1,3) 51,2% menor que o maior valor observado (2,7). De acordo com a nota média obtida a partir da escala de notas, MAR20#10, MAR20#41 e Rosa Intenso foram classificados como moderadamente resistentes. Os genótipos remanescentes foram classificados como moderadamente suscetíveis (Tabela 1.5). Esses resultados são corroborados por Costa et al. (2018) (Experimento 1) que também verificaram que MSCA (S) apresentou maiores valores de severidade em comparação a outros genótipos quando inoculados com o isolado UnB-1393 durante a estação chuvosa e, portanto, em época distinta da avaliada neste estudo. Por outro lado, Nogueira (2016) observou maior suscetibilidade de Rosa Intenso (MS), MAR20#41 (S) e MSCA (S) quando plantas com 90 dias de idade foram inoculadas com este mesmo isolado e na mesma época de avaliação deste estudo.

Após cinco avaliações da severidade da bacteriose, plantas resistentes foram observadas em todos os genótipos. MAR20#10 (37,5%) e MAR20#41 (25,0%) foram os genótipos com os maiores números de plantas resistentes ao fim do estudo, contrastando com MAR20#19

(12,5%) e MAR20#2005 (5,9%) (Tabela 1.5). Diferentemente dos resultados aqui reportados, Costa et al. (2018) (Experimento 1) não identificaram plantas resistentes ao isolado UnB-1393, após cinco avaliações, durante a estação chuvosa. Segundo Fuhrmann et al. (2014), esses resultados apontam para a existência de diversos níveis de resistência genética à bacteriose, incluindo diversidade entre plantas oriundas do mesmo genótipo.

Apesar de nenhuma diferença entre genótipos ter sido observada quanto à incidência da bacteriose, MAR20#10 (59,7%) apresentou 22,2% menos sintomas da doença quando comparado à MAR20#2005 (76,7%), que demonstrou a maior incidência. MAR20#10 tem sido selecionado ao longo dos anos no programa de melhoramento do maracujazeiro na UnB devido às baixas severidade e incidência da bacteriose demonstradas, bem como pelo alto número de plantas resistentes ao fim do período de avaliação, mesmo quando inoculado com soluções bacterianas de outros isolados de Xap, em maior concentração (VIANA et al., 2014a).

Tabela 1.5. Severidade, reação de resistência (R) e porcentagem de plantas resistentes à bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Genótipo	Severidade					SD	R	%PR
	E1	E2	E3	E4	E5			
MAR20#10	0,2 aC	1,2 cB	1,3 dB	1,6 cB	2,5 bA	1,3 a	MR	37,5
MAR20#15	0,3 aC	2,7 aB	3,2 aB	3,6 aA	3,9 aA	2,7 a	MS	16,7
MAR20#19	0,2 aD	1,6 bC	2,5 bB	3,3 aA	3,7 aA	2,3 a	MS	12,5
MAR20#41	0,2 aC	1,4 cB	1,8 cB	2,5 bA	2,8 bA	1,7 a	MR	25,0
MAR20#44	0,4 aC	1,9 bB	2,4 bB	2,7 bA	3,0 bA	2,1 a	MS	23,5
MAR20#2005	0,2 aD	1,8 bC	2,6 bB	3,1 aA	3,3 aA	2,2 a	MS	5,9
AR02	0,2 aD	1,8 bC	2,1 cC	3,1 aB	3,7 aA	2,2 a	MS	14,3
MSCA	0,2 aD	2,2 aC	2,7 bB	3,0 aA	3,5 aA	2,3 a	MS	21,4
Rosa Intenso	0,2 aD	1,4 cC	2,0 cB	2,5 bA	2,9 bA	1,8 a	MR	16,7

E = época de avaliação; SD = média de severidade (5 avaliações); %PR = % de plantas resistentes, 53 dias após a inoculação. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna e letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas (Scott-Knott, P ≤ 0,05).

A virulência do patógeno e, conseqüentemente, a expressão dos sintomas da doença podem ser influenciados pelas condições ambientais (GARCÍA-GUZMÁN et al., 2016); variáveis relacionadas às plantas, como variabilidade genética, idade no momento da inoculação, condições de crescimento e estado nutricional (FUHRMANN et al., 2014; WANGUNGU et al., 2014); e por características do patógeno, como variabilidade genética, agressividade do isolado e concentração do inóculo (NAKATANI et al., 2009; CAMERA et

al., 2012). Algumas dessas variáveis poderiam explicar as divergências entre os resultados deste estudo e os já reportados. Essas divergências, portanto, reforçam a importância da realização de avaliações ao longo do tempo visando obter dados confiáveis tanto sobre o progresso da doença quanto da resistência dos genótipos (KOSOSKI et al., 2008; VIANA et al., 2014a).

A AACPD é uma medida de progresso da doença ao longo do tempo. Esse índice tem sido usado para acessar quantitativamente a resistência de cultivares em diferentes culturas, integrando características de progresso da doença com características de desenvolvimento e crescimento do hospedeiro (JEGER; VILJANEN-ROLLINSON, 2001). Neste estudo, AACPD foi calculada como uma tentativa de distinguir genótipos resistentes à VEF e à bacteriose. Entretanto, nenhuma diferença foi identificada entre genótipos para as duas doenças.

Os resultados deste estudo demonstraram que a variância genética foi maior que a variância ambiental para a severidade ($\sigma_g^2 = 0,09$; $\sigma_e^2 = 0,07$) e para AACPD ($\sigma_g^2 = 85,58$; $\sigma_e^2 = 68,28$) da bacteriose. Esses dados são satisfatórios uma vez que, no melhoramento genético, é importante que o ambiente apresente a menor interferência possível na resposta do genótipo. Valores médios de herdabilidade foram observados para a severidade da bacteriose (55,40%) e AACPD (55,62%). Valores de herdabilidade no sentido amplo desta magnitude são muito úteis na seleção para a resistência a doenças em programas de melhoramento genético, dado o caráter poligênico de herança das doenças em vários casos. Tanto a severidade da bacteriose quanto AACPD mostraram valores de CVG/CVE iguais a 0,56. CVG/CVE igual ou próximo a um demonstra que as variâncias fenotípicas entre indivíduos são desencadeadas exclusivamente pelas diferenças genéticas entre eles (ALLARD, 1971). Além disso, Silva et al. (2012) reportou que altos valores de CVE, em vez de revelarem falta de acurácia experimental, podem indicar que a característica sob estudo possui herança poligênica e, como resultado, é altamente influenciada pelo ambiente. Em circunstâncias como essas, a adoção de métodos tradicionais de melhoramento podem resultar em baixa eficiência no melhoramento da resistência do maracujazeiro azedo à bacteriose. Desta forma, métodos de melhoramento baseados no desempenho da família seriam mais apropriados que aqueles baseados na seleção individual de plantas (FREITAS et al., 2015).

A severidade da VEF foi forte e positivamente correlacionada à incidência da VEF (0,82; $P \leq 0,05$). A característica severidade da bacteriose correlacionou-se positivamente com a incidência da bacteriose a uma magnitude de 0,81 ($P \leq 0,05$). Outros estudos também

reportaram correlações fortes entre severidade e incidência destas doenças (COSTA et al., 2018/ Experimento 1; VIANA et al., 2014b). Logo, essa informação destaca a importância da análise dessas variáveis durante a seleção de plantas. Adicionalmente, Costa et al. (2018) (Experimento 1) distinguiram uma resposta contrária dos genótipos em relação à bacteriose e VEF. Os autores verificaram que os genótipos com maior resistência à bacteriose mostraram maior suscetibilidade à VEF. O presente estudo avaliou a resposta das plantas aos mesmos isolados usados por aqueles autores, mas inoculados em épocas inversas àquele experimento. Este estudo não detectou correlação entre VEF e bacteriose quando CABMV foi inoculado antes de Xap. Assim, futuros estudos são necessários para a melhor compreensão da resposta das plantas às diferentes doenças e da possível existência de correlações positivas ou negativas entre bacteriose e VEF.

Os níveis de severidade de VEF e bacteriose observados neste estudo revelam a existência de variabilidade entre genótipos. Como resultado, MAR20#41, Rosa Intenso, MAR20#15 e MSCA foram selecionados por apresentarem as menores severidades médias da VEF e os maiores números de plantas resistentes à VEF. MAR20#10, MAR20#41 e Rosa Intenso também foram selecionados como os genótipos com as menores severidades médias de bacteriose. MAR20#41 e Rosa Intenso são genótipos especialmente promissores para serem usados em programas de melhoramento com foco em resistência a doenças devido ao seu desempenho superior em relação às duas doenças. Os genótipos selecionados serão clonados e avaliados novamente para a resistência à CABMV e Xap. Estudos futuros incluem testes com outros patógenos e isolados, bem como testes em campo para seleção dos genótipos, a fim de fornecer subsídios para a continuidade do programa de melhoramento genético.

1.3.3. Experimento 3

As avaliações da severidade e da incidência da bacteriose não identificaram diferenças entre os genótipos ($P > 0,05$). Todos os genótipos atingiram notas acima de 3,0 e foram classificados como suscetíveis, de acordo com a nota média obtida através da escala de notas (Tabela 1.6). Apesar da ausência de diferença entre os genótipos, é importante enfatizar que MAR20#2005 (3,5) e BRS GA1 (3,6) mostraram, respectivamente, valores de severidade 10,3% e 7,7% menores que YM FB200 (3,9). Nenhum genótipo apresentou plantas resistentes após cinco avaliações da severidade da bacteriose. A suscetibilidade de genótipos de

maracujazeiro azedo também foi observada em outros estudos quando um isolado distinto (UnB-1393) foi inoculado utilizando solução bacteriana de mesma concentração, na mesma época (COSTA et al., 2018/ Experimento 1) ou em época distinta (NOGUEIRA, 2016).

A distinção de genótipos para a resistência a doenças é complexa devido à baixa variabilidade apresentada pelo maracujazeiro azedo para esta característica (JUNQUEIRA et al., 2003). Entretanto, em programas de melhoramento genético voltados à obtenção de genótipos resistentes a doenças, as informações genéticas são igualmente importantes aos dados estatísticos durante a seleção. Assim, quaisquer diferenças entre e dentro de um mesmo genótipo podem fornecer informações valiosas para os processos de melhoramento genético e seleção, não devendo ser rejeitadas (KUDO et al., 2012; FUHRMANN et al., 2014).

Diferenças entre as avaliações 1 a 4 foram verificadas ($P \leq 0,05$), indicando um incremento na severidade da bacteriose com o tempo. Na quinta avaliação, a severidade da doença atingiu o seu máximo, não diferindo da quarta avaliação para nenhum genótipo. Os genótipos apresentaram alta incidência da doença precocemente na avaliação 1 (97,8%). Consequentemente, diferenças foram detectadas apenas entre as duas primeiras avaliações ($P \leq 0,05$). Os genótipos apresentaram 100,0% de incidência da doença na avaliação 2, exceto MAR20#24 (98,4%), que atingiu 100,0% de incidência na avaliação 4.

Tabela 1.6. Severidade e reação de resistência (R) à bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Genótipo	SD	R
MAR20#24	3,7 a	S
MAR20#39	3,8 a	S
MAR20#41	3,7 a	S
MAR20#2005	3,5 a	S
AR02	3,7 a	S
BRS GA1	3,6 a	S
EC-3-0	3,7 a	S
Rosa Intenso 1	3,7 a	S
Rosa Intenso 2	3,7 a	S
Rubi Gigante 2	3,7 a	S
UnB2015-2	3,8 a	S
YM FB200	3,9 a	S

SD = média de severidade (5 avaliações). Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas (Scott-Knott, $P \leq 0,05$).

As avaliações de severidade da VEF não identificaram diferenças entre os genótipos ($P > 0,05$) e eles foram classificados como moderadamente suscetíveis, de acordo com a nota

média obtida através da escala de notas (Tabela 1.7). Esses resultados são corroborados por Nogueira (2016), que também reportou suscetibilidade moderada para os genótipos Rosa Intenso, MAR20#41, EC-3-0 e BRS GA-1 quando inoculados com um isolado distinto de CABMV (UnB-FAL) na mesma época deste estudo. Embora diferenças não tenham sido detectadas entre genótipos, MAR20#41 (1,6) exibiu severidade média 30,4% menor enquanto MAR20#2005 (1,9) e Rosa Intenso 1 (1,9) apresentaram severidade média 17,4% menor que AR02 (2,3) e MAR20#39 (2,3). Esses dados demonstram que tais materiais apresentam uma resistência ligeiramente superior à VEF. Após cinco avaliações, plantas resistentes à VEF foram encontradas em todos os genótipos. MAR20#41 (60,0%) destacou-se por sua maior porcentagem de plantas resistentes ao fim do estudo, sendo um genótipo promissor para ser usado em programas de melhoramento genético para resistência a esta doença (Tabela 1.7).

Observou-se interação entre genótipos e épocas de avaliação para a incidência da VEF ($P \leq 0,05$) (Tabela 1.7). MAR20#41 apresentou a menor incidência da doença em todas as avaliações, demonstrando um pequeno aumento no número de plantas com sintomas ao longo do tempo. Por outro lado, MAR20#2005, EC-3-0 e BRS GA1 exibiram baixo percentual de plantas com sintomas na primeira avaliação, mas atingiram altos índices de incidência na avaliação 3. Quando se faz uma análise de incidência ao longo do tempo, após inoculação realizada no mesmo dia para todas as plantas, espera-se que plantas com maior grau de resistência irão expressar os sintomas da VEF mais tardiamente. Já que até o momento não há registro de genótipos de *P. edulis* imunes à CABMV, é esperado que a severidade e a incidência da doença aumentem com o tempo, até finalmente todas as plantas apresentarem sintomas da doença. Nesse sentido, as avaliações de incidência ao longo do tempo podem ser úteis na seleção para resistência à VEF em estágios iniciais de desenvolvimento da doença, avaliando-se níveis de expressão do sintoma ou de incidência quanto ao número de folhas por planta (BELLON, 2014).

Tais avaliações são especialmente importantes quando a severidade e a incidência da VEF são forte e positivamente correlacionadas, como observado neste estudo (0,83; $P \leq 0,05$). Correlações fortes entre severidade e incidência da doença demonstram que maiores valores de incidência estão relacionados a maiores valores de severidade. Tais correlações também tem sido reportadas para a VEF e para a bacteriose por Viana et al. (2014b), Nogueira (2016) e Costa et al. (2018) (Experimento 1). Portanto, tais análises são relevantes durante o processo de seleção de plantas. Além disso, Costa et al. (2018) (Experimento 1) reportaram uma resposta contrastante dos genótipos em relação à bacteriose e à virose. Os autores observaram

que genótipos com maior resistência à bacteriose apresentaram maior suscetibilidade à VEF. O presente estudo avaliou a resposta das plantas a isolados distintos daqueles utilizados pelos referidos autores quando inoculados na mesma época daquele experimento. Entretanto, nenhuma correlação foi registrada entre a bacteriose e a VEF quando o isolado de Xap foi inoculado antes do isolado de CABMV. Por isso, estudos adicionais são necessários para melhor entender a resposta das plantas às diferentes doenças e possíveis correlações existentes entre a bacteriose e a VEF. O conhecimento da associação entre caracteres é de grande importância em programas de melhoramento genético, particularmente se um dos caracteres apresenta baixa herdabilidade e/ou problemas na identificação ou avaliação. Neste caso, uma seleção correlacionada a um caráter de alta herdabilidade e que possua fácil mensuração pode ser mais conveniente e levar à rápida progressão no melhoramento (CRUZ et al., 2006).

Tabela 1.7. Incidência, severidade, reação de resistência (R) e porcentagem de plantas resistentes à virose do endurecimento dos frutos (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* - CABMV) em maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Genótipo	Incidência (%)					SD	R	%PR
	E1	E2	E3	E4	E5			
MAR20#24	60,0 aB	81,7 aA	86,7 aA	90,8 aA	95,8 aA	2,2 a	MS	10,5
MAR20#39	49,6 aB	77,5 aA	77,5 aA	82,5 aA	82,5 aA	2,3 a	MS	23,8
MAR20#41	15,0 bB	25,0 cB	40,0 bA	55,0 bA	60,0 bA	1,6 a	MS	60,0
MAR20#2005	27,1 bC	54,2 bB	95,8 bA	95,8 aA	95,8 aA	1,9 a	MS	4,6
AR02	62,1 aA	76,3 aA	85,4 aA	85,4 aA	85,4 aA	2,3 a	MS	10,0
BRS GA1	39,2 bB	55,8 bB	95,8 aA	95,8 aA	95,8 aA	2,2 a	MS	4,4
EC-3-0	23,3 bB	42,1 bB	85,4 aA	95,8 aA	95,8 aA	2,0 a	MS	16,7
Rosa Intenso 1	44,2 aB	55,4 bB	72,1 aA	72,1 bA	72,1 bA	1,9 a	MS	26,3
Rosa Intenso 2	43,8 aB	47,9 bB	79,2 aA	83,3 aA	83,3 aA	2,0 a	MS	20,0
Rubi Gigante 2	35,0 bB	65,8 aA	86,7 aA	86,7 aA	86,7 aA	2,1 a	MS	13,0
UnB2015-2	46,7 aB	46,7 bB	81,7 aA	86,7 aA	86,7 aA	2,1 a	MS	20,0
YM FB200	65,0 aA	70,0 aA	80,0 aA	85,0 aA	85,0 aA	2,0 a	MS	15,0

E = época de avaliação; SD = média de severidade (5 avaliações); %PR = % de plantas resistentes, 49 dias após a inoculação. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna e letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas (Scott-Knott, $P \leq 0,05$).

A AACPD é uma ferramenta útil de mensuração da intensidade da doença ao longo do tempo. O cálculo da AACPD implica em avaliações repetidas da doença e permite a caracterização das interações planta-patógeno-ambiente (SIMKO; PIEPHO, 2012). Neste estudo, a AACPD foi calculada para a severidade da doença. Contudo, não foram encontradas diferenças entre genótipos em relação à bacteriose e à VEF.

Baixa herdabilidade no sentido amplo foi observada para a incidência da bacteriose (13,99%), médias magnitudes foram identificadas para a severidade (45,60%) e para a AACPD da VEF (39,82%), e altas estimativas de herdabilidade no sentido amplo foram detectadas para a incidência da VEF (59,22%). A herdabilidade mede a proporção da variação fenotípica que é decorrente da variação genotípica (FALCONER; MACKAY, 1996). Esse índice expressa a correlação entre o fenótipo e o genótipo (FALCONER, 1981), possibilitando compreender se as diferenças detectadas apresentam um forte componente genético e se a seleção proporcionará ganhos no melhoramento genético (SILVA et al., 2012). Caracteres com média herdabilidade não implicam em seleção ineficiente. Ao contrário, esses caracteres podem ser melhorados. Todavia, os ganhos por ciclo serão menores uma vez que serão moderadamente herdados (ASSUNÇÃO et al., 2015).

A incidência da bacteriose apresentou razão CVG/CVE de 0,20, enquanto a severidade, incidência e AACPD da VEF apresentaram o mesmo parâmetro com valores de 0,46, 0,60 e 0,41, respectivamente. Esses dados indicam a existência de baixa variabilidade genética entre genótipos e/ou as condições ambientais não foram favoráveis à seleção, uma vez que a variância ambiental foi maior que a variância genética. Valores elevados de CVE não denotam necessariamente imprecisão experimental, pois podem estar relacionadas ao caráter poligênico da característica estudada e que, por esse motivo, encontra-se sob forte influência ambiental. Em situações como essa, o uso de métodos de melhoramento mais elaborados, como aqueles baseados na performance de famílias, é mais apropriado para a obtenção de ganhos satisfatórios durante a seleção (SILVA et al., 2012).

Todos os genótipos foram suscetíveis à bacteriose, mas MAR20#2005 e BRS GA1 destacaram-se como os genótipos com menor severidade da doença. Todos os genótipos foram moderadamente suscetíveis à VEF e MAR20#41, MAR20#2005 e Rosa Intenso 1 foram selecionados como os genótipos com menor severidade. MAR20#41 também exibiu o maior número de plantas resistentes à VEF ao fim das avaliações. O genótipo MAR20#2005 apresentou resultados promissores, mostrando desempenho superior, em termos de resistência, na fase de mudas, tanto à bacteriose quanto à VEF. Os níveis de severidade e incidência da bacteriose observados neste estudo revelaram a existência de variabilidade entre genótipos. Os materiais selecionados serão clonados e avaliados novamente quanto à resistência à Xap e CABMV, incluindo testes com novos isolados, com outros patógenos e testes em campo para melhor selecionar os genótipos mais promissores, nos diversos ambientes da fruticultura nacional.

1.4. CONCLUSÕES

Na fase de mudas, sob cultivo protegido, os genótipos MAR20#12, MAR20#24, MAR20#34, MAR20#49, MAR20#2005, BRS GA1, EC-3-0, EC-L-7, MSCA, UnB2015-1 e YM FB200 foram considerados suscetíveis ao isolado UnB-1393, quando inoculados na estação chuvosa, e moderadamente suscetíveis ao isolado UnB-FAL, quando inoculados na estação seca. BRS GA1, MAR20#12, MAR20#34 e MAR20#2005 foram selecionados como aqueles com menores severidades médias da bacteriose. MAR20#2005, EC-L-7, UnB2015-1 e EC-3-0 foram selecionados por apresentarem as menores severidades médias da VEF.

Os genótipos MAR20#10, MAR20#15, MAR20#19, MAR20#41, MAR20#44, MAR20#2005, AR02, MSCA e Rosa Intenso foram classificados como moderadamente suscetíveis ao isolado UnB-Fal, quando inoculados na estação chuvosa. MAR20#41, Rosa Intenso, MAR20#15 e MSCA foram selecionados por apresentarem as menores severidades médias da VEF e os maiores números de plantas resistentes a esta doença. MAR20#10, MAR20#41 e Rosa Intenso foram considerados moderadamente resistentes ao isolado UnB-1393, quando inoculados na estação seca, apresentando as menores severidades da bacteriose. Os genótipos remanescentes mostraram-se moderadamente suscetíveis.

Os genótipos MAR20#24, MAR20#39, MAR20#41, MAR20#2005, AR02, BRS GA1, EC-3-0, Rosa Intenso 1, Rosa Intenso 2, Rubi Gigante 2, UnB2015-2 e YM FB200 foram classificados como suscetíveis ao isolado UnB-1392, quando inoculados na estação chuvosa, e moderadamente suscetíveis ao isolado UnB-Pipiripau, quando inoculados na estação seca. MAR20#2005 e BRS GA1 destacaram-se como os genótipos com menores valores de severidade da bacteriose. MAR20#41, MAR20#2005 e Rosa Intenso 1 foram selecionados como os genótipos com menores severidades médias da VEF. MAR20#41 também exibiu o maior número de plantas resistentes à VEF ao fim de cinco avaliações.

A severidade da VEF e da bacteriose observados neste estudo e parâmetros genéticos calculados para a severidade, incidência e AACPD das duas doenças revelaram a existência de baixa variabilidade genética entre genótipos e/ou condições ambientais desfavoráveis à seleção.

1.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo indicam uma influência do ambiente no desenvolvimento da doença, resultando em maior suscetibilidade dos genótipos inoculados com isolados de Xap na época chuvosa. Entre os genótipos selecionados, MAR20#2005, Rosa Intenso e MAR20#41 são genótipos promissores por apresentarem desempenho superior às duas doenças estudadas.

Estudos adicionais devem utilizar diferentes isolados dos patógenos avaliados além de avaliações da reação de resistência a novas doenças, como antracnose, septoriose e verrugose. Essas avaliações devem ser estendidas ao campo.

Além disso, o uso de metodologias que reduzam a subjetividade das estimativas visuais e propiciem estimativas padronizadas, acuradas, precisas e reproduzíveis é fundamental para a avaliação e seleção de materiais superiores. Neste sentido, sugere-se a utilização de escalas diagramáticas validadas em futuros estudos que envolvam a quantificação da severidade das doenças em folhas e frutos, sob cultivo protegido e em condições de campo.

1.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 381 p.

ALVES, J. C. S.; PEIXOTO, J. R.; VIEIRA, J. V.; BOITEUX, L. S. Herdabilidade e correlações genotípicas entre caracteres de folhagem e sistema radicular em famílias de cenoura, cultivar Brasília. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 3, p. 363-367, 2006.

ASSUNÇÃO, M. P.; KRAUSE, W.; DALLACORT, R.; SANTOS, P. R. J.; NEVES, L. G. Seleção individual de plantas de maracujazeiro azedo quanto à qualidade de frutos via REML/BLUP. **Revista Caatinga**, v. 28, p. 57-63, 2015.

BELLON, G. **Filogenia, variabilidade genética e caracterização de Passifloras silvestres, comerciais e híbridos interespecíficos como fontes de resistência à doenças**. 2014. 151 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

CAMERA, J. N.; DEUNER, C. C.; REIS, E. M. Diferentes concentrações do inóculo de *Cercospora sojina* na intensidade da mancha foliar “olho-de-rã” em soja. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 3, p. 235-238, 2012.

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

CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: Ed. Universitária da UFPel, 2004. 142 p.

CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; CONCEIÇÃO, L. D. H. C. S.; SOUZA, A. P.; CORRÊA, R. X. A history of passion fruit woodiness disease with emphasis on the current situation in Brazil and prospects for Brazilian passion fruit cultivation. **European Journal of Plant Pathology**, v. 139, p. 261-270, 2014.

CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; JESUS, O. N.; OLIVEIRA, E. J.; SANTOS, E. S. L.; SOUZA, A. P. Characterization and selection of passion fruit (yellow and purple) accessions based on molecular markers and disease reactions for use in breeding programs. **Euphytica**, v. 202, n. 3, p. 345-359, 2015.

COSTA, A. P.; NOGUEIRA, I.; PEIXOTO, J. R.; VILELA, M. S.; BLUM, L. E. B.; VENDRAME, W. Yellow passion fruit reaction to *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* and to *Cowpea aphid-borne mosaic virus*. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, 2018. *In Press*.

CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

CRUZ, C. D. **Programas Genes - Estatística experimental e matrizes**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 285 p.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: Editora UFV, 1981. 279p.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4 ed. Harlow: Longmans Green, 1996. 464 p.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; OLIVEIRA, E. J.; PEIXOTO, J. R.; COSTA, A. M. **Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro: histórico e perspectivas**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2011. 36 p.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; PEIXOTO, J. R. Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro – Desafios da pesquisa. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. p. 187-210.

FARIAS, D. H. **Caracterização da diversidade genética e resposta ao *Cowpea aphid-borne mosaic virus* em acessos e híbridos RC1 de maracujazeiro**. 2016. 155 f. Tese

(Doutorado em Fitotecnia) – Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2016.

FISCHER, I. H.; REZENDE, J. A. M. Diseases of Passion Flower. **Pest Technology**, v. 2, n. 1, p. 1-19, 2008.

FRANCO, M. M.; TAKATSU, A. Sensibilidade de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* a cobre. **Bioscience Journal**, v. 20, n. 2, p. 207-210, 2004.

FREITAS, J. C. O.; PIO VIANA, A.; SANTOS, E. A.; SILVA, F. H. L.; PAIVA, C. L.; RODRIGUES, R.; SOUZA, M. M.; EIRAS, M. Genetic basis of the resistance of a passion fruit segregant population to *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV). **Tropical Plant Pathology**, v. 40, n. 5, p. 291-297, 2015.

FREITAS, J. P. X.; OLIVEIRA, E. J.; CRUZ NETO, A. J.; SANTOS, L. R. Avaliação de recursos genéticos de maracujazeiro-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1013-1020, 2011.

FUHRMANN, E.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BLUM, L. E. B.; BRAGA, M. W.; BELLON, G.; JUNQUEIRA, K. P. Reação de híbridos interespecíficos de *Passiflora* spp. à *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*. **Ciência Rural**, v. 44, n. 8, p. 1404-1410, 2014.

GARCÍA-GUZMÁN, G.; TREJO, I.; ACOSTA-CALIXTO, I.; SÁNCHEZ-CORONADO, M. E. Environmental factors associated with disease incidence in plant species from a Mexican seasonal tropical dry forest. **The Journal of the Torrey Botanical Society**, v. 143, n. 3, p. 254-264, 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal – Culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 62 p.

JEGER, M. J.; VILJANEN-ROLLINSON, S. L. H. The use of the area under the disease progress curve (AUDPC) to assess quantitative disease resistance in crop cultivars. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 102, n. 1, p. 32-40, 2001.

JUNQUEIRA, N. T. V.; ANJOS, J. R. N.; SILVA, A. P. O.; CHAVES, R. C.; GOMES, A. C. Reação às doenças e produtividade de onze cultivares de maracujá-azedo cultivadas sem agrotóxicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 8, p. 1005-1010, 2003.

KADO, C. I.; HESKETT, M. S. Selective media for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. **Phytopathology**, v. 60, p. 969-976, 1970.

KOSOSKI, R. M.; PEIXOTO, J. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; UESUGI, C. H.; MELO, B. Reação de genótipos de maracujazeiro-azedo a *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*, em casa de vegetação. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 1, p. 60-66, 2008.

KUDO, A. S.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BLUM, L. E. B. Suscetibilidade de genótipos de maracujazeiro-azedo à septoriose em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 1, p. 200-205, 2012.

LARANJEIRA, F. F. Problemas e perspectivas da avaliação de doenças como suporte ao melhoramento do maracujazeiro. p. 161-184. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M.F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Embrapa Cerrados, Planaltina, p. 161-184, 2005.

LOPES, R.; LOPES, M. T. G.; CARNEIRO, M. S.; MATTA, F. P.; CAMARGO, L. E. A.; VIEIRA, M. L. C. Linkage and mapping of resistance genes to *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* in yellow passion fruit. **Genome**, v. 49, p. 17-29, 2006.

MACIEL, S. C.; NAKANO, D. H.; REZENDE, J. A. M.; VIEIRA, M. L. C. Screening of *passiflora* species for reaction to *Cowpea aphid-borne mosaic virus* reveals an immune wild species. **Scientia Agricola**, v. 66, p. 414-418, 2009.

MELO, C. L. P.; RAGAGNIN, V. A.; ARRUDA, K. M. A.; BARROS, E. G.; CARNEIRO, P. C. S.; PAULA JÚNIOR, T. J.; MOREIRA, M. A.; CARNEIRO, J. E. S. Caracterização

fenotípica e molecular de genitores de feijão tipo carioca quanto à resistência a patógenos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 495-504, 2008.

NAKATANI, A. K.; LOPES, R.; CAMARGO, L. E. A. Variabilidade genética de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, p. 116-120, 2009.

NEDER, D. G.; PINTO, C. A. B. P.; MELO, D. S.; LEPRE, A. L.; PEIXOUTO, L. S. Seleção de clones de batata com resistência múltipla à pinta preta e aos vírus X e Y. **Ciência Rural**, v. 40, n. 8, p. 1702-1708, 2010.

NOGUEIRA, I. **Caracterização agrônômica e físico-química de progênies de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) no Distrito Federal**. 2016. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

OLIVEIRA, E. J.; SOARES, T. L.; BARBOSA, C. J.; SANTOS-FILHO, H. P.; JESUS, O. N. Severidade de doenças em maracujazeiro para identificação de fontes de resistência em condições de campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 485-492, 2013.

PINTO, P. H. D.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; RESENDE, R. O.; MATTOS, J. K. A.; MELO, B. Reação de genótipos de maracujazeiro-azedo ao vírus do endurecimento do fruto (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* – CABMV). **Bioscience Journal**, v. 24, n. 2, p. 19-26, 2008.

SANTOS, E. A.; PIO VIANA, A.; FREITAS, J. C. O.; SILVA, F. H. L.; RODRIGUES, R.; EIRAS, M. Resistance to *Cowpea aphid-borne mosaic virus* in species and hybrids of *Passiflora*: advances for the control of the passion fruit woodiness disease in Brazil. **European Journal of Plant Pathology**, v. 143, n. 1, p. 85-98, 2015.

SIMKO, I.; PIEPHO, H. P. The area under the disease progress stairs: calculation, advantage, and application. **Analytical and Theoretical Plant Pathology**, v. 102, n. 4, p. 381-389, 2012.

SILVA, M. G. M.; PIO VIANA, A.; AMARAL JUNIOR, A. T.; GONÇALVES, L. S. A.; REIS, R. V. Biometria aplicada ao melhoramento intrapopulacional do maracujazeiro amarelo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 493-499, 2012.

VIANA, C. A. S.; PIRES, M. C.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BLUM, L. E. B. Genótipos de maracujazeiro-azedo com resistência à bacteriose. **Bioscience Journal**, v. 30, suplemento 2, p. 591-598, 2014a.

VIANA, C. A. S.; PIRES, M. C.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BLUM, L. E. B. Resistência parcial de genótipos de maracujá-azedo à virose do endurecimento do fruto (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* – CABMV). **Bioscience Journal**, v.30, suplemento 1, p. 338-345, 2014b.

WANGUNGU, C. W.; MWANGI, M.; GATHU, R.; MUASYA, R. Good orchard maintenance and agronomic practices as working components in management of dieback disease on passion fruit (*Passiflora* sp.) in Kenya. **Annual Research & Review in Biology**, v. 4, n. 9, p. 1397-1405, 2014.

WISSER, R. J.; KOLKMAN, J. M.; PATZOLDT, M. E.; HOLLAND, J. B.; YU, J.; KRAKOWSKY, M.; NELSON, R. J.; BALINT-KURTI, P. Multivariate analysis of maize disease resistances suggests a pleiotropic genetic basis and implicates a GST gene. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 18, p. 7339–7344, 2011.

**ELABORAÇÃO E VALIDAÇÃO DE ESCALAS DIAGRAMÁTICAS PARA A
QUANTIFICAÇÃO DA SEVERIDADE DA BACTERIOSE, SEPTORIOSE E
VERRUGOSE EM FRUTOS DO MARACUJAZEIRO AZEDO**

RESUMO

Escalas diagramáticas para a avaliação da severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*), septoriose (*Septoria passiflorae*) e verrugose (*Cladosporium* spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis*) foram desenvolvidas e validadas neste estudo. As escalas diagramáticas apresentaram oito níveis de severidade: bacteriose (1; 3; 5; 10; 21; 38; 65 e 80%), septoriose (0,3; 0,5; 1; 2; 4; 10; 18 e 30%) e verrugose (0,6; 1; 2; 4; 8; 16; 37 e 46%). A validação das escalas foi realizada por imagens de 50 frutos com diferentes severidades de cada doença. Os 20 avaliadores foram divididos em quatro grupos (G1 e G3, sem experiência; G2 e G4, com experiência), que inicialmente estimaram a severidade da doença sem auxílio da escala. Posteriormente, G1 e G2 fizeram outra avaliação sem escala, e G3 e G4 realizaram a avaliação com a escala proposta para cada doença. A acurácia e a precisão das estimativas de cada avaliador foram determinadas por regressão linear simples entre as severidades real e estimada. O coeficiente de correlação de concordância de Lin foi utilizado de forma auxiliar para avaliar a acurácia e precisão das estimativas. As escalas diagramáticas propostas permitiram quantificar as severidades da bacteriose, septoriose e verrugose em frutos do maracujazeiro azedo de forma acurada e precisa, mostrando-se eficientes em aumentar a concordância entre os valores estimados e os reais. Observaram-se reduções dos erros constantes e sistemáticos, indicando que as severidades estimadas se aproximaram dos valores reais. O aumento da precisão das estimativas visuais com a utilização das escalas foi verificado pelo incremento dos coeficientes de determinação, pela marcante redução dos erros absolutos e pelo aumento da reprodutibilidade das estimativas entre pares de avaliadores, sugerindo uma maior padronização nas estimativas dos avaliadores. Os avaliadores inexperientes foram mais beneficiados pelo uso das escalas nas avaliações de severidade da bacteriose e verrugose. O aumento da acurácia e precisão nos grupos que realizaram dupla avaliação sem escala, quando ocorreu, foi mais discreta que os incrementos observados nos grupos que utilizaram as escalas. A análise de concordância de Lin confirmou os incrementos da acurácia e precisão detectados pela análise de regressão linear. O uso das escalas desenvolvidas e validadas neste estudo proporcionará melhores avaliações da severidade das doenças.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* Sims, *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*, *Septoria passiflorae*, *Cladosporium* spp., fitopatometria

ABSTRACT

Diagrammatic scales for severity assessment of bacterial spot (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*), septoriosiis (*Septoria passiflorae*), and scab (*Cladosporium* spp.) in fruits of yellow passion fruit (*Passiflora edulis*) were developed and validated in this study. The diagrammatic scales presented eight disease severity levels: bacterial spot (1; 3; 5; 10; 21; 38; 65, and 80%), septoriosiis (0.3; 0.5; 1; 2; 4; 10; 18, and 30%) and scab (0.6; 1; 2; 4; 8; 16; 37, and 46%). The scales were validated by 50 fruit images with different severity levels of each disease. The 20 evaluators were divided into four groups (G1 and G3, inexperienced; G2 and G4, experienced) who initially estimated the disease severity without the aid of the scale. Subsequently, G1 and G2 performed the second evaluation without scale, and G3 and G4 completed the second evaluation with the proposed scale for each disease. The accuracy and precision of the assessments of each rater were determined by simple linear regression between actual and estimated severity. Lin's concordance correlation coefficient was used as an auxiliary tool to evaluate the accuracy and precision of the estimates. The proposed diagrammatic scales allowed accurate and precise quantification of bacterial spot, septoriosiis, and scab severities in fruits of yellow passion fruit, increasing the concordance between estimated and actual values. A reduction in the constant and systematic errors was observed, indicating that the estimated severities approximated the actual values. The increased precision of the visual estimates with the use of the scales was verified by the increase of the coefficient of determination, by the markedly reduction of the absolute errors, and by the increase of the reproducibility of the estimates between pairs of evaluators, suggesting a greater standardization in the estimates of the evaluators. Inexperienced evaluators benefited the most from the use of the scales for bacterial spot and scab severity evaluations. The increase in accuracy and precision, if present, in the non-aided groups, was less pronounced than those increments observed in the scale-aided groups. Lin's concordance correlation coefficient confirmed the increases in accuracy and precision detected by the linear regression analysis. The utilization of the diagrammatic scales developed and validated in this study will provide better quality evaluations of the severity of the diseases.

Keywords: *Passiflora edulis* Sims, *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*, *Septoria passiflorae*, *Cladosporium* spp., phytopathometry.

2.1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá. Em 2016, a produção foi de 703.489 t colhidas em 49.889 ha, com produtividade de 14,1 t ha⁻¹ (IBGE, 2016). O maracujazeiro azedo ou amarelo (*Passiflora edulis* Sims) se destaca como a espécie mais cultivada e comercializada devido à qualidade e produtividade dos frutos (FALEIRO et al., 2011). Porém, essa espécie é suscetível a várias doenças, como a bacteriose [*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* (Pereira) Gonçalves & Rosato], septoriose (*Septoria passiflorae* Sydow) e verrugose (*Cladosporium* spp.). Tais doenças encontram-se disseminadas em todas as regiões produtoras, depreciando a qualidade e o valor do fruto e o ciclo produtivo da cultura (FISCHER; REZENDE, 2008; FALEIRO et al., 2011).

A bacteriose ou mancha oleosa provoca perdas expressivas nos plantios de maracujazeiro, ocasionando seca e desintegração do limbo foliar, desfolha, redução da frutificação, redução do peso e do valor comercial do fruto, podendo resultar até na morte prematura da planta (DIAS, 2000; JUNQUEIRA et al., 2016). As lesões nos frutos são grandes, inicialmente oleosas e esverdeadas, e depois pardas. Possuem formato circular ou irregular, com margens bem delimitadas, podendo coalescer e causar lesões de grandes extensões (FISCHER; REZENDE, 2008; MALAVOLTA JR., 1998). Inicialmente, as lesões são superficiais. Todavia, posteriormente, o patógeno pode penetrar a polpa e promover a sua fermentação, resultando no apodrecimento do fruto (PERUCH et al., 2011).

A septoriose é presença constante nos plantios de maracujá no Brasil. Em ataques severos, promove intensa desfolha, reduzindo o potencial produtivo e retardando o completo desenvolvimento da planta (SUSSEL, 2010). Embora as folhas sejam os órgãos mais afetados pela doença, os frutos podem ser atingidos em qualquer estágio do seu desenvolvimento. Nos frutos, as lesões circulares apresentam bordas bem definidas e podem coalescer e atingir grandes extensões, afetando a sua maturação ou desenvolvimento. As lesões nas cascas depreciam a qualidade dos frutos para o mercado e podem ainda favorecer a sua infecção por outros patógenos. Além disso, em níveis de severidade mais elevados, a doença pode provocar a queda dos frutos ainda verdes no solo (DIAS, 2000; PINTO et al., 2006; BUENO et al., 2007).

A verrugose ou cladosporiose manifesta-se principalmente em tecidos em fase de crescimento, podendo causar perdas significativas se não for controlada (SUSSEL, 2015). Os sintomas nos frutos ocorrem como manchas circulares, escuras, ligeiramente profundas, com

3-5 mm. Essas manchas posteriormente tornam-se ásperas e salientes, assemelhando-se a verrugas nas cascas dos frutos (YAMASHIRO, 1991; PIO-RIBEIRO; MARIANO, 1997). As lesões são superficiais e não afetam a qualidade da polpa, mas podem causar queda dos frutos (JUNQUEIRA et al., 2016). Entretanto, devido ao aspecto deformado e atrofiado resultante do desenvolvimento das verrugas, a aceitação desses frutos no mercado é prejudicada (PIO-RIBEIRO; MARIANO, 1997; SANTOS FILHO; SANTOS, 2003).

A quantificação de doenças é fundamental para a identificação de fontes de resistência (GYAWALI et al., 2018) e para a avaliação de estratégias de controle (MARCUIZZO et al., 2016) e estudos epidemiológicos (DE BEM et al., 2016). A avaliação da bacteriose, septorrose e verrugose no maracujazeiro azedo tem sido realizada para a severidade por meio de escalas descritivas não validadas (BUENO et al., 2007; SANTOS et al., 2008; KUDO et al., 2012; BATISTTI et al., 2013; VIANA et al., 2014; CASTRO, 2015; NOGUEIRA, 2016). Tais escalas apresentam subjetividade e não permitem um ajuste da acuidade visual na avaliação dos níveis de severidade (CAMPBELL; MADDEN, 1990), prejudicando a quantificação precisa da área lesionada (SANTOS et al., 2017).

As escalas diagramáticas foram desenvolvidas para melhorar a acurácia e confiabilidade das avaliações das doenças e tem demonstrado melhorias significativas nas avaliações de severidade das doenças (CELOTO; PAPA, 2010; SACHS et al., 2011; LAZAROTO et al., 2012; PASSADOR et al., 2013; LAGE et al., 2015; DAMASCENO et al., 2014; DE PAULA et al., 2016; SANTOS et al., 2017). Escalas diagramáticas são ferramentas valiosas para a identificação de variações na resistência à doença entre genótipos. A acurácia e precisão das avaliações quantitativas fornecem menos erros experimentais e, conseqüentemente, maior confiabilidade acerca das estimativas de herdabilidade para a resistência à doença, aumentando os ganhos potenciais do melhoramento genético através da seleção (VIEIRA et al., 2014).

A acurácia é representada pela proximidade entre o valor estimado e o valor real, sendo medida pelos interceptos e coeficientes angulares das retas de regressão entre esses dois valores (NUTTER et al., 1991). A precisão refere-se à medida da confiabilidade e/ou repetibilidade das estimativas de severidade (NUTTER et al., 1991) e pode ser quantificada pelo coeficiente de determinação das regressões lineares estabelecidas entre as severidades real e estimada, pelos erros absolutos e pela reprodutibilidade das estimativas entre avaliadores (NUTTER; SCHULTZ, 1995). O valor estimado pelo avaliador deve ser o mais próximo possível do valor real, e essas estimativas devem ser consistentes umas com as outras

(VIEIRA et al., 2014). Ao se comparar valor estimado ao valor real, o conceito de concordância é determinado como o produto da precisão (variabilidade nas estimativas) e da acurácia (MADDEN et al., 2007).

Apesar da grande importância das doenças na cultura do maracujazeiro azedo, a única escala diagramática validada para a quantificação de doenças nesta cultura foi a desenvolvida por Fischer et al. (2009) para a avaliação da antracnose em frutos. Considerando-se a inexistência de métodos padronizados para quantificação da severidade das outras doenças nesta cultura, este trabalho teve como objetivo: (1) desenvolver e validar escalas diagramáticas para a avaliação da severidade da bacteriose, septoriose e verrugose em frutos do maracujazeiro azedo; (2) comparar a acurácia, precisão e concordância das estimativas de severidade destas das doenças sem e com o auxílio das escalas; (3) comparar a acurácia, precisão e concordância das estimativas dos avaliadores inexperientes e experientes.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Elaboração das escalas diagramáticas

Para a elaboração da escala diagramática, 50 frutos de maracujazeiro azedo (cultivares BRS Gigante Amarelo e Yellow Master FB200) com diferentes níveis de severidade de bacteriose, septoriose e verrugose foram colhidos no campo de produção da Fazenda Paraná, Núcleo Rural Pipiripau, Planaltina, DF (47°29'56,92'' S e 15°30'15,08'' W, 955 m). A face externa de cada fruto, levando em consideração o seu posicionamento na planta, foi fotografada com câmara digital (Canon Powershot SX40 HS, 12,1 megapixels; Canon Inc., Tóquio, Japão), montada a 45 cm de altura de cada fruto. As imagens digitalizadas foram transferidas para um computador e com auxílio do programa IMAGE J (SCHNEIDER et al., 2012), foram determinadas a área total e a área lesionada do fruto, obtendo-se a severidade da doença (% lesionada do fruto).

Os limites inferior e superior da escala diagramática foram definidos como a mínima e a máxima proporção, respectivamente, de área do fruto lesionada. Os níveis intermediários foram estabelecidos em função da forma e distribuição mais frequentes das lesões, respeitando as limitações da acuidade visual humana com base na “Lei do estímulo de Weber-Fechner” (NUTTER; SCHULTZ, 1995). Depois de estabelecidas as porcentagens de doença e seus correspondentes níveis a serem representados na escala, desenhos de um fruto de maracujá com área conhecida foram reproduzidos, e neles representados os sintomas de cada nível. Os padrões de distribuição da doença observados no campo foram mantidos.

2.2.2. Validação das escalas diagramáticas

O teste de acuidade visual e a validação da escala foram realizados com as imagens de 50 frutos com diferentes níveis de severidade de cada doença e com porcentagem de área do fruto lesionada previamente conhecida. Para cada doença, foram selecionados 20 avaliadores (10 com experiência prévia e 10 sem experiência prévia na quantificação de doenças), os quais foram divididos em quatro grupos de cinco avaliadores (G1 e G3, sem experiência prévia; G2 e G4, com experiência prévia). Inicialmente, cada grupo estimou a severidade da doença, em porcentagem, para cada uma das 50 imagens de frutos organizadas de forma aleatória quanto à severidade, sem auxílio da escala diagramática. Posteriormente, as mesmas

imagens foram apresentadas aos grupos G1 e G2, que fizeram outra avaliação sem escala, e aos grupos G3 e G4, que realizaram a avaliação com auxílio da escala diagramática proposta para cada doença.

A acurácia e a precisão dos avaliadores foram determinadas por regressão linear entre a severidade real, como variável independente e a severidade estimada pelo avaliador, como variável dependente (NUTTER; SCHULTZ, 1995). A acurácia das estimativas de cada avaliador foi determinada pelo teste *t* aplicado ao intercepto da regressão linear (*a*) para verificar se este foi significativamente diferente de 0, e ao coeficiente angular da reta (*b*) para testar se foi significativamente diferente de 1 ($P \leq 0,05$). Valores de intercepto significativamente diferentes de 0 indicam a presença de erros constantes, enquanto valores de coeficiente angular da reta que diferem de 1 indicam erros sistemáticos (NUTTER; SCHULTZ, 1995). Deste modo, foram considerados avaliadores com maior acurácia aqueles cujas estimativas proporcionaram equações de regressão linear com valores de “*a*” e “*b*” não diferindo significativamente de 0 e 1 pelo teste *t*.

A precisão das estimativas foi obtida pelo coeficiente de determinação da regressão (R^2) e pela variância dos erros absolutos (diferença entre severidade estimada e real) (KRANZ, 1988; CAMPBELL; MADDEN, 1990). Os erros absolutos foram comparados pelo teste *t* de Student ($P \leq 0,05$). Foram considerados avaliadores com maior precisão aqueles que tiveram ajuste do modelo linear com maiores valores de R^2 . Para fins de avaliação dos resíduos, foram adotados os critérios utilizados nos programas de computador para treinamento de avaliadores de severidade de doenças [Distrain (TOMERLIN; HOWELL, 1988) e Disease.Pro (NUTTER; WORAWITLIKIT, 1989)], os quais classificam como excelente o avaliador cujos erros sejam inferiores a 5%, e como bom aquele com erros inferiores a 10%. Além disso, registrou-se o erro máximo médio de cada grupo indicando, em valor absoluto, a diferença da sua estimativa mais distante do valor real da severidade. A reprodutibilidade das estimativas ou confiança entre avaliadores foi determinada pelos valores de R^2 (NUTTER; SCHULTZ, 1995) obtidos de regressões lineares entre as severidades estimadas da mesma unidade amostral por diferentes avaliadores, combinados em pares.

Além da regressão linear entre severidade real e severidade estimada, a acurácia e a precisão também foram determinadas por meio da análise de correlação de concordância de Lin (ρ_c), que combina as medidas de acurácia e precisão para avaliar o grau em que os pares das observações se deslocam em relação à linha concordante de 45° (com intercepto = 0 e inclinação = 1), ou reta 1:1. O coeficiente de correlação de concordância de Lin é expresso

por $\rho_c = C_b \cdot r$, em que C_b é um fator de correção do desvio que mede a distância entre a linha ajustada da regressão e a linha concordante de 45° e, portanto, é uma medida de acurácia; e r , é o coeficiente de correlação entre a severidade estimada (Y) e a severidade real (X), sendo uma medida de precisão. C_b é derivado de: $C_b = [(v + 1 / v + u^2) / 2]^{-1}$, em que $v = \sigma_y / \sigma_x$, sendo σ_y e σ_x os desvios padrão de Y e X , respectivamente; e $u = (\mu_y - \mu_x) / (\sigma_y \cdot \sigma_x)^{-1/2}$, em que μ_y e μ_x os valores médios de Y e X , respectivamente. O componente v mede a diferença entre os valores reais e estimados, sendo definido pela diferença na inclinação das duas linhas (linha ajustada da regressão com a linha concordante). Inclinações iguais para as duas linhas implicam em um valor de v igual a 1. O termo u reflete a mudança de localização da linha ajustada da regressão em relação à linha concordante, que é caracterizado pela diferença de altura entre essas duas linhas. Alturas iguais implicam em um valor de u igual a 0. Portanto, uma avaliação perfeita ocorre quando todos os pontos se encontram na linha de concordância, ou seja, $r = 1$, $C_b = 1$ [$v = 1$, $u = 0$], e, conseqüentemente, $\rho_c = 1$ (LIN, 1989; MADDEN et al., 2007; BOCK et al., 2010).

As regressões lineares, as análises dos erros absolutos e a significância dos parâmetros das equações foram realizadas no software Genes versão 1990.2017.37 (CRUZ, 2013). O coeficiente de concordância de Lin foi calculado pelo software MedCalc versão 17.9.7.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1. Escala diagramática para quantificação da severidade da bacteriose em frutos

As severidades de bacteriose, obtidas em frutos de maracujazeiro naturalmente infectados no campo, foram compreendidas entre 1% e 79,5%. A severidade média foi igual a 23,4%, sendo que 52% dos frutos apresentaram severidade menor que 20% e 32% mostraram severidade menor que 10%. As lesões observadas exibiram padrões sintomáticos típicos da doença, com formato circular ou irregular, coloração parda e, em muitos casos, cobrindo grandes áreas dos frutos (FISCHER; REZENDE, 2008). A partir destas amplitudes de severidade da doença foi proposta uma escala diagramática dividida em oito níveis de severidade: 1; 3; 5; 10; 21; 38; 65 e 80% (Figura 2.1). Os altos níveis de severidade encontrados neste estudo são comumente observados em pomares de maracujazeiro azedo devido ao difícil controle desta doença e à suscetibilidade apresentada pelas cultivares comerciais a esta doença (ISHIDA; HALFELD-VIEIRA, 2009). Para melhor representar os valores de severidade identificados para a bacteriose, escalas diagramáticas compostas por um número maior de diagramas são frequentes para patossistemas que envolvem a espécie *Xanthomonas* (DIAZ et al., 2001; BELASQUE et al., 2005; NASCIMENTO et al., 2005; LIMA et al., 2013; DUAN et al., 2015), conforme estabelecido neste estudo.

A análise da acurácia foi realizada para verificar a proximidade entre os valores da severidade estimada e da severidade real (NUTTER; SCHULTZ, 1995). As figuras 2.2 a 2.5 mostram as regressões lineares obtidas entre as severidades real e estimada para todos os avaliadores, nas avaliações 1 e 2. Observou-se redução da acurácia das estimativas na segunda avaliação de G1, havendo aumento do número de estimativas com erros constantes, ou seja, com intercepto diferente de 0 ($P \leq 0,05$). Em contrapartida, a segunda avaliação sem escala proporcionou melhoria da acurácia dos avaliadores que apresentaram erros constantes na primeira avaliação em G2. Já nos grupos auxiliados pela escala diagramática, 60% dos avaliadores em G3 e 40% em G4 apresentaram valores de intercepto iguais a 0 ($P \leq 0,05$) (Tabela 2.1). Tais resultados indicam uma redução dos erros constantes para todos os níveis de severidade da doença verificados na avaliação 1, sem a utilização da escala.

Em relação ao coeficiente angular da reta, 75% dos avaliadores apresentaram melhoria nos níveis de acurácia em G1 na segunda avaliação, com coeficiente significativamente igual a 1 ($P \leq 0,05$). Já em G2, o número de avaliadores que tiveram a sua acurácia incrementada

foi igual àqueles que tiveram a sua acurácia reduzida. Dentre os grupos que utilizaram a escala, G3 apresentou a maior porcentagem de avaliadores com melhoria nos níveis de acurácia devido à redução significativa dos erros sistemáticos das estimativas (100% em G3 versus 50% em G4). Neste sentido, a utilização da escala diagramática demonstra favorecer os avaliadores inexperientes em maior magnitude em relação aos demais grupos, visto que 60% dos avaliadores em G3 não apresentaram erros constantes e sistemáticos (Tabela 2.1).

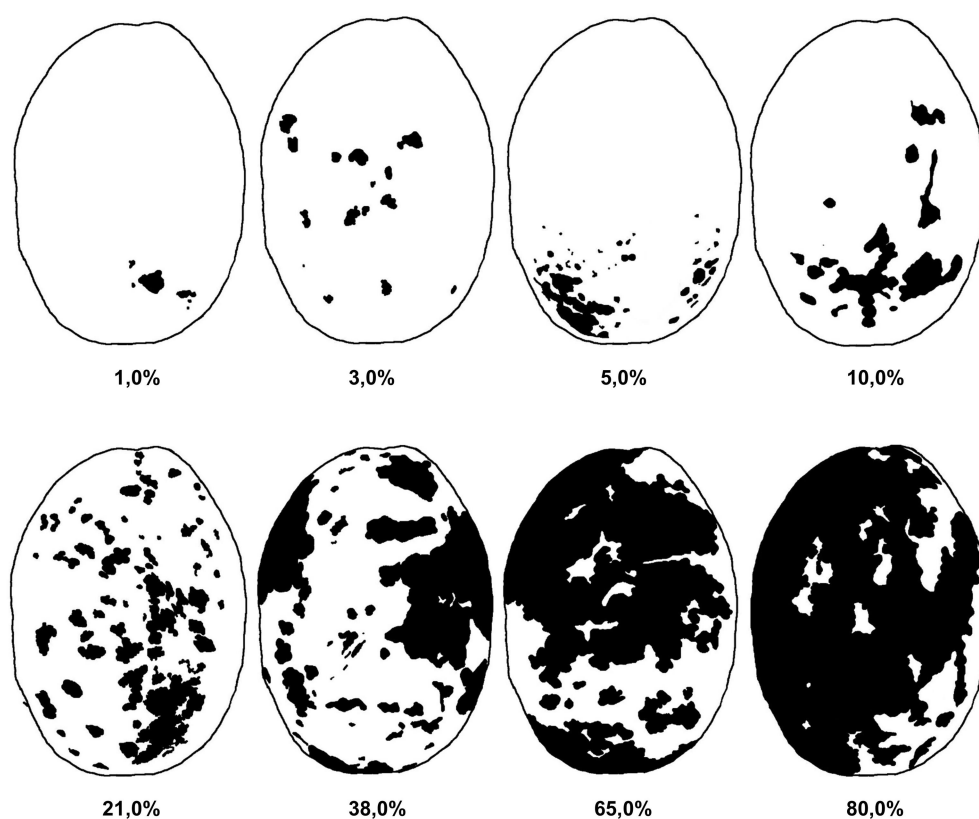


Figura 2.1. Escala diagramática para avaliação de severidade (%) da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Os valores médios de R^2 foram altos em todos os grupos e avaliações. Uma das razões para o bom desempenho dos avaliadores pode estar relacionada ao padrão de distribuição e tamanho das lesões da bacteriose. De acordo com Bock et al. (2010) e GONZÁLEZ-DOMINGUEZ et al. (2014), a acurácia e precisão das estimativas é diretamente influenciada pelo número de lesões em relação à área foliar. Quanto maior o número de lesões para uma determinada área, maior será a superestimativa. Além disso, há uma tendência geral de se superestimar severidades de doença abaixo de 10%. Desta forma, doenças que apresentam lesões maiores e em menor número, como a bacteriose, tendem a ser estimadas com menores

erros que aquelas doenças que apresentam várias lesões de menor tamanho, uniformemente ou aleatoriamente distribuídas (FORBES; JEGER, 1987; KRANZ, 1988; HAU et al., 1989).

Na segunda avaliação, o valor médio de R^2 não aumentou em G1 e reduziu em G2. Por outro lado, o uso da escala proporcionou aumento da precisão nos grupos G3 e G4. Esse aumento foi maior no grupo de avaliadores inexperientes (G3), no qual observou-se um incremento de 0,85 (sem escala) para 0,93 (com escala) no R^2 . No grupo experiente (G4), houve aumento da precisão de 0,91 para 0,94 (Tabela 2.1). Tais resultados indicam que, com a escala, as estimativas foram relacionadas ao valor real em ambos os grupos. Também mostram que houve um maior ganho em precisão por parte dos avaliadores inexperientes em comparação aos experientes. Diferentes estudos já compararam o desempenho entre avaliadores e apontaram para a existência de diversidade na habilidade individual de avaliar a severidade de determinada doença. Mais frequentemente, os estudos relatam que o uso da escala pode ser mais vantajoso para avaliadores inexperientes em relação aos experientes (FISCHER et al., 2009; YADAV et al., 2013; GONZÁLEZ-DOMÍNGUEZ et al., 2014; VENTURINI et al., 2015; NUÑEZ et al., 2017). O uso de escalas para avaliação de doenças torna a avaliação mais precisa e acurada uma vez que orienta os avaliadores na tomada de dados. A escala não substitui a experiência e o conhecimento de sintomas característicos de um determinado patógeno ou estresse fisiológico. Entretanto, ela pode melhorar a eficiência do avaliador inexperiente, bem como de avaliadores experientes, pois fornece um ponto de referência para comparação (VENTURINI et al., 2015).

Além do coeficiente de determinação, a boa precisão dos avaliadores pode ser observada com a determinação do erro absoluto ou do resíduo (diferença entre a severidade estimada e a real). Independentemente da experiência do avaliador, houve aumento da precisão com o uso da escala, o que foi confirmado pela menor dispersão dos dados na regressão (Figuras 2.2 a 2.5) e redução dos erros absolutos ($P \leq 0,05$) (Tabela 2.2, Figura 2.6), verificando-se diferenças entre as avaliações realizadas sem e com auxílio da escala de um mesmo grupo ($P \leq 0,05$) (Tabela 2.2).

Os avaliadores apresentaram maiores erros na segunda avaliação em G1 e G2, havendo um incremento nas estimativas com erros superiores a 10% (-10 a +10) (Tabela 2.3, Figura 2.6). Com a utilização da escala diagramática, houve um decréscimo de 58,4% (G3) e 44,8% (G4) na porcentagem de estimativas com erros superiores a 10% em relação à avaliação sem escala. Com isso, 89,6% (G3) e 93,6% (G4) das estimativas concentraram-se dentro da faixa de variação de 10%, considerada como satisfatória em estudos de validação de escalas

diagramáticas (TOMERLIN; HOWELL, 1988; NUTTER; WORAWITLIKIT, 1989). Com o uso da escala diagramática, a porcentagem de estimativas dentro da faixa de variação de 5% (-5 a +5) foi maior em G3 e G4, o que indica que as estimativas dos avaliadores foram mais próximas ao valor real da severidade com a escala. Embora tal comportamento também tenha sido observado em G1, este incremento (1,3%) foi muito mais discreto do que aqueles observados para os grupos que utilizaram a escala diagramática (14,8% e 16,9% para G3 e G4, respectivamente) (Tabela 2.3).

O erro máximo da severidade real, em valor absoluto, diminuiu em 20,3% na segunda avaliação em G1 enquanto que, em G2, ocorreu aumento. Por sua vez, o erro máximo apresentou uma redução com o uso da escala, correspondendo a um valor 32,5% menor para os avaliadores inexperientes e 24,2% menor para os avaliadores experientes, em relação à avaliação sem escala (Tabela 2.3). A redução nos erros absolutos em G3 e G4 demonstra que a precisão das estimativas visuais aumentou com o uso da escala. Tal incremento indica uma aproximação entre as estimativas dos avaliadores menos acurados e aqueles mais acurados e está em conformidade com resultados já reportados (DE PAULA et al., 2016; CORREIA et al., 2017; NUÑEZ et al., 2017; SANTOS et al., 2017), considerando que a escala proposta visa padronizar a quantificação da doença.

A precisão das avaliações também foi avaliada por meio da reprodutibilidade das estimativas entre avaliadores, que acessaram a mesma amostra de imagens, sem e com auxílio da escala. De acordo com Belasque et al. (2005) e Leite et al. (2002), quando o valor de R^2 na comparação de dois avaliadores aproxima-se de 1,00, as estimativas dos avaliadores se repetem. Na primeira avaliação, os valores de R^2 das regressões das estimativas entre os pares de avaliadores em G3 e G4 variaram de 0,72 a 0,87 (média 0,80) e de 0,80 a 0,91 (0,85), respectivamente. Na segunda avaliação, os valores de R^2 variaram de 0,85 a 0,93 (0,89) em G3 e de 0,85 a 0,96 (0,91) em G4. O uso da escala proporcionou maiores valores de R^2 para 100% das combinações em G3 e 90% das combinações em G4, evidenciando o aumento da precisão das estimativas com a sua utilização (Tabela 2.4).

Os coeficientes R^2 e r informam sobre a precisão de uma estimativa. Contudo, não informam sobre a acurácia de um modelo (PEREIRA et al., 2008). O coeficiente de correlação de concordância de Lin (ρ_c), por outro lado, é o produto de elementos de precisão (r) e de acurácia (C_b), refletindo o grau de concordância entre os valores estimados e os reais (LIN, 1989). A análise de concordância de Lin confirmou os incrementos da acurácia e precisão dos avaliadores descritos previamente para as avaliações com o uso da escala. Na

primeira avaliação, G1 e G2 apresentaram maiores valores de ρ_c , indicando que as avaliações apresentaram valores mais próximos dos reais em relação aos grupos G3 e G4. Todavia, com a escala, houve aumento da concordância entre os valores de severidade real e estimada, como confirmado pela aproximação entre a linha ajustada da regressão (entre as severidades real e estimada) e a linha 1:1 (severidade real igual à estimada) (Figuras 2.4 e 2.5). Os valores de ρ_c variaram de 0,93 a 0,97 em G3 (média 0,94) e de 0,93 a 0,98 em G4 (0,95), representando um aumento de 10,6% (G3) e de 5,6% (G4) em comparação às avaliações sem escala destes grupos (Tabela 2.5). Não foi observado aumento na concordância nos grupos que fizeram dupla avaliação sem escala (Tabela 2.5, Figuras 2.2 e 2.3). Os valores de r e de C_b também apresentaram incrementos, os quais não foram observados em G1 e G2 (Tabela 2.5). Os dados de acurácia e precisão deste estudo demonstraram que os avaliadores menos experientes tenderam a beneficiar-se mais com a escala. Neste sentido, alguns avaliadores caracterizados pela boa acurácia e/ou precisão não responderam tão bem ao uso da escala como os avaliadores que inicialmente apresentaram estimativas pouco acuradas e precisas. De fato, os avaliadores 14, 19 e 20 demonstraram leve aumento nos erros (Tabela 2.2) e/ou nenhum incremento ou leve perda de acurácia, precisão e concordância (Tabela 2.5). Esses resultados indicam que a escala diagramática ajudou a padronizar as avaliações dos diversos avaliadores, conforme também reportado por Yadav et al. (2013).

O uso de escalas diagramáticas contribui para o aumento da acurácia e precisão em estimativas de severidade de doenças causadas por *Xanthomonas* em outras plantas, como laranja (BELASQUE et al, 2005; BRAIDO et al., 2014, 2015), pessegueiro (CITADIN et al., 2008), feijoeiro (DIAZ et al., 2001; LIMA et al., 2013), videira (NASCIMENTO et al., 2005) e tomateiro (DUAN et al., 2015). No entanto, este é o primeiro registro de escala diagramática para estimar a severidade da bacteriose em frutos do maracujazeiro azedo. A escala proposta aumentou a habilidade dos avaliadores em acessar a severidade da doença de forma acurada e precisa, mostrando-se eficiente em aumentar a concordância entre os valores estimados e os valores reais e a reprodutibilidade das estimativas entre avaliadores. Desta forma, poderá ser utilizada em estudos epidemiológicos, na avaliação de estratégias de controle desta doença e para estudos de resistência à bacteriose em programas de melhoramento genético de plantas, auxiliando na redução do tempo de treinamento dos avaliadores, de modo que estimativas acuradas e precisas sejam alcançadas mais rapidamente.

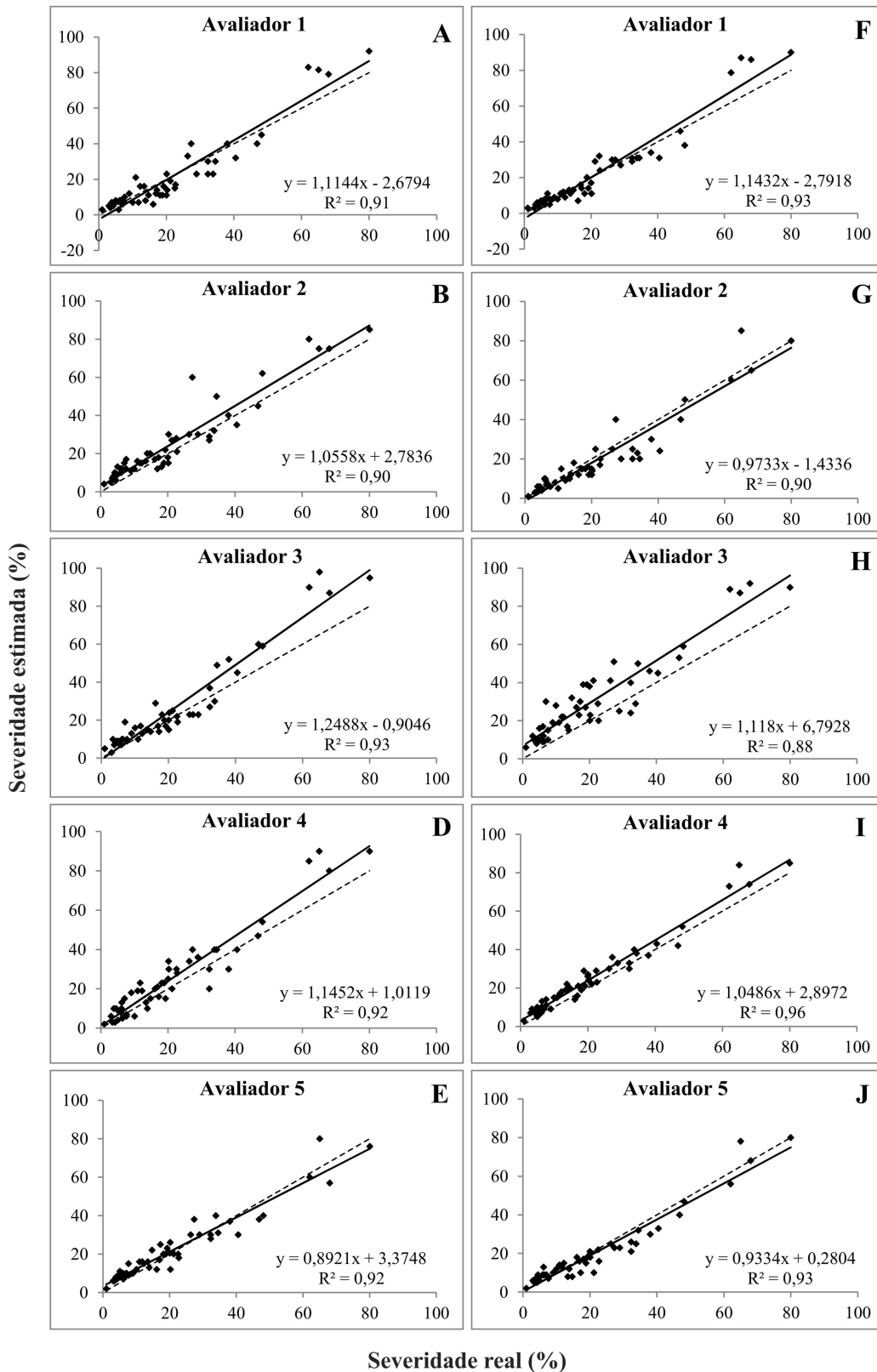


Figura 2.2. Severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem uso de escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

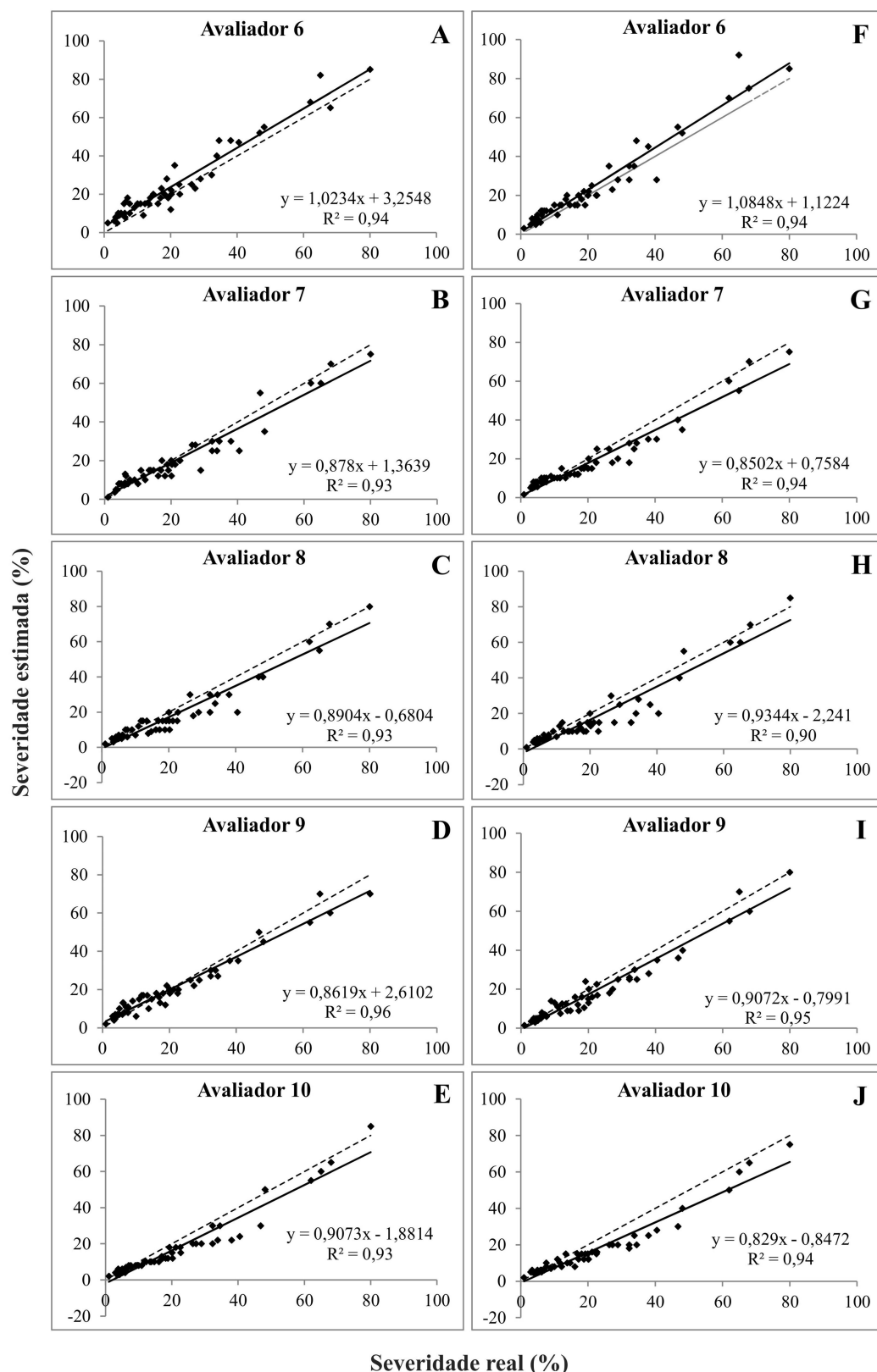


Figura 2.3. Severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

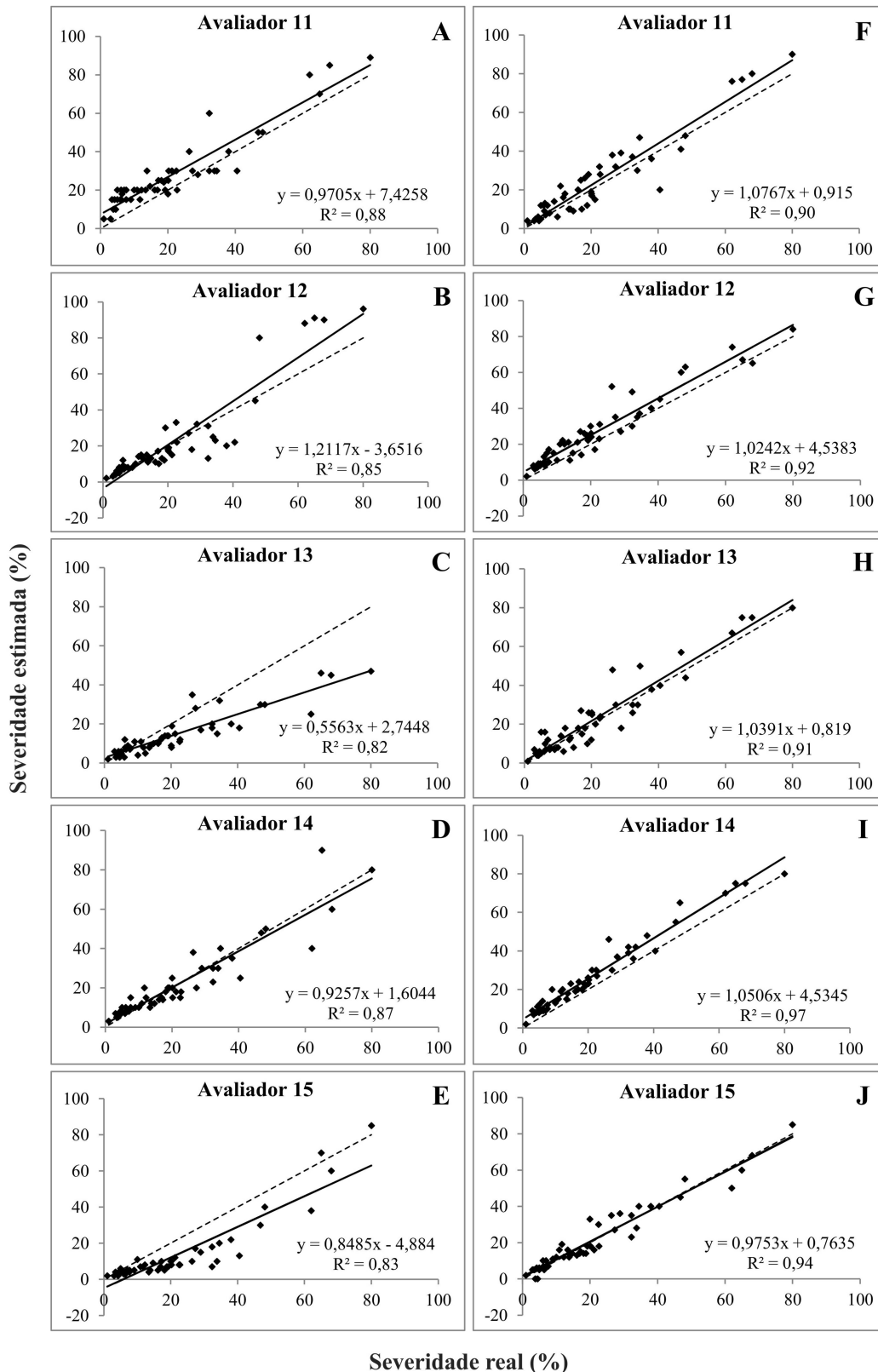


Figura 2.4. Severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação 1ª (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

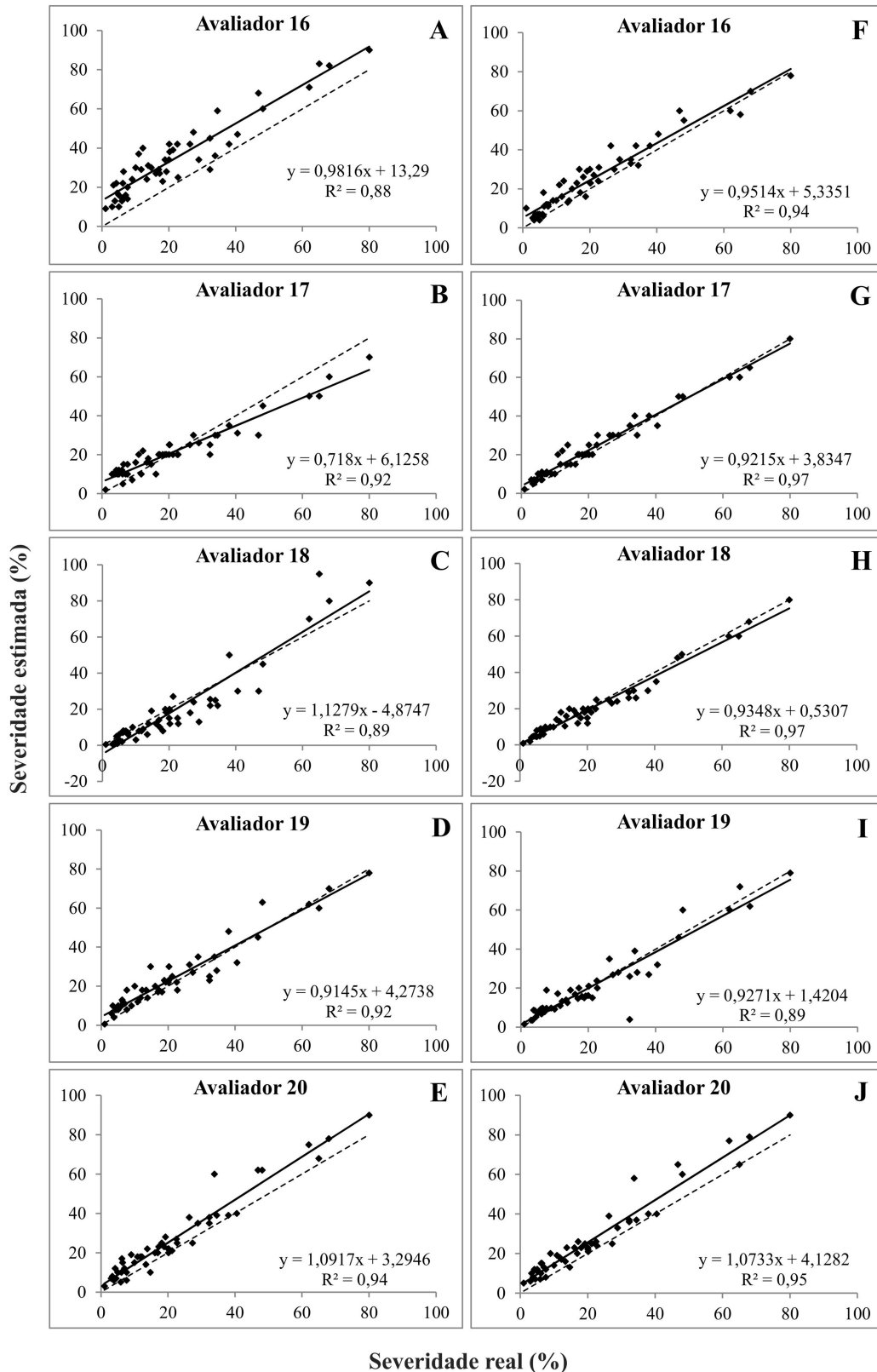


Figura 2.5. Severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

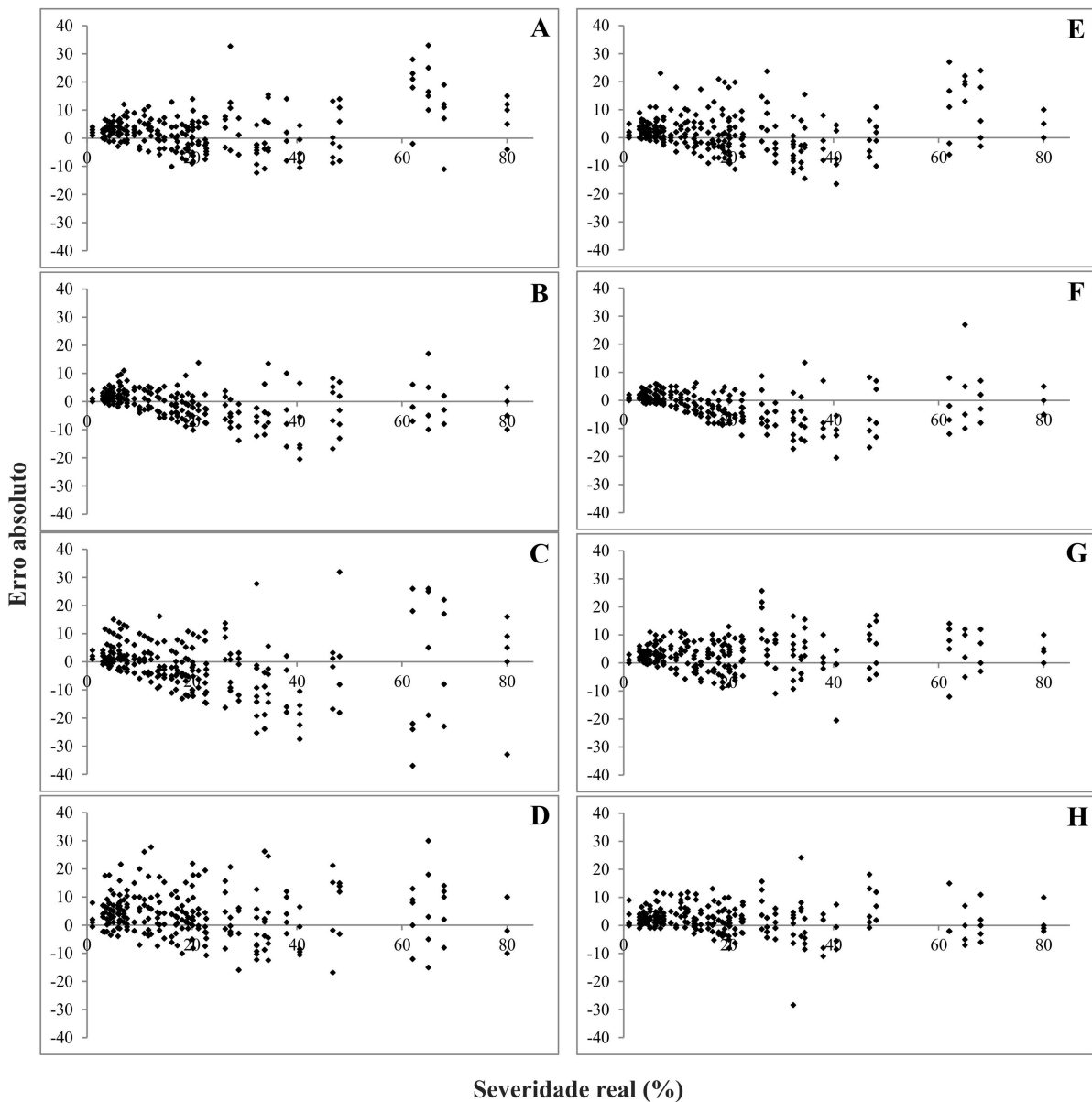


Figura 2.6. Distribuição dos erros absolutos (severidade estimada - severidade real) das estimativas de severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) na 1ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (A), 2 (B), 3 (C) e 4 (D); e na 2ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (E) e 2 (F), e com auxílio da escala, nos grupos 3 (G) e 4 (H). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Tabela 2.1. Intercepto (*a*), coeficiente angular da reta (*b*) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear calculadas entre severidade real e severidade estimada da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1			A2		
Inexperientes		Sem escala			Sem escala		
		<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2
G1	1	-2,68	1,11*	0,91	-2,79*	1,14*	0,93
	2	2,78	1,06	0,90	-1,43	0,97	0,90
	3	-0,90	1,25*	0,93	6,79*	1,12	0,88
	4	1,01	1,15*	0,92	2,90*	1,05	0,96
	5	3,37*	0,89*	0,92	0,28	0,93	0,93
	Média	0,72	1,09	0,92	1,15	1,04	0,92
Experientes		Sem escala			Sem escala		
		<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2
G2	6	3,25*	1,02	0,94	1,12	1,08*	0,94
	7	1,36	0,88*	0,93	0,76	0,85*	0,94
	8	-0,68	0,89*	0,93	-2,24	0,93	0,90
	9	2,61*	0,86*	0,96	-0,80	0,91*	0,95
	10	-1,88	0,91*	0,93	-0,85	0,83*	0,94
	Média	0,93	0,91	0,94	-0,40	0,92	0,93
Inexperientes		Sem escala			Com escala		
		<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2
G3	11	7,43*	0,97	0,88	0,92	1,08	0,91
	12	-3,65	1,21*	0,85	4,54*	1,02	0,92
	13	2,74*	0,56*	0,82	0,82	1,04	0,91
	14	1,60	0,93	0,87	4,53*	1,05	0,97
	15	-4,88*	0,85*	0,83	1,35	0,96	0,94
	Média	0,65	0,90	0,85	2,43	1,03	0,93
Experientes		Sem escala			Com escala		
		<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2
G4	16	13,29*	0,98	0,88	5,34*	0,95	0,94
	17	6,13*	0,72*	0,92	3,83*	0,92*	0,97
	18	-4,87*	1,13*	0,89	0,53	0,93*	0,97
	19	4,27*	0,91*	0,92	1,42	0,93	0,89
	20	3,29*	1,09*	0,94	4,13*	1,07	0,95
	Média	4,42	0,97	0,91	3,05	0,96	0,94

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2

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

Tabela 2.2. Erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) das estimativas de severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1	A2
G1	Inexperientes	Sem escala	Sem escala
	1	5,4 a	4,2 a
	2	5,6 a	4,4 a
	3	6,0 a	10,1 b
	4	5,9 a	4,4 a
	5	4,2 a	3,6 a
	Média	5,4 a	5,4 a
G2	Experientes	Sem escala	Sem escala
	6	5,0 a	4,4 a
	7	3,8 a	4,1 a
	8	4,3 a	4,9 a
	9	3,5 a	3,8 a
	10	4,5 a	5,1 a
	Média	4,2 a	4,5 a
G3	Inexperientes	Sem escala	Com escala
	11	7,9 b	5,6 a
	12	6,1 a	5,8 a
	13	7,9 b	4,4 a
	14	4,3 a	5,6 a
	15	8,7 b	3,4 a
	Média	7,0 b	5,0 a
G4	Experientes	Sem escala	Com escala
	16	13,0 b	5,0 a
	17	5,2 b	3,1 a
	18	5,8 b	2,6 a
	19	4,4 a	3,8 a
	20	5,7 a	5,9 a
	Média	6,8 b	4,1 a

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2.

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste *t* de Student ($P \leq 0,05$).

Tabela 2.3. Erro máximo, em valor absoluto, valores na faixa de variação de 10% (valores = $x \pm 10$) e valores na faixa de variação de 5% (valores = $x \pm 5$) das estimativas em relação ao valor de severidade real da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliação	Parâmetros	Grupos			
		1	2	3	4
1	EMVA	25,3	16,0	29,8	23,2
	% valores = $x \pm 5$	61,2	70,4	54,0	61,6
	% valores = $x \pm 10$	86,8	94,0	74,8	88,4
2	EMVA	20,2	17,9	20,1	17,6
	% valores = $x \pm 5$	62,0	68,4	62,0	72,0
	% valores = $x \pm 10$	86,0	91,6	89,6	93,6

Tabela 2.4. Coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear relacionadas às estimativas visuais da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims), entre pares de avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática. Brasília, DF, Brasil, 2018.

	Sem escala					Com escala				
	Avaliadores	12	13	14	15	Avaliadores	12	13	14	15
G3	11	0,85	0,76	0,74	0,81	11	0,86	0,89	0,89	0,87
	12		0,72	0,81	0,87	12		0,89	0,93	0,90
	13			0,86	0,75	13			0,90	0,85
	14				0,87	14				0,93
G4	Sem escala					Com escala				
	Avaliadores	17	18	19	20	Avaliadores	17	18	19	20
	16	0,86	0,80	0,83	0,83	16	0,93	0,92	0,85	0,92
	17		0,86	0,91	0,87	17		0,96	0,88	0,95
	18			0,86	0,81	18			0,90	0,94
19				0,88	19				0,88	

Tabela 2.5. Valores de correlação entre severidades estimada e real (r), fator de correção do desvio (C_b) e coeficiente de correlação concordante de Lin (ρ_c) para a bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1			A2		
Inexperientes		Sem escala			Sem escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G1	1	0,95	0,99	0,94	0,96	0,99	0,95
	2	0,95	0,97	0,92	0,95	0,99	0,94
	3	0,96	0,95	0,91	0,94	0,89	0,83
	4	0,96	0,96	0,93	0,98	0,98	0,96
	5	0,96	1,00	0,96	0,97	1,00	0,96
	Média	0,96	0,97	0,93	0,96	0,97	0,93
Experientes		Sem escala			Sem escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G2	6	0,97	0,98	0,95	0,97	0,98	0,95
	7	0,96	0,99	0,96	0,97	0,98	0,95
	8	0,96	0,98	0,95	0,95	0,98	0,93
	9	0,98	0,99	0,97	0,98	0,99	0,96
	10	0,97	0,97	0,94	0,97	0,95	0,93
	Média	0,97	0,98	0,95	0,97	0,98	0,94
Inexperientes		Sem escala			Com escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G3	11	0,94	0,94	0,88	0,95	0,98	0,94
	12	0,92	0,96	0,89	0,96	0,96	0,93
	13	0,91	0,81	0,74	0,95	0,99	0,95
	14	0,93	1,00	0,93	0,98	0,96	0,94
	15	0,91	0,90	0,82	0,97	1,00	0,97
	Média	0,92	0,92	0,85	0,96	0,98	0,94
Experientes		Sem escala			Com escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G4	16	0,94	0,81	0,76	0,97	0,97	0,94
	17	0,96	0,96	0,92	0,99	0,99	0,98
	18	0,94	0,98	0,92	0,98	1,00	0,98
	19	0,96	0,99	0,95	0,95	1,00	0,94
	20	0,97	0,96	0,93	0,97	0,95	0,93
	Média	0,95	0,94	0,90	0,97	0,98	0,95

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2.

2.3.2. Escala diagramática para a quantificação da severidade da septoriose em frutos

A escala diagramática para quantificar a septoriose em frutos do maracujazeiro azedo foi elaborada com oito níveis de severidade (0,3; 0,5; 1; 2; 4; 10; 18 e 30% de área lesionada) (Figura 2.7). A severidade média observada foi de 5,7% e 82% dos frutos apresentaram severidade menor que 10%. A septoriose ocorre em grande parte dos cultivos de maracujá no Brasil, além dos viveiros, mas apenas esporadicamente causa danos significativos (DIAS, 2000), já que o controle químico, até o momento, tem sido eficiente. Provavelmente, por este motivo, valores de severidade da doença superiores a 30% não foram observados na área de cultivo onde os frutos deste estudo foram coletados.

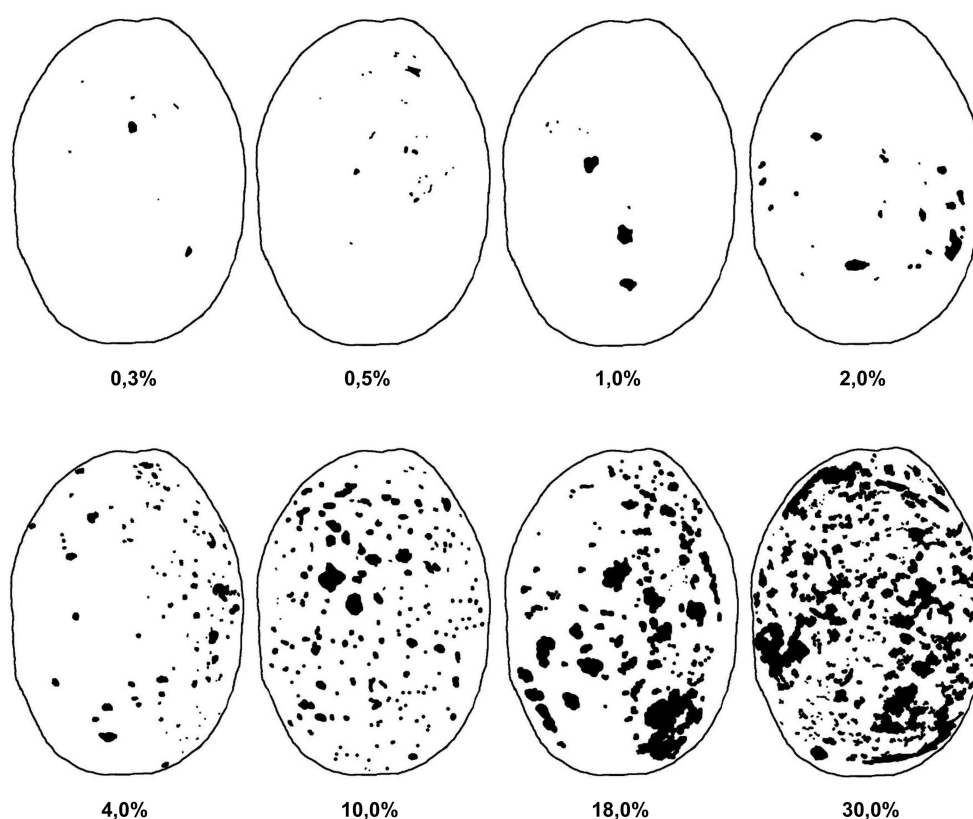


Figura 2.7. Escala diagramática para avaliação de severidade (%) da septoriose (*Septoria passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

A estimativa da severidade da septoriose foi pouco acurada na primeira avaliação, sem escala diagramática. Os avaliadores apresentaram erros constantes e/ou sistemáticos e superestimaram as severidades (Tabela 2.6, Figuras 2.8 a 2.11). Existe uma tendência de superestimar doenças em função da impressão causada pelo tamanho e pelo número das

lesões. Como consequência, maiores valores de severidades são atribuídos às lesões menores em comparação aos valores atribuídos às lesões maiores, que estão em menor número (VALE et al., 2004). Estudos verificaram esta tendência durante a validação de escalas diagramáticas (LENZ et al., 2010; CAPUCHO et al., 2011; CORREIA et al., 2011; RIOS et al., 2013; NICOLI et al., 2015) enquanto outros reportaram a tendência de subestimar a severidade da doença (NASCIMENTO et al., 2005; LIBRELON et al., 2015; SANTOS et al., 2017).

Entretanto, o padrão tendencioso de superestimação da severidade pode ser reduzido com o uso de escalas diagramáticas, conforme foi verificado neste estudo e em vários outros trabalhos de validação de escalas (PEDROSO et al., 2011; VIEIRA et al., 2014; VALERIANO et al., 2015; ORTEGA-ACOSTA et al., 2016; NUÑEZ et al., 2017). Embora a tendência de superestimação tenha persistido em todos os grupos na segunda avaliação, tal tendência foi reduzida naqueles grupos que utilizaram a escala proposta (Tabela 2.6, Figuras 2.8 a 2.11). Com a escala, 80% dos avaliadores em G3 apresentaram valores de intercepto iguais a 0 ($P \leq 0,05$), indicando ausência de erros constantes, e 20% apresentaram ausência de erros sistemáticos, com valores de coeficiente angular iguais a 1 ($P \leq 0,05$). Já em G4, 20% dos avaliadores apresentaram valores de intercepto iguais a 0 ($P \leq 0,05$), enquanto 80% apresentaram valores de coeficiente angular iguais a 1 ($P \leq 0,05$) (Tabela 2.6).

Portanto, quando a avaliação foi realizada com uso da escala diagramática, houve uma melhoria da acurácia dos avaliadores, uma vez que as médias de severidade estimada se aproximaram dos valores reais obtidos pela análise computadorizada. Com isso, foi detectada uma maior aproximação entre a linha ajustada da regressão (reta gerada entre as severidades real e estimada) e a linha 1:1 (severidade real igual à estimada) (Figuras 2.10 e 2.11). Apesar de G1 e G2 terem apresentado uma redução expressiva nos erros sistemáticos na segunda avaliação, de um modo geral, G3 e G4 apresentaram valores de intercepto e coeficiente angular mais próximos de 0 e 1, respectivamente (Tabela 2.6, Figuras 2.8 a 2.11).

Sem a utilização da escala, os avaliadores em G3 obtiveram valores de R^2 de 0,71 a 0,89 (média 0,82) enquanto valores entre 0,67 e 0,96 (0,81) foram observados em G4. Com a escala, os valores de R^2 variaram de 0,82 a 0,96 (0,89) para os avaliadores inexperientes, e de 0,80 a 0,96 (0,88) para os avaliadores experientes. Este resultado demonstra um aumento na precisão em G3 (8,5%) e G4 (8,6%) superior àquele observado em G2 (3,6%) (Tabela 2.6).

A redução da distribuição dos resíduos, ou erros absolutos, foi verificada em todos os grupos, identificando-se diferenças entre as avaliações realizadas ($P \leq 0,05$). Com a utilização da escala, no entanto, as reduções nos erros absolutos foram mais expressivas do que aquelas

verificadas para os grupos cuja segunda avaliação foi feita sem escala (Tabela 2.7, Figura 2.12). Enquanto G1 e G2 apresentaram reduções de 34,9% e 29,5%, respectivamente, G3 e G4 mostraram reduções superiores a 74% no erro absoluto médio (Tabela 2.7).

O erro máximo da severidade real, em valor absoluto, diminuiu em 36,9% (G1) e 27,8% (G2) na segunda avaliação. Por sua vez, nos grupos que utilizaram a escala, os erros máximos médios foram 59,7% menor em G3 e 62,2% menor em G4 (Tabela 2.8). Desta forma, a distribuição dos resíduos das avaliações sem o auxílio da escala em G3 variou de -5,8 a +52,6 (Figura 2.12C), e em G4 variou de -13,0 a +52,6 (Figura 2.12D). Com a escala, os erros absolutos variaram de -11,6 a +20,0 para os avaliadores inexperientes (Figura 2.12G), e de -5,0 a +19,1, para os avaliadores experientes (Figura 2.12H).

Ademais, com o emprego da escala, 96% e 98,4% das estimativas apresentaram erros absolutos inferiores a 10% (-10 a +10) em G3 e G4, respectivamente. Estes valores refletem um incremento de 52,9% (G3) e 47,3% (G4) no número de estimativas com erros dentro da faixa de variação de 10% quando comparado à primeira avaliação. Além disso, o uso da escala resultou em reduções superiores a 89% no número de estimativas fora desta faixa de variação. Mais de 86% das estimativas em G3 e G4 apresentaram erros dentro da faixa de variação de 5% (-5 a +5), indicando que as estimativas dos avaliadores foram mais próximas ao valor real da severidade quando eles tiveram o auxílio da escala (Tabela 2.8).

Os incrementos e reduções nos valores das estimativas sem auxílio da escala diagramática foram menos expressivos que aqueles observados com o uso da escala. De acordo com NUTTER e SCHULTZ (1995), na avaliação de escalas, tomando como base os erros absolutos, valores inferiores a 5% são considerados excelentes, enquanto valores até 10% são considerados bons. A presença de erros absolutos, mesmo que mínimos, são comuns nas mensurações, mas pode ser compensada pela rapidez e padronização que o uso da escala proporciona (STONEHOUSE et al., 1994).

A reprodutibilidade das estimativas entre os avaliadores também foi utilizada como indicativo de análise da precisão da escala. Segundo NUTTER 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. Sem a utilização da escala diagramática, os coeficientes de determinação das regressões das estimativas entre os pares de avaliadores em G3 e G4 variaram de 0,57 a 0,83 (média 0,70) e 0,62 a 0,81 (0,71), respectivamente. Com a utilização da escala diagramática, os valores de R^2 variaram de 0,67 a

0,95 (0,78) em G3, e de 0,61 a 0,93 (0,81), em G4 (Tabela 2.9). Tais resultados reforçam o aumento da precisão das estimativas com o emprego da escala diagramática e evidenciam a variabilidade existente entre avaliadores ao usar uma mesma escala, conforme relatado por outros estudos (BARDSLEY; NGUGI, 2013; VENTURINI et al., 2015; CORREIA et al., 2017). Essa variabilidade é decorrente da habilidade de cada avaliador para estimar a severidade da doença, podendo ser influenciada por fatores diversos, como o treinamento, experiência, complexidade da doença, diferentes formatos e distribuição das lesões (NUTTER; SCHULTZ, 1995; BOCK et al., 2016).

O coeficiente de correlação de concordância de Lin (ρ_c) combina elementos de acurácia e precisão a fim de determinar a concordância entre os valores estimados e os reais (LIN, 1989) e tem sido utilizado com grande êxito em estudos recentes de validação de escalas (CAPUCHO et al., 2011; YADAV et al., 2013; RIOS et al., 2013; BRAIDO et al., 2014; DOLINSKI et al., 2017; SACHET et al., 2017a). A análise de correlação de concordância de Lin confirmou os resultados previamente apresentados, demonstrando que a acurácia e a precisão dos avaliadores foram melhoradas com o uso da escala em comparação às avaliações sem a sua utilização.

Com o uso da escala, a acurácia, medida pelo fator de correção do erro (C_b), melhorou de 0,58 para 0,93, em G3, e de 0,62 para 0,96, em G4. A precisão, medida pelo coeficiente de correlação (r), incrementou de 0,90 para 0,94, sem e com escala, respectivamente, para os dois grupos. A concordância (ρ_c) aumentou em 100% dos avaliadores que usaram a escala, verificando-se incrementos de 0,52 para 0,88 (G3) e de 0,56 para 0,90 (G4) (Tabela 2.10). Tais incrementos foram expressivos nos grupos que estimaram a severidade com auxílio da escala quando comparado àqueles que realizaram a segunda avaliação sem escala, e podem ser confirmados pela maior proximidade entre as retas geradas entre severidade real e estimada e a reta 1:1 em G3 (Figura 2.10) e G4 (Figura 2.11) em relação ao grau de proximidade entre as retas observadas em G1 (Figura 2.8) e G2 (Figura 2.9).

Apesar de a septoriose não ter expressão econômica em todos os cultivos do maracujazeiro azedo no Brasil, a busca por materiais genéticos resistentes a essa doença é uma estratégia importante para a sustentabilidade do agronegócio do maracujazeiro, em razão da diminuição dos custos de produção e da redução considerável do impacto ambiental devido ao menor uso de defensivos agrícolas (QUIRINO, 1998; JUNQUEIRA et al., 2003). Nesse sentido, escalas diagramáticas validadas são ferramentas valiosas em programas de melhoramento, já que o seu sucesso é dependente do uso exato e preciso de metodologias de

quantificação da severidade de doenças e da seleção de materiais resistentes (LIBRELON et al., 2015).

Diferentes estudos tem demonstrado que o emprego dessas escalas viabiliza o estudo da reação de genótipos a diferentes doenças (AKTAR; SHAMSI, 2018; XAVIER et al., 2017) bem como a seleção de fontes de resistência (LEITE et al., 2016; POLTRONIERI et al., 2017; KUROSAWA et al., 2017) na perspectiva de desenvolvimento de novas cultivares (CATÃO et al., 2017). Além disso, estimativas obtidas com o uso de escalas validadas servem de subsídio para experimentos que visam definir métodos de inoculação de patógenos (PARREIRA et al., 2016) e quantificar a eficiência de métodos de controle de doenças (MARCUIZZO et al., 2016).

As escalas diagramáticas têm mostrado melhoria na acurácia e precisão para estimativas de severidade da septoriose em algumas culturas, incluindo *S. glycines* em soja (MARTINS et al., 2004; CRUZ et al., 2010; POLIZEL E JULIATTI, 2010), *S. helianthi* em girassol (LENZ et al., 2009) e *S. apicola* em mandioquinha-salsa (MESQUINI et al., 2009). Contudo, este é o primeiro registro de escala diagramática para estimar a severidade da septoriose no maracujazeiro azedo. Os resultados aqui reportados mostraram que as avaliações realizadas por todos os avaliadores ficaram mais próximas ao valor real quando a escala proposta foi empregada. Desta forma, a sua utilização melhorou a acurácia e a precisão das estimativas da severidade da septoriose em frutos do maracujazeiro, podendo ser aplicada em programas de melhoramento para o estudo de resistência entre genótipos e para a seleção de materiais superiores, em condições de cultivo no campo e ambiente protegido.

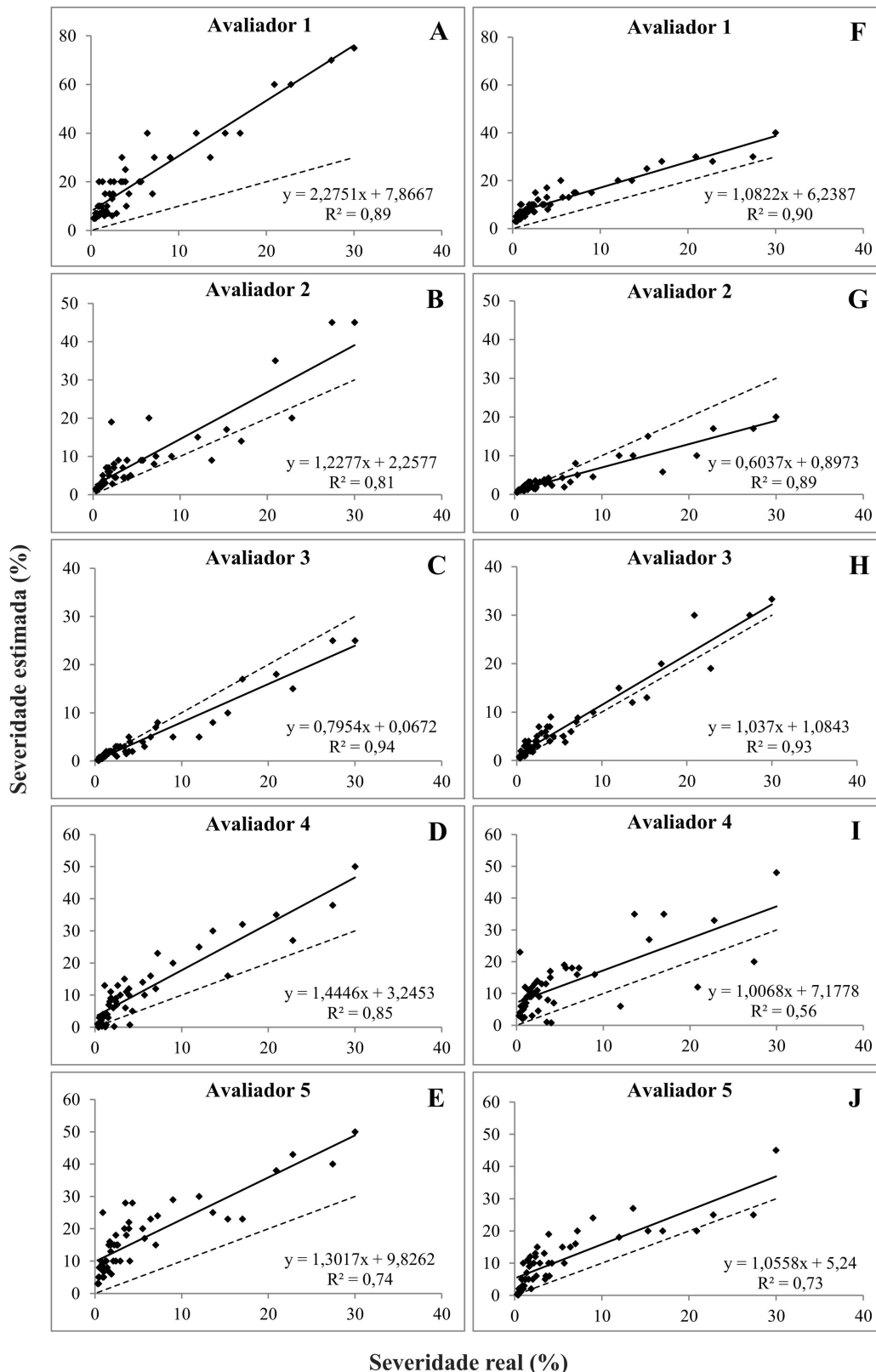


Figura 2.8. Severidade da septoriose (*Septoria passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem uso de escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

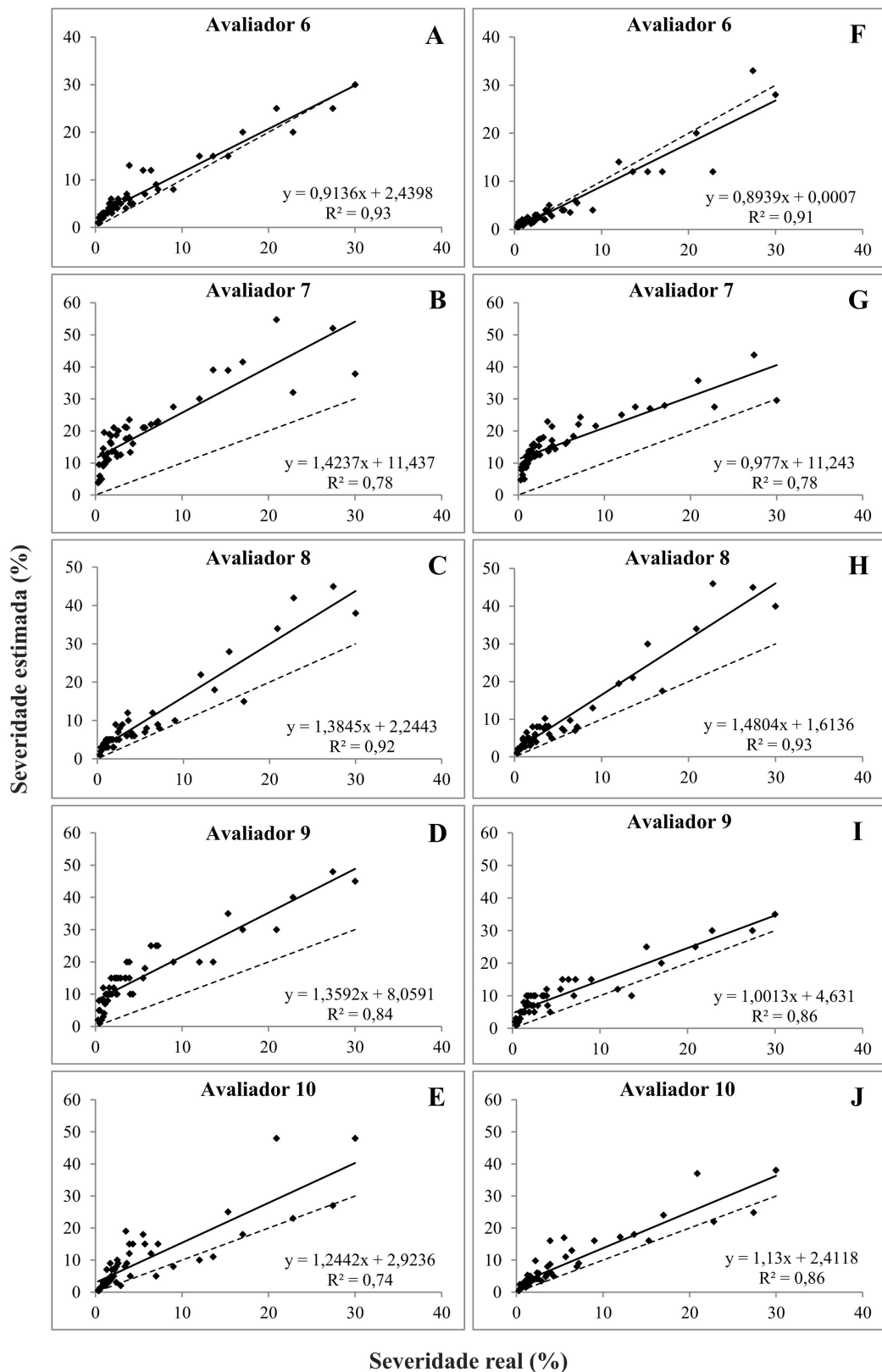


Figura 2.9. Severidade da septoriose (*Septoria passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

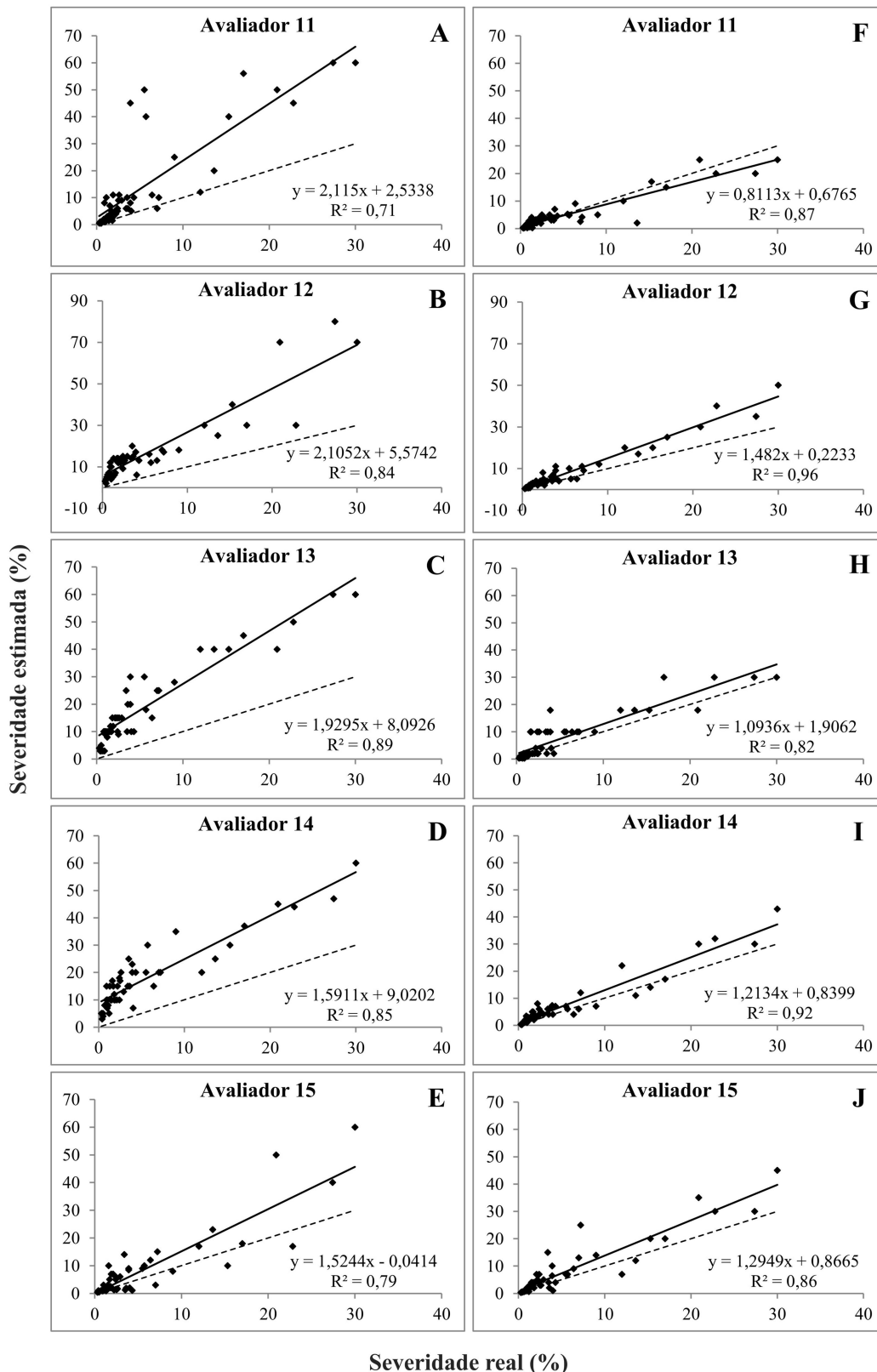


Figura 2.10. Severidade da septoriose (*Septoria passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

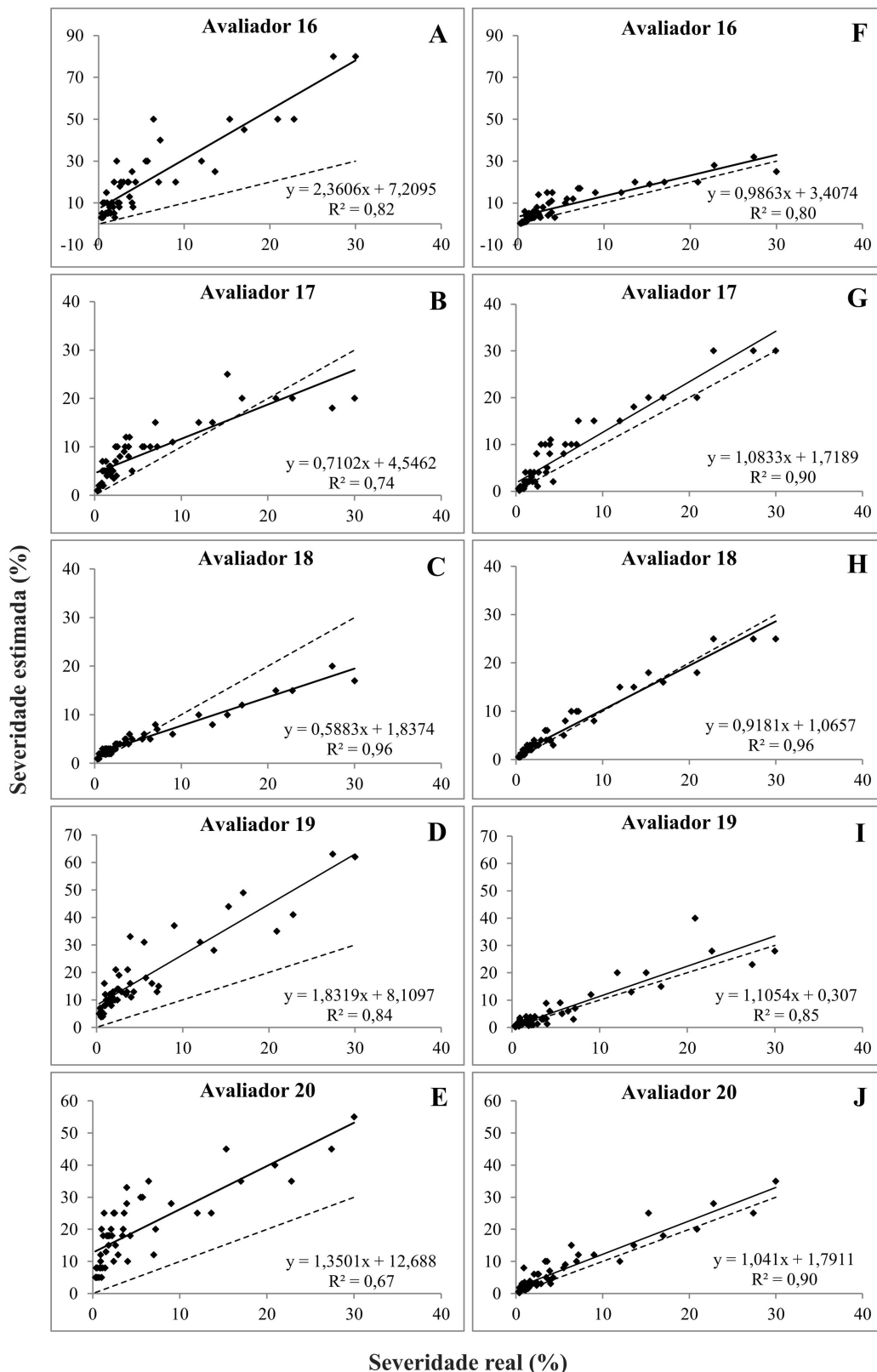


Figura 2.11. Severidade da septoriose (*Septoria passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

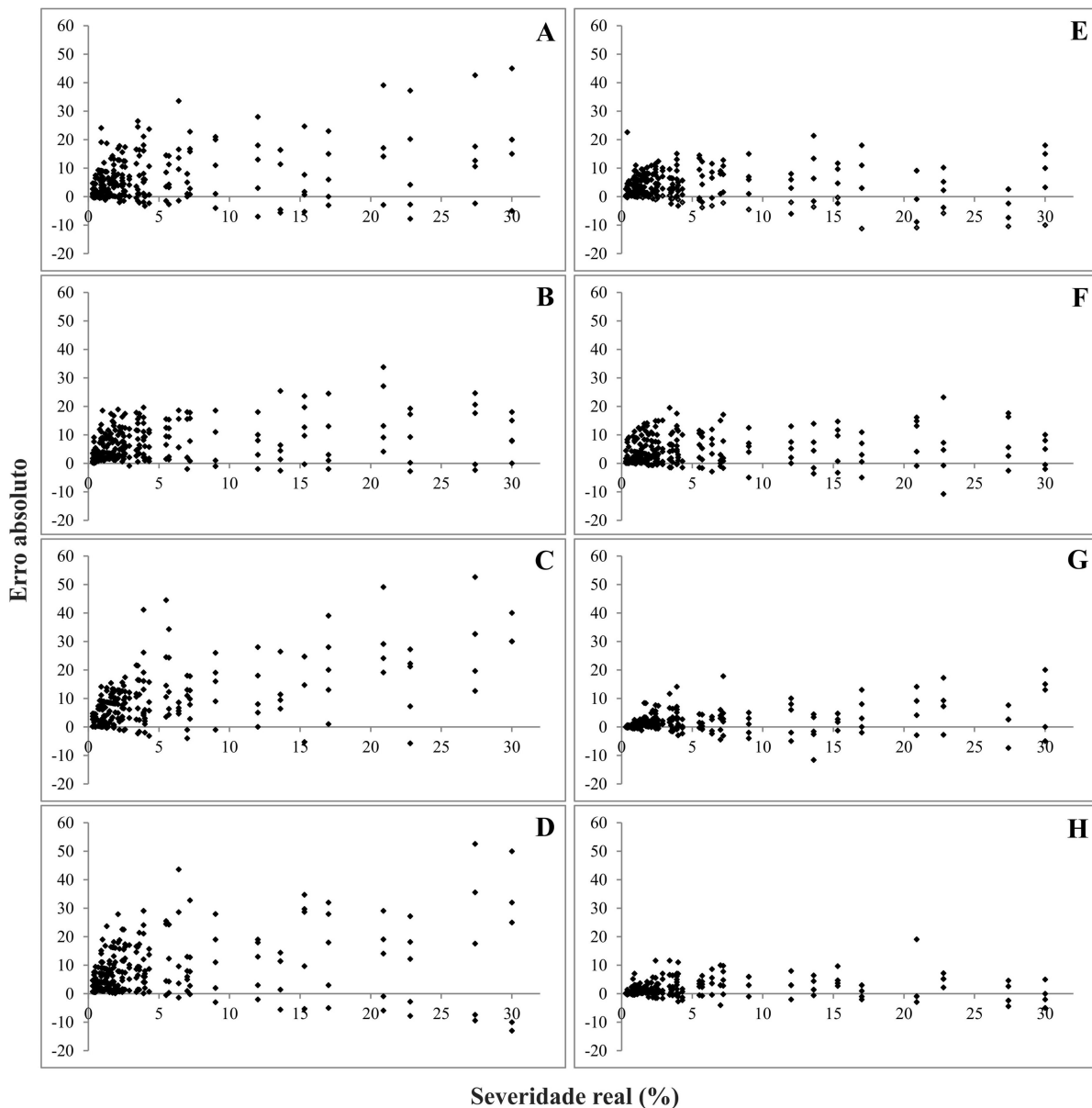


Figura 2.12. Distribuição dos erros absolutos (severidade estimada - severidade real) das estimativas de severidade da septoriose (*Septoria passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) na 1ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (A), 2 (B), 3 (C) e 4 (D); e na 2ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (E) e 2 (F), e com auxílio da escala, nos grupos 3 (G) e 4 (H). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Tabela 2.6. Intercepto (*a*), coeficiente angular da reta (*b*) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear calculadas entre severidade real e severidade estimada da septoriose (*Septoria passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1			A2		
Inexperientes	Sem escala			Sem escala			
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	
G1	1	7,87*	2,28*	0,89	6,24*	1,08	0,90
	2	2,26*	1,23*	0,81	0,90*	0,60*	0,89
	3	0,07	0,80*	0,94	1,08*	1,04	0,93
	4	3,25*	1,44*	0,85	7,18*	1,01	0,56
	5	9,83*	1,30*	0,74	5,24*	1,06	0,73
	Média	4,65	1,41	0,85	4,13	0,96	0,80
Experientes	Sem escala			Sem escala			
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	
G2	6	2,44*	0,91*	0,93	0,0007	0,89*	0,91
	7	11,44*	1,42*	0,78	11,24*	0,98	0,78
	8	2,24*	1,38*	0,92	1,61*	1,48*	0,93
	9	8,06*	1,36*	0,84	4,63*	1,00	0,86
	10	2,92*	1,24*	0,74	2,41*	1,13	0,86
	Média	5,42	1,27	0,84	3,98	1,10	0,87
Inexperientes	Sem escala			Com escala			
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	
G3	11	2,53	2,11*	0,71	0,68	0,81*	0,87
	12	5,57*	2,11*	0,84	0,22	1,48*	0,96
	13	8,09*	1,93*	0,89	1,91*	1,09	0,82
	14	9,02*	1,59*	0,85	0,84	1,21*	0,92
	15	-0,04	1,52*	0,79	0,87	1,29*	0,86
	Média	5,04	1,85	0,82	0,90	1,18	0,89
Experientes	Sem escala			Com escala			
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	
G4	16	7,21*	2,36*	0,82	3,41*	0,99	0,80
	17	4,55*	0,71*	0,74	1,72*	1,08	0,90
	18	1,84*	0,59*	0,96	1,07*	0,92*	0,96
	19	8,11*	1,83*	0,84	0,31	1,11	0,85
	20	12,69*	1,35*	0,67	1,79*	1,04	0,90
	Média	6,88	1,37	0,81	1,66	1,03	0,88

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2

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

Tabela 2.7. Erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) das estimativas de severidade da septoriose (*Septoria passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1	A2
G1	Inexperientes	Sem escala	Sem escala
	1	14,7 b	6,7 a
	2	3,9 b	1,8 a
	3	1,3 a	1,7 a
	4	5,9 a	8,3 b
	5	11,4 b	5,7 a
	Média	7,5 b	4,9 a
G2	Experientes	Sem escala	Sem escala
	6	2,2 b	1,3 a
	7	13,7 b	11,1 a
	8	4,4 a	4,2 a
	9	10,0 b	4,8 a
	10	4,6 a	3,2 a
	Média	7,0 b	4,9 a
G3	Inexperientes	Sem escala	Com escala
	11	8,5 b	1,6 a
	12	11,5 b	2,9 a
	13	13,1 b	2,8 a
	14	12,2 b	2,4 a
	15	3,9 a	2,9 a
	Média	9,8 b	2,5 a
G4	Experientes	Sem escala	Com escala
	16	14,5 b	3,6 a
	17	3,9 b	2,4 a
	18	1,9 a	1,2 a
	19	12,6 b	1,9 a
	20	14,6 b	2,3 a
	Média	9,6 b	2,3 a

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2.

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student ($P \leq 0,05$).

Tabela 2.8. Erro máximo, em valor absoluto, valores na faixa de variação de 10% (valores = $x \pm 10$) e valores na faixa de variação de 5% (valores = $x \pm 5$) das estimativas em relação ao valor de severidade real da septoriose (*Septoria passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliação	Parâmetros	Grupos			
		1	2	3	4
1	EMVA	23,0	22,0	37,9	28,2
	% valores = $x \pm 5$	49,6	51,2	36,8	42,0
	% valores = $x \pm 10$	72,4	73,6	62,8	66,8
2	EMVA	14,5	15,9	15,3	10,6
	% valores = $x \pm 5$	58,8	63,6	86,4	86,8
	% valores = $x \pm 10$	87,2	84,0	96,0	98,4

Tabela 2.9. Coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear relacionadas às estimativas visuais da septoriose (*Septoria passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims), entre pares de avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática. Brasília, DF, Brasil, 2018.

	Sem escala					Com escala				
	Avaliadores	12	13	14	15	Avaliadores	12	13	14	15
G3	11	0,61	0,74	0,76	0,57	11	0,84	0,67	0,85	0,79
	12		0,74	0,77	0,83	12		0,83	0,95	0,85
	13			0,78	0,69	13			0,76	0,71
	14				0,70	14				0,84
G4	Sem escala					Com escala				
	Avaliadores	17	18	19	20	Avaliadores	17	18	19	20
	16	0,62	0,81	0,73	0,72	16	0,91	0,86	0,61	0,77
	17		0,77	0,70	0,62	17		0,93	0,73	0,84
	18			0,79	0,63	18			0,80	0,92
19				0,75	19				0,76	

Tabela 2.10. Valores de correlação entre severidades estimada e real (r), fator de correção do desvio (C_b) e coeficiente de correlação concordante de Lin (ρ_c) para a septoriose (*Septoria passiflorae*) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1			A2		
Inexperientes	Sem escala			Sem escala			
	r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c	
G1	1	0,94	0,43	0,41	0,95	0,71	0,68
	2	0,90	0,88	0,79	0,94	0,89	0,84
	3	0,97	0,97	0,94	0,97	0,98	0,95
	4	0,92	0,77	0,71	0,75	0,70	0,52
	5	0,86	0,51	0,44	0,86	0,79	0,67
	Média	0,92	0,71	0,66	0,89	0,81	0,73
Experientes	Sem escala			Sem escala			
	r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c	
G2	6	0,96	0,96	0,92	0,95	0,99	0,95
	7	0,88	0,44	0,39	0,88	0,47	0,42
	8	0,96	0,84	0,80	0,96	0,83	0,80
	9	0,92	0,57	0,52	0,93	0,83	0,77
	10	0,86	0,84	0,72	0,93	0,91	0,84
	Média	0,92	0,73	0,67	0,93	0,81	0,76
Inexperientes	Sem escala			Com escala			
	r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c	
G3	11	0,85	0,57	0,49	0,93	0,99	0,92
	12	0,92	0,52	0,47	0,98	0,88	0,86
	13	0,94	0,48	0,45	0,91	0,94	0,85
	14	0,92	0,50	0,46	0,96	0,94	0,90
	15	0,89	0,84	0,75	0,93	0,91	0,84
	Média	0,90	0,58	0,52	0,94	0,93	0,88
Experientes	Sem escala			Com escala			
	r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c	
G4	16	0,91	0,43	0,39	0,90	0,90	0,81
	17	0,86	0,89	0,76	0,95	0,95	0,91
	18	0,98	0,88	0,86	0,98	0,99	0,97
	19	0,92	0,49	0,45	0,92	0,98	0,90
	20	0,82	0,41	0,34	0,95	0,96	0,91
	Média	0,90	0,62	0,56	0,94	0,96	0,90

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2.

2.3.3. Escala diagramática para a quantificação da severidade da verrugose em frutos

A escala diagramática proposta neste trabalho para a quantificação da verrugose em frutos do maracujazeiro azedo compreendeu oito níveis de severidade: 0,6; 1; 2; 4; 8; 16; 37 e 46% (Figura 2.13). A severidade média foi igual a 6%, sendo que 86% e 96% dos frutos apresentaram severidades menores que 10% e 20%, respectivamente. Todos os níveis de severidade foram representados nas 50 imagens apresentadas aos avaliadores, procurando uma representação completa da escala diagramática.

Usando a escala, 40% dos avaliadores em G3 apresentaram valores de intercepto iguais a 0 ($P \leq 0,05$), sem erros constantes, não havendo incremento em relação à primeira avaliação. Por outro lado, 80% dos avaliadores apresentaram coeficientes angulares iguais a 1 ($P \leq 0,05$), sem erros sistemáticos. Em G4, 60% dos avaliadores apresentaram valores de intercepto iguais a 0 ($P \leq 0,05$) enquanto apenas 20% mostraram valores de coeficiente angular iguais a 1 ($P \leq 0,05$) (Tabela 2.11).

O uso da escala parece ter melhorado a acurácia dos avaliadores em G3 quando comparado às avaliações de G1 e G2. Com o emprego da escala, os valores de intercepto e coeficiente angular ficaram mais próximos de 0 e de 1, respectivamente, em relação à primeira avaliação. Apresentaram também, valores médios inferiores aos obtidos pelos grupos que fizeram dupla avaliação sem escala (Tabela 2.11). Este resultado indica que, apesar de alguns avaliadores ainda apresentarem erros constantes e/ou sistemáticos, a escala contribuiu para a redução dos erros verificados sem a sua utilização.

As figuras 2.14 a 2.17 mostram as regressões lineares obtidas entre a severidade real e a estimada para todos os avaliadores, na primeira e segunda avaliação. Com o uso da escala, houve uma maior aproximação das retas geradas entre os valores real e estimado com a reta 1:1 (severidade real igual à estimada) (Figuras 2.16 e 2.17). Este resultado ilustra a redução dos valores de intercepto e de coeficiente angular, que aproximaram-se de 0 e 1, respectivamente, diminuindo a tendência de superestimativa observada na primeira avaliação.

Sem o uso da escala, foram obtidos valores de R^2 entre 0,79 e 0,95 (média 0,89) em G3 e entre 0,92 e 0,97 (0,94) em G4. Com a escala, esses valores ficaram entre 0,85 e 0,95 (0,90) e entre 0,94 e 0,97 (0,95) para os avaliadores inexperientes e experientes, respectivamente, demonstrando um incremento discreto de 1% nos valores de R^2 com o uso da escala. Por outro lado, identificou-se uma discreta redução na precisão das estimativas naqueles grupos em que a segunda avaliação foi feita sem o auxílio da mesma (Tabela 2.11).

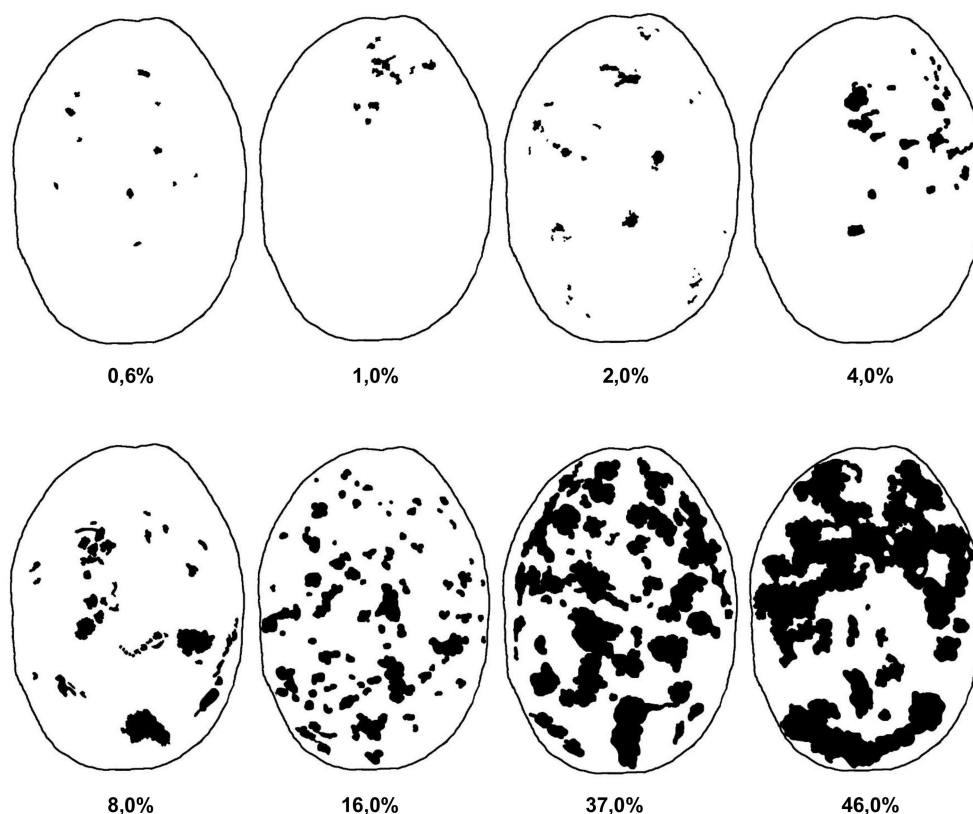


Figura 2.13. Escala diagramática para avaliação de severidade (%) da verrugose (*Cladosporium* spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

A precisão dos avaliadores também pode ser quantificada pela distribuição dos resíduos ou erros absolutos, em que o erro (severidade estimada menos severidade real) é a variável dependente e a severidade real, a independente (CAMPBELL; MADDEN, 1990; NUTTER; SCHULTZ, 1995). O uso da escala diagramática reduziu os erros absolutos das estimativas em relação à distribuição dos resíduos das estimativas obtidas sem a escala ($P \leq 0,05$) (Tabela 2.12, Figura 2.18), resultando em uma menor dispersão dos dados na regressão (Figuras 2.16 e 2.17). Conseqüentemente, diferenças foram detectadas entre as avaliações realizadas sem e com auxílio da escala em um mesmo grupo ($P \leq 0,05$) (Tabela 2.12). Além disso, as reduções nos erros absolutos observadas na segunda avaliação foram muito mais acentuadas nos grupos que utilizaram a escala diagramática. Enquanto G1 não apresentou redução no valor do erro absoluto médio, G2 mostrou uma redução de apenas 4,9%. Em contrapartida, os erros médios absolutos foram reduzidos em 66,1% e 47% em G3 e G4, respectivamente.

A distribuição dos resíduos das avaliações realizadas sem o auxílio da escala diagramática apresentou estimativas com erros variando de -8,0 a +46,0 em G3 (Figura 2.18C), e de -12,0 a +35,0 em G4 (Figura 2.18D). Com a escala, os intervalos dos erros ficaram compreendidos entre -12,0 e +21,0 para os avaliadores inexperientes (Figura 2.18G) e

entre -11,0 e +15,0 para os experientes (Figura 2.18H), havendo reduções de 60,4% (G3) e 43% (G4) em seus erros máximos médios (Tabela 2.13). As reduções dos erros absolutos resultaram em 94,4% (G3) e 98,8% (G4) das estimativas dentro da faixa de variação de 10% (-10 a +10) (Tabela 2.13), caracterizando um bom intervalo de erros, segundo critérios utilizados para avaliar escalas diagramáticas (NUTTER; SCHULTZ, 1995). Além disso, o uso da escala resultou em reduções de 74% e 81,3% e, G3 e G4, respectivamente, no número de estimativas fora desta faixa de variação. De acordo com Nutter e Schultz (1995), avaliadores cujos erros não excedam 5% (-5 a +5) são classificados como excelentes. O uso da escala aumentou em 36,4% e 16,1% o número de estimativas dentro da faixa de variação de 5% nos grupos G3 e G4, respectivamente. Estes valores são superiores ao incremento de 3% observado na segunda avaliação em G2, indicando que a escala reduziu os erros absolutos quando comparada às avaliações realizadas sem o seu auxílio (Tabela 2.13).

A reprodutibilidade das avaliações da severidade sem a utilização da escala diagramática foi alta, pois as regressões lineares entre as severidades estimadas pelos cinco avaliadores produziram coeficientes de determinação variando de 0,69 a 0,95 (média 0,83) em G3, e de 0,85 a 0,97 (0,91) em G4. Entretanto, com o uso da escala proposta, houve redução dos valores médios de R^2 das estimativas dos avaliadores, que passaram para 0,80 (G3) e 0,89 (G4) (Tabela 2.14). O aumento da reprodutibilidade com o uso da escala é desejável para que diferentes avaliadores, avaliando experimentos distintos, possam obter resultados similares em suas estimativas de severidade da doença (NUTTER; SCHULTZ, 1995). No entanto, os resultados aqui reportados demonstraram que as avaliações sem o uso da escala apresentaram maior reprodutibilidade em relação às aquelas realizadas com o seu auxílio.

O uso de escalas diagramáticas, assim como a maioria dos métodos de quantificação de severidade de doenças, está sujeito a certo grau de subjetividade dos avaliadores, já que os indivíduos apresentam variações em suas habilidades para discriminar os níveis de severidade das doenças (BARDSLEY; NGUGI, 2013; VENTURINI et al., 2015; CORREIA et al., 2017). Mesmo com o uso da escala, a acurácia e a precisão das estimativas podem ser afetadas por fatores como a complexidade da severidade da doença, o tamanho, a cor e o número das lesões (KRANZ, 1988; BOCK et al., 2010), bem como por fatores inerentes a cada indivíduo, como cansaço, fadiga, humor e experiência (NUTTER; SCHULTZ, 1995; BOCK et al., 2016). Contudo, o treinamento dos avaliadores poderá padronizar as avaliações, reduzindo as discrepâncias observadas e, conseqüentemente, aumentar a confiabilidade das estimativas entre pares de avaliadores (GONZÁLEZ-DOMINGUEZ et al., 2014; BOCK et al., 2016;

CORREIA et al., 2017; SACHET et al., 2017b). Diferentes estudos têm demonstrado a importância do treinamento dos avaliadores para melhorar suas estimativas, mostrando-se essencial principalmente no desempenho daqueles avaliadores menos experientes (GODOY et al., 1997; AQUINO et al., 2008; BELASQUE et al., 2005; KLOSOWSKI et al., 2013).

De acordo com os valores do coeficiente de correlação de concordância de Lin (ρ_c), as avaliações apresentaram valores mais próximos dos valores reais quando a escala diagramática foi empregada, em comparação à sua não utilização (Tabela 2.15, Figuras 2.14 a 2.17). A precisão das estimativas, medida pelo valor de r , apresentou um discreto aumento em G3 quando a escala foi utilizada, mantendo-se inalterada em G2 e G4 e apresentando uma redução em G1. Já o valor de C_b , que mede a acurácia, aumentou discretamente em G1 e reduziu em G2. Por outro lado, com o uso da escala, 100% dos avaliadores apresentaram melhoria nos níveis de acurácia, sendo observados incrementos de 27,3% e 5,4% em G3 e G4, respectivamente, em relação à primeira avaliação (Tabela 2.15). Deste modo, a análise de correlação concordante de Lin detectou um aumento mais robusto nos níveis de acurácia dos avaliadores em comparação aos parâmetros da análise de regressão linear.

Para 100% dos avaliadores, a concordância entre os valores de severidade real e severidade estimada melhorou com o emprego da escala. O aumento na concordância pode ser confirmado pela análise visual das figuras 2.16 e 2.17, que demonstram maior proximidade entre as retas geradas entre as severidades real e estimada e a reta 1:1. Quando a escala não foi usada, os valores de ρ_c variaram entre 0,42 e 0,93, com média de 0,73 (G3), e entre 0,71 e 0,96, com média de 0,90 (G4). Entretanto, com o emprego da escala, os valores de ρ_c variaram de 0,87 a 0,95 (média 0,93) e de 0,94 a 0,97 (0,96) em G3 e G4, respectivamente (Tabela 2.15). Segundo a classificação proposta por McBride (2005), esses valores refletem uma mudança na magnitude da concordância entre as severidades real e estimada, em G3, de pobre para moderada, e em G4, de moderada para substancial.

A regressão linear é uma das estratégias mais utilizadas para a validação de métodos de estimativas de doenças e para avaliar a acurácia e precisão das estimativas de severidade de doenças em folhas, frutos e vagens (NUTTER et al., 1993; NUTTER et al., 2006; FISCHER et al., 2009; VIVAS et al., 2010; LIMA et al., 2013; LIBRELON et al., 2015; FEIJÓ et al., 2017). Entretanto, alguns autores sugerem que os testes estatísticos para os erros das estimativas podem ser excessivamente influenciados pela precisão dos avaliadores na regressão linear (LIN, 1989; SHOUKRI; PAUSE, 1999). Por este motivo, muitos estudos tem apontado a análise de correlação de concordância de Lin como a mais apropriada para este

tipo de experimento, uma vez que combina medidas de acurácia e precisão para avaliar a concordância entre os valores reais e os estimados (LIN, 1989; NITA et al., 2003; MADDEN et al., 2007; CAPUCHO et al., 2011; DUARTE et al., 2013).

Escalas diagramáticas têm sido empregadas em programas de melhoramento genético, como em estudos da variabilidade genética para a identificação de fontes de resistência (FILIPPI et al., 2017; GYAWALI et al., 2018) e seleção precoce (BOTELHO et al., 2017). Os resultados de experimentos conduzidos com o auxílio dessas escalas servem de subsídio a estudos de mapeamento para genes de resistência (SINGH et al., 2017) e de diversidade genética (GILIO et al., 2017). Podem também ser utilizados para compreender os efeitos da doença na fisiologia e produtividade da planta, com base na influência da resistência do hospedeiro (GOMES et al., 2017). Portanto, escalas diagramáticas validadas para as principais doenças do maracujazeiro são ferramentas de grande utilidade, já que os programas atuais de melhoramento genético desta cultura têm como principais objetivos identificar fontes de resistência a doenças e genótipos produtivos e com boa qualidade de frutos, com a perspectiva de desenvolvimento de genótipos promissores e obtenção de cultivares.

Apesar dos danos ocasionados pela verrugose, como redução da produtividade e depreciação da qualidade dos frutos (JUNQUEIRA et al., 2016), não há registro na literatura de escalas diagramáticas desenvolvidas e validadas para a quantificação da severidade desta doença (DEL PONTE et al., 2017). A escala diagramática proposta neste estudo permitiu quantificar a severidade da verrugose em frutos do maracujazeiro azedo de maneira acurada e precisa. Embora a análise de regressão linear tenha detectado apenas uma melhoria marginal nos níveis de acurácia e precisão em que o grupo de avaliadores inexperientes foi o mais beneficiado, é necessário ressaltar que os erros absolutos foram minimizados nos dois grupos que usaram a escala. É importante também reforçar que apenas 5,6% (G3) e 1,2% (G4) das estimativas apresentaram erros superiores a 10% quando a escala foi utilizada.

Esses resultados sugerem que o uso da escala proposta para a quantificação da severidade da verrugose em frutos poderá proporcionar informações mais realistas a respeito do patossistema *Cladosporium* spp. - maracujazeiro azedo, possibilitando melhores avaliações acerca de perdas produtivas decorrentes da severidade da doença, permitindo comparações de tratamentos em experimentos e de níveis de resistência de genótipos em programas de melhoramento, além de permitir estudos epidemiológicos, predizendo o desenvolvimento da doença.

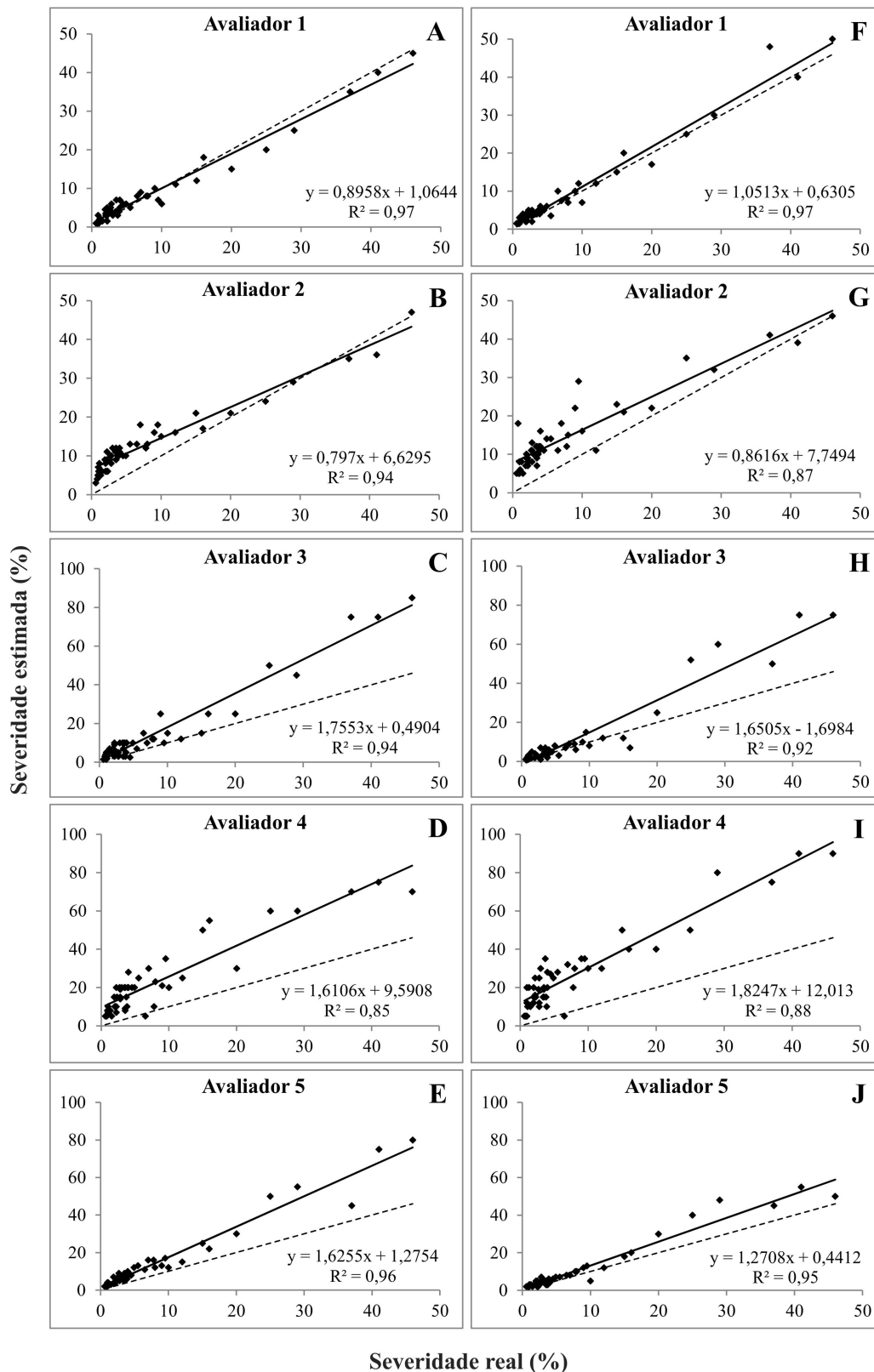


Figura 2.14. Severidade da verrugose (*Cladosporium* spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem uso de escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

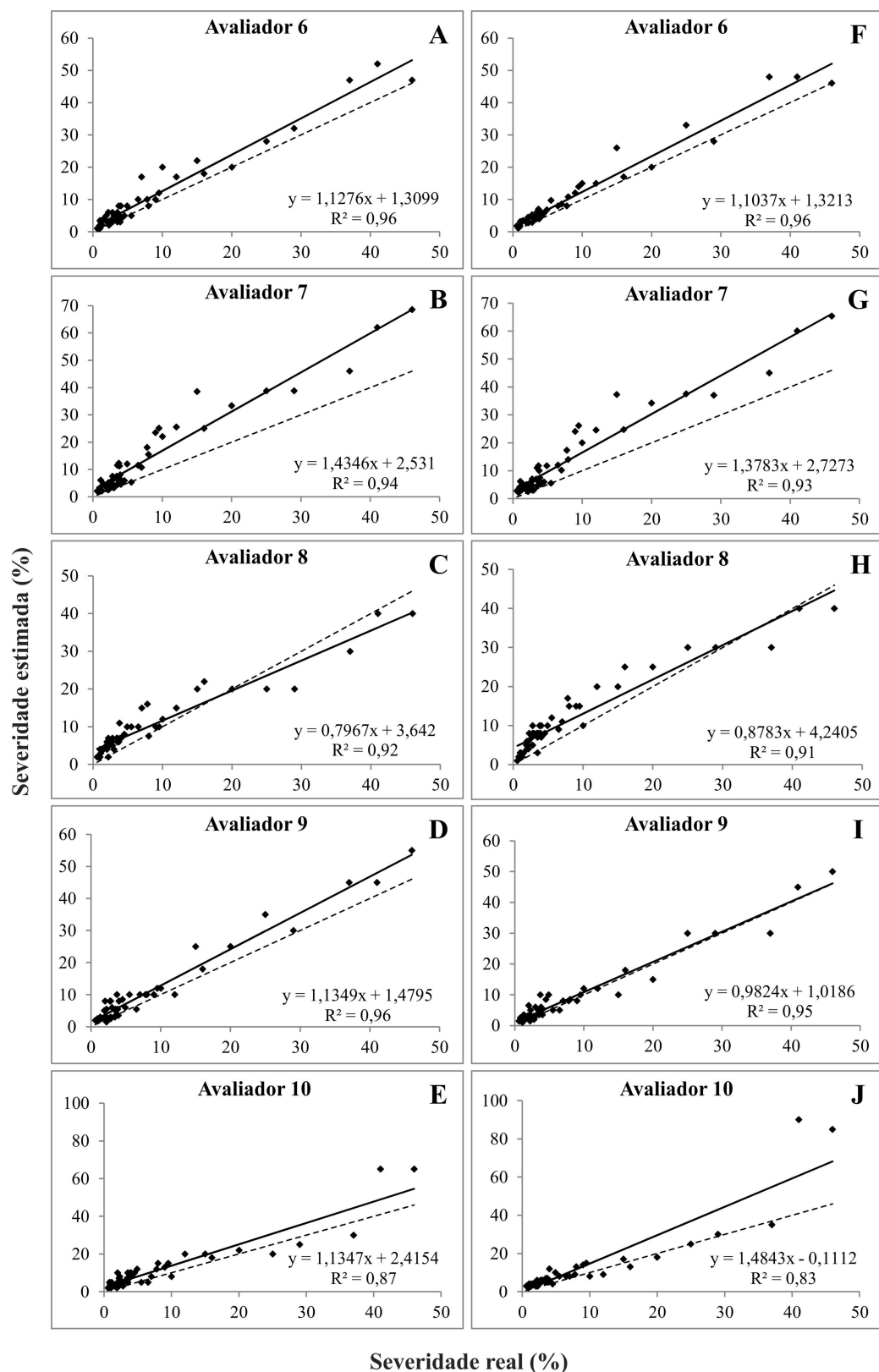


Figura 2.15. Severidade da verrugose (*Cladosporium* spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

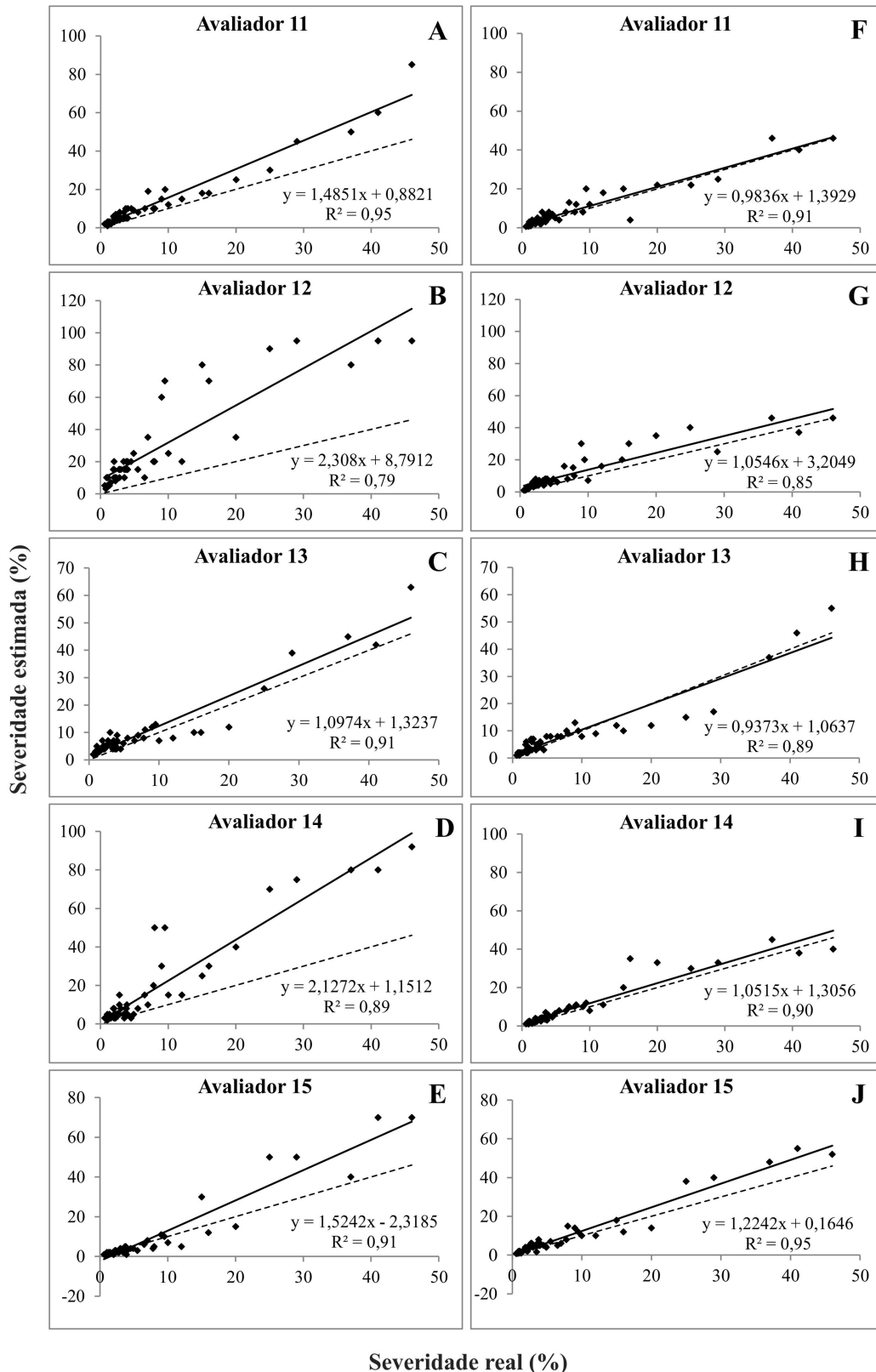


Figura 2.16. Severidade da verrugose (*Cladosporium* spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

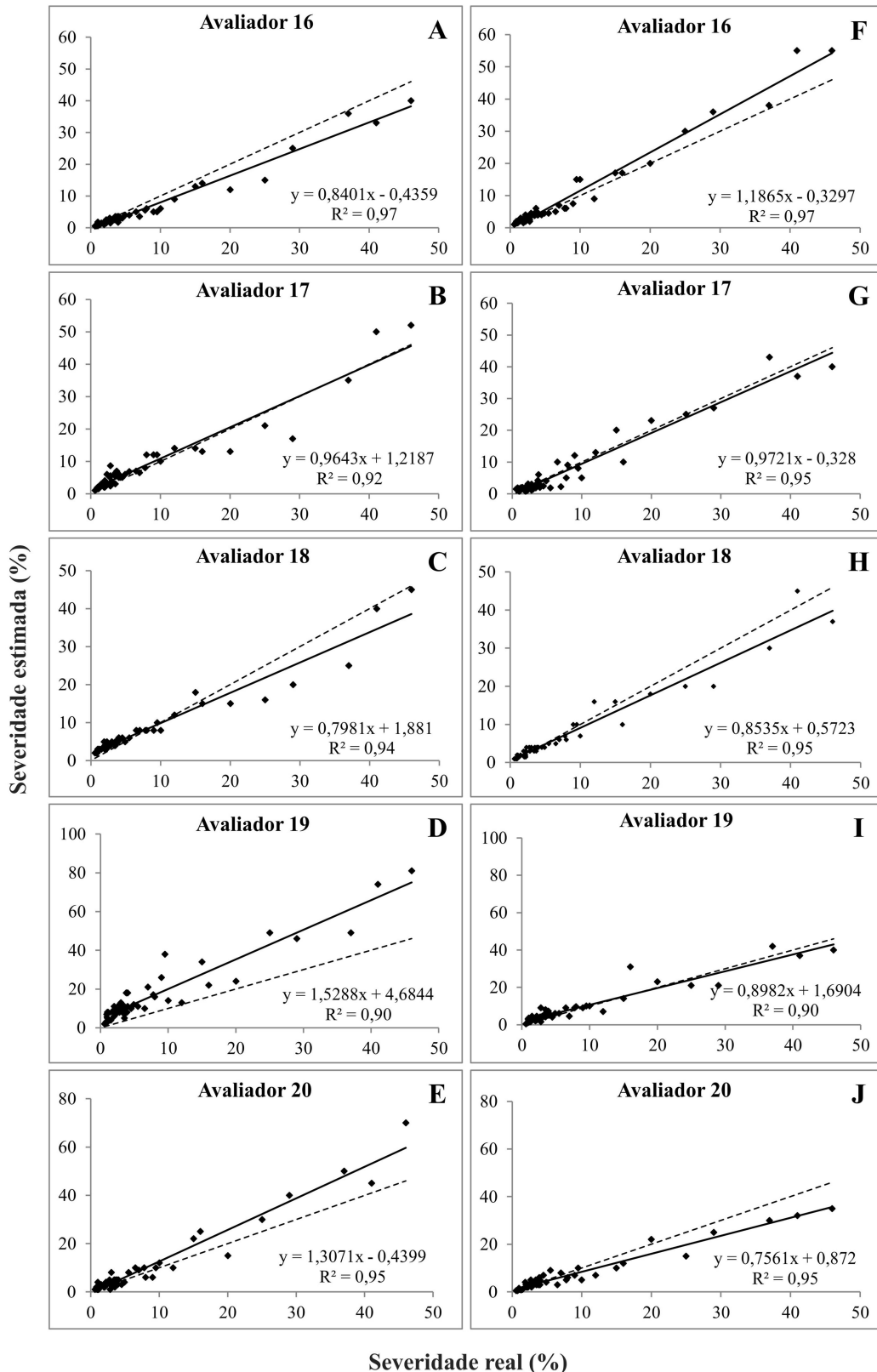


Figura 2.17. Severidade da verrugose (*Cladosporium* spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

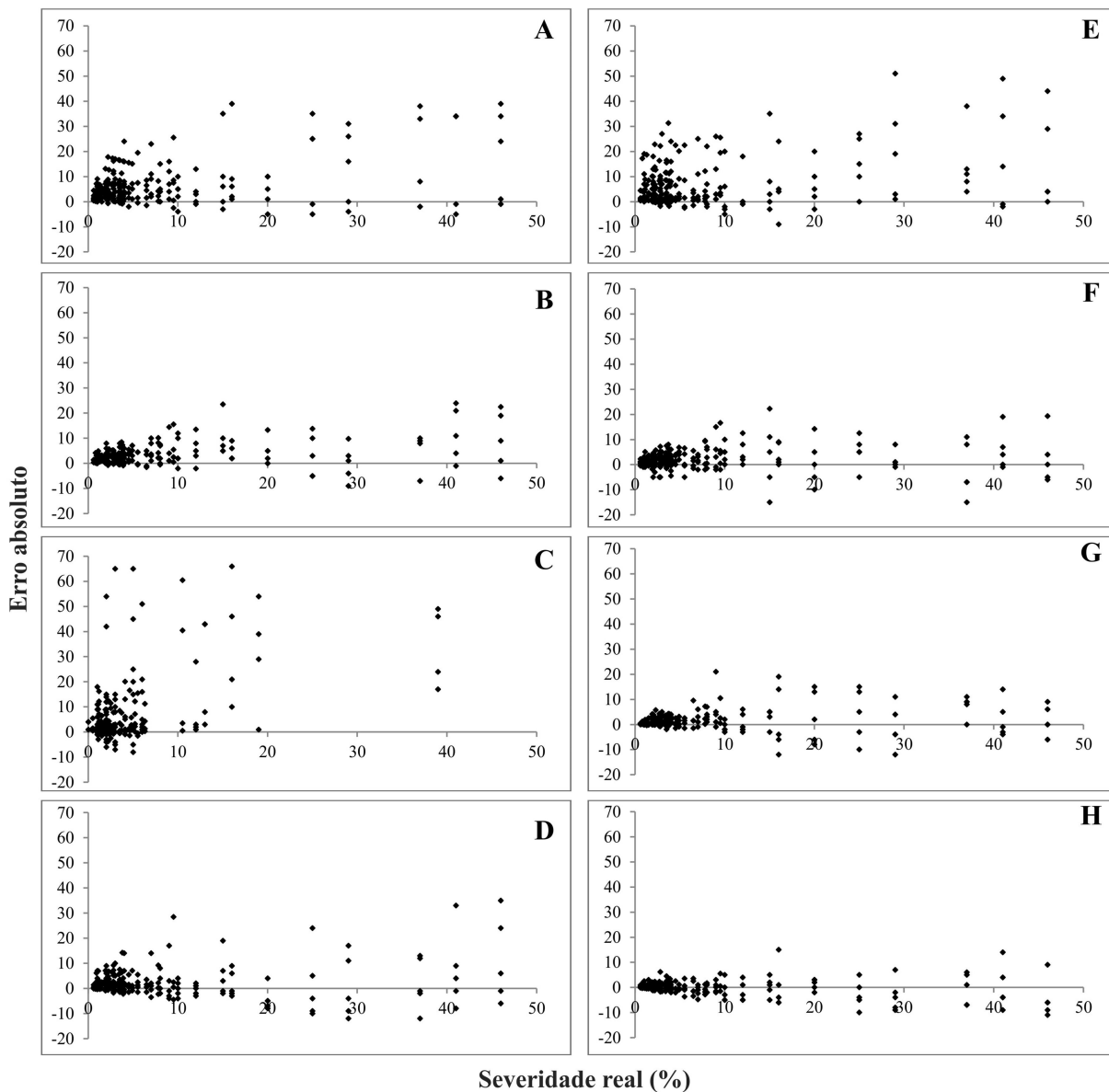


Figura 2.18. Distribuição dos erros absolutos (severidade estimada - severidade real) das estimativas de severidade da verrugose (*Cladosporium* spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) na 1ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (A), 2 (B), 3 (C) e 4 (D); e na 2ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (E) e 2 (F), e com auxílio da escala, nos grupos 3 (G) e 4 (H). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Tabela 2.11. Intercepto (*a*), coeficiente angular da reta (*b*) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear calculadas entre severidade real e severidade estimada da verrugose (*Cladosporium* spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1			A2		
Inexperientes		Sem escala			Sem escala		
		<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2
G1	1	1,06*	0,90*	0,97	0,63	1,05	0,97
	2	6,63*	0,80*	0,94	7,75*	0,86*	0,87
	3	0,49	1,76*	0,94	-1,70	1,65*	0,92
	4	9,59*	1,61*	0,85	12,01*	1,82*	0,88
	5	1,28	1,63*	0,96	0,44	1,27*	0,95
Média		3,81	1,34	0,93	3,83	1,33	0,92
Experientes		Sem escala			Sem escala		
G2	6	1,31*	1,13*	0,96	1,32*	1,10*	0,96
	7	2,53*	1,43*	0,94	2,73*	1,38*	0,93
	8	3,64*	0,80*	0,92	4,24*	0,88*	0,91
	9	1,48*	1,13*	0,96	1,02*	0,98	0,95
	10	2,42*	1,13*	0,87	-0,11	1,48*	0,83
Média		2,28	1,13	0,93	1,84	1,17	0,92
Inexperientes		Sem escala			Com escala		
G3	11	0,88	1,49*	0,95	1,39*	0,98	0,91
	12	8,79*	2,31*	0,79	3,20*	1,05	0,85
	13	1,32*	1,10	0,91	1,06	0,94	0,89
	14	1,15	2,13*	0,89	1,31*	1,05	0,90
	15	-2,32*	1,52*	0,91	0,16	1,22*	0,95
Média		1,97	1,71	0,89	1,43	1,05	0,90
Experientes		Sem escala			Com escala		
G4	16	-0,44	0,84*	0,97	-0,33	1,19*	0,97
	17	1,22*	0,96	0,92	-0,33	0,97	0,95
	18	1,88*	0,80*	0,94	0,57	0,85*	0,95
	19	4,68*	1,53*	0,90	1,69*	0,90*	0,90
	20	-0,44	1,31*	0,95	0,87*	0,76*	0,95
Média		1,38	1,09	0,94	0,50	0,93	0,95

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2

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

Tabela 2.12. Erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) das estimativas de severidade da verrugose (*Cladosporium* spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1	A2
G1	Inexperientes	Sem escala	Sem escala
	1	1,5 a	1,5 a
	2	5,4 a	6,8 b
	3	6,5 a	4,3 a
	4	14,4 a	18,5 b
	5	6,2 b	2,8 a
	Média	6,8 a	6,8 a
G2	Experientes	Sem escala	Sem escala
	6	2,4 a	2,2 a
	7	5,9 a	5,7 a
	8	3,2 a	3,9 a
	9	2,7 b	1,8 a
	10	4,3 a	4,1 a
	Média	3,7 a	3,5 a
G3	Inexperientes	Sem escala	Com escala
	11	4,6 b	2,3 a
	12	18,9 b	4,1 a
	13	3,1 a	2,4 a
	14	10,0 b	2,2 a
	15	3,4 a	2,6 a
	Média	8,0 b	2,7 a
G4	Experientes	Sem escala	Com escala
	16	1,7 a	1,7 a
	17	2,2 a	1,8 a
	18	2,0 a	1,5 a
	19	8,8 b	2,2 a
	20	2,7 a	2,0 a
	Média	3,5 b	1,8 a

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2.

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student ($P \leq 0,05$).

Tabela 2.13. Erro máximo, em valor absoluto, valores na faixa de variação de 10% (valores = $x \pm 10$) e valores na faixa de variação de 5% (valores = $x \pm 5$) das estimativas em relação ao valor de severidade real da verrugose (*Cladosporium* spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliação	Parâmetros	Grupos			
		1	2	3	4
1	EMVA	25,6	15,5	39,4	14,4
	% valores = $x \pm 5$	56,8	78,8	64,8	79,6
	% valores = $x \pm 10$	84,0	94,8	78,4	93,6
2	EMVA	26,9	19,7	15,6	8,2
	% valores = $x \pm 5$	63,2	81,2	88,4	92,4
	% valores = $x \pm 10$	78,4	95,2	94,4	98,8

Tabela 2.14. Coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear relacionadas às estimativas visuais da verrugose (*Cladosporium* spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims), entre pares de avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática. Brasília, DF, Brasil, 2018.

	Sem escala					Com escala				
	Avaliadores	12	13	14	15	Avaliadores	12	13	14	15
G3	11	0,73	0,95	0,84	0,89	11	0,76	0,86	0,78	0,87
	12		0,69	0,81	0,80	12		0,70	0,89	0,78
	13			0,85	0,88	13			0,70	0,86
	14				0,83	14				0,82
	Sem escala					Com escala				
	Avaliadores	17	18	19	20	Avaliadores	17	18	19	20
G4	16	0,90	0,92	0,85	0,97	16	0,90	0,94	0,86	0,92
	17		0,95	0,95	0,87	17		0,91	0,86	0,89
	18			0,91	0,92	18			0,83	0,90
	19				0,87	19				0,87

Tabela 2.15. Valores de correlação entre severidades estimada e real (r), fator de correção do desvio (C_b) e coeficiente de correlação concordante de Lin (ρ_c) para a verrugose (*Cladosporium* spp.) em frutos do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1			A2		
Inexperientes		Sem escala			Sem escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G1	1	0,99	1,00	0,98	0,99	0,99	0,98
	2	0,97	0,86	0,83	0,93	0,82	0,76
	3	0,97	0,78	0,76	0,96	0,85	0,81
	4	0,92	0,59	0,54	0,94	0,49	0,46
	5	0,98	0,81	0,79	0,98	0,95	0,92
	Média	0,97	0,81	0,78	0,96	0,82	0,79
Experientes		Sem escala			Sem escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G2	6	0,98	0,97	0,95	0,98	0,98	0,96
	7	0,97	0,84	0,82	0,97	0,86	0,83
	8	0,96	0,96	0,92	0,96	0,95	0,90
	9	0,98	0,97	0,95	0,97	1,00	0,97
	10	0,93	0,94	0,87	0,91	0,86	0,79
	Média	0,96	0,94	0,90	0,96	0,93	0,89
Inexperientes		Sem escala			Com escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G3	11	0,97	0,87	0,84	0,95	0,99	0,95
	12	0,89	0,47	0,42	0,92	0,94	0,87
	13	0,95	0,97	0,93	0,94	1,00	0,94
	14	0,94	0,65	0,61	0,95	0,98	0,94
	15	0,95	0,89	0,85	0,97	0,96	0,94
	Média	0,94	0,77	0,73	0,95	0,98	0,93
Experientes		Sem escala			Com escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G4	16	0,99	0,97	0,96	0,99	0,98	0,97
	17	0,96	1,00	0,95	0,97	1,00	0,97
	18	0,97	0,98	0,95	0,97	0,99	0,96
	19	0,95	0,75	0,71	0,95	0,99	0,94
	20	0,97	0,95	0,92	0,97	0,96	0,94
	Média	0,97	0,93	0,90	0,97	0,98	0,96

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2.

2.4. CONCLUSÕES

- A aplicação das escalas diagramáticas propostas para a quantificação da bacteriose, septoriose e verrugose em frutos do maracujazeiro azedo aumentaram a acurácia e precisão das estimativas de severidade das doenças, indicando que as estimativas dos avaliadores ficaram mais próximas do valor real da severidade quando a escala foi utilizada, resultando em maior padronização entre as avaliações dos diferentes avaliadores.
- Para as três escalas diagramáticas validadas, o incremento da acurácia foi observado por meio da redução dos erros constantes e sistemáticos. A melhoria da precisão dos avaliadores foi verificada através do aumento dos valores dos coeficientes de determinação, pela acentuada redução dos erros absolutos e incremento da reprodutibilidade das estimativas entre pares de avaliadores. Não houve aumento da reprodutibilidade apenas para a escala desenvolvida para a avaliação da severidade da verrugose em folhas trilobadas.
- O aumento da acurácia e da precisão nos grupos que realizaram dupla avaliação sem escala, quando ocorreu, foi mais discreta que os incrementos observados nos grupos que utilizaram as escalas, nas três doenças avaliadas.
- Os avaliadores inexperientes apresentaram maiores incrementos nos níveis de acurácia e precisão em relação aos experientes com o uso das escalas diagramáticas desenvolvidas para a avaliação da severidade da bacteriose e da verrugose.
- A análise de concordância de Lin confirmou os incrementos na acurácia e precisão dos avaliadores, detectados pela análise de regressão linear, para as avaliações com o uso das três escalas diagramáticas. Essa análise identificou um aumento na concordância entre os valores estimados pelos avaliadores e os valores reais.

2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKTAR, M.; SHAMSI, S. Incidence and Severity of Blight Disease of *Tagetes erecta* and *T. patula*. **Bioresearch Communications**, v. 4, n. 1, 2018.

AQUINO, L. A.; BERGER, P. G.; RODRIGUES, F. Á.; ZAMBOLIM, L.; HERNANDEZ, F. R.; MIRANDA, L. M. Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da mancha de ramularia do algodoeiro. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 4, p. 361-363, 2008.

BARDSLEY, S. J.; NGUGI, H. K. Reliability and accuracy of visual methods used to quantify severity of foliar bacterial spot symptoms on peach and nectarine. **Plant Pathology**, v. 62, p. 460-74, 2013.

BATISTTI, M.; KRAUSE, W.; BARÉA, M.; ARAUJO, D. V.; PALÚ, E. G. Resistência à verrugose de cultivares de maracujazeiro amarelo sob diferentes métodos de inoculação. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 2710-2720, 2013.

BELASQUE JÚNIOR, J.; BASSANEZI, R. B.; SPÓSITO, M. B.; RIBEIRO, L. M.; JESUS JÚNIOR, W. C.; AMORIM, L. Escalas diagramáticas para avaliação da severidade do cancro cítrico. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 387-393, 2005.

BOCK, C. H.; POOLE, G.; PARKER, P. E.; GOTTWALD, T. R. Plant disease severity estimated visually, by digital photography and image analysis, and by hyperspectral imaging. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 29, p. 59-107, 2010.

BOCK, C. H.; CHIANG, K. S.; DEL PONTE, E. M. Accuracy of plant specimen disease severity estimates: concepts, history, methods, ramifications and challenges for the future. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v. 11, n. 39, p. 1-13, 2016.

BOTELHO, D. M. S.; RESENDE, M. L. V.; ANDRADE, V. T.; PEREIRA, A. A.; PATRICIO, F. R. A.; MENDES JUNIOR, P. R.; OGOSHI, C.; REZENDE, J. C.

Cercosporiosis resistance in coffee germplasm collection. **Euphytica**, v. 213, n. 6, p. 1-12, 2017.

BRAIDO, R.; GONÇALVES-ZULIANI, A. M. O.; JANEIRO, V.; CARVALHO, S. A.; BELASQUE JUNIOR, J.; BOCK, C. H.; NUNES, W. M. C. Development and validation of standard area diagrams as assessment aids for estimating the severity of citrus canker on unripe oranges. **Plant Disease**, v. 98, n. 11, p. 1543-1550, 2014.

BRAIDO, R.; GONÇALVES-ZULIANI, A. M. O.; NOCCHI, P. T. R.; BELASQUE JUNIOR, J.; JANEIRO, V.; BOCK, C. H., NUNES, W. M. C. A standard area diagram set to aid estimation of the severity of Asiatic citrus canker on ripe sweet orange fruit. **European Journal of Plant Pathology**, v. 141, p. 327–337, 2015.

BUENO, P. A. O.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; MATTOS, J. K. A. Incidência e severidade de septoriose (*Septoria passiflorae* Sydow) em mudas de 48 genótipos de maracujazeiro-azedo, sob casa de vegetação no Distrito Federal. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 2, p. 88-95. 2007.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. 1. ed. New York: John Wiley, 1990. 532 p.

CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIM, L.; DUARTE, H. S. S.; PARREIRA, D. F.; FERREIRA, P. A.; LANZA, F. E.; COSTA, R. V.; CASELA, C. R.; COTA, L. V. Development and validation of a standard area diagram set to estimate severity of leaf rust in *Coffea Arabica* and *C. canephora*. **Plant Pathology**, v. 60, p. 1144-1150, 2011.

CASTRO, A. P. G. **Desempenho agrônômico, diversidade genética e avaliação de doenças em progênies de maracujazeiro-azedo**. 2015. 204 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Curso de Pós Graduação em Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

CATÃO, H. C. R. M.; SALES, N. L. P.; MENEZES, J. B. C.; CAIXETA, F.; COSTA, C. A. Productive potential of the cherry tomato genotype group before infection by *Alternaria tomatophila*. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 2, p. 296-302, 2017.

CELOTO, M. I. B.; PAPA, M. F. S. Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da mancha alvo em folhas de acerola. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, p. 258-262, 2010.

CITADIN, I.; ASSMANN, A. P.; MAZARO, S. M.; GOUVEA, A.; DANNER, M. A.; MALAGI, G. Escala diagramática para avaliação da severidade de bacteriose em pessegueiro. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 327-330, 2008.

CORREIA, K. C.; MARTINS, R. B.; CAMARA, M. P. S.; MICHEREFF, S. J. Escala diagramática para avaliação da severidade da antracnose em pinha. **Ciência Rural**, v. 41, n. 1, p. 1-4, 2011.

CORREIA, K. C.; QUEIROZ, J. V. J.; MARTINS, R. B.; NICOLI, A.; DEL PONTE, E. M.; MICHEREFF, S. J. Development and evaluation of a standard area diagram set for the severity of phomopsis leaf blight on eggplant. **European Journal of Plant Pathology**, v. 149, p. 269–276, 2017.

CRUZ, C. D.; MILLS, D.; PAUL, P. A.; DORRANCE, A. E. Impact of brown spot caused by *Septoria glycines* on soybean in Ohio. **Plant Disease**, v. 94, n. 7, p. 820–826, 2010.

CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

DAMASCENO, V. F. F.; FURTADO, E. L.; FERREIRA FILHO, P. J. Comparação de dois métodos de elaboração e validação de escala diagramática para a quantificação da severidade da mancha de *Cylindrocladium* em eucalipto. **Summa Phytopathologica**, v. 40, n. 3, p. 248-255, 2014.

DE BEM, B. P.; BOGO, A.; EVERHART, S. E.; CASA, R. T.; GONÇALVES, M. J.; MARCON FILHO, J. L.; RUFATO, L.; SILVA, F. N.; ALLEBRANDT, R.; CUNHA, I. C. Effect of four training systems on the temporal dynamics of downy mildew in two grapevine cultivars in southern Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 41, n. 6, p. 370–379, 2016.

DE PAULA, P. V. A. A.; POZZA, E. A.; SANTOS, L. A.; CHAVES, E.; MACIEL, M. P.; PAULA, J. C. A. Diagrammatic scales for assessing brown eye spot (*Cercospora coffeicola*) in red and yellow coffee cherries. **Journal of Phytopathology**, v. 164, n. 10, p. 791-800, 2016.

DEL PONTE, E. M.; PETHYBRIDGE, S. J.; BOCK, C. H.; MICHEREFF, S. J.; MACHADO, F. J.; SPOLTI, P. Standard Area Diagrams for Aiding Severity Estimation: Scientometrics, Pathosystems, and Methodological Trends in the Last 25 Years. **Phytopathology**, v. 107, n. 10, p. 1161-1174, 2017.

DIAS, M. S. C. Principais doenças fúngicas e bacterianas do maracujazeiro. **Informe Agropecuário**, v. 21, n. 206, p. 34-38, 2000.

DIAZ, C. G.; BASSANEZI, R. B.; BERGAMIN FILHO, A. Desenvolvimento e validação de uma escala diagramática para *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* em feijoeiro. **Summa Phytopatologica**, v. 27, n. 7, p. 35-39, 2001.

DOLINSKI, M. A.; DUARTE, H. S. S.; SILVA, J. B.; DE MIO, LOUISE, L. M. Development and validation of a standard area diagram set for assessment of peach rust. **European Journal of Plant Pathology**, v. 148, n. 4, p. 817-824, 2017.

DUAN, J.; ZHAO, B.; WANG, Y.; YANG, W. Development and validation of a standard area diagram set to aid estimation of bacterial spot severity on tomato leaves. **European Journal of Plant Pathology**, v. 142, p. 665–675, 2015.

DUARTE, H. S. S.; ZAMBOLIM, L.; CAPUCHO, A. S.; NOGUEIRA JR., A. F.; ROSADO, A. W. C.; CARDOSO, C. R.; PAUL, P. A.; MIZUBUTI, E. S. G. Development and validation of a set of standard area diagrams to estimate severity of potato early blight. **European Journal of Plant Pathology**, v. 137, n. 2, p. 249–257, 2013.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; OLIVEIRA, E. J.; PEIXOTO, J. R.; COSTA, A. M. **Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro: histórico e perspectivas**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2011. 36p.

FEIJÓ, F. M.; SILVA, W. C.; ASSUNÇÃO, I. P.; MARTINS, R. B.; MICHEREFF, S. J.; LIMA, G. S. A. Análise de escala diagramática para avaliação da severidade da antracnose das vagens de feijão-fava. **Ciência Agrícola**, v. 15, n. 1, p. 43-51, 2017.

FILIPPI, C.V.; ZUBRZYCKI, J. E.; DI RIENZO, J.A.; QUIROZ, F.; FUSARI, C.M.; ALVAREZ, D.; MARINGOLO, C.A.; CORDES, D.; ESCANDE, A.; HOPP, H.E.; HEINZ, R.A.; LIA, V.V.; PANIEGO, N.B. Phenotyping sunflower genetic resources for *Sclerotinia* head rot response: assessing variability for disease resistance breeding. **Plant Disease**, v. 101, n. 11, p. 1941-1948, 2017.

FISCHER, I. H.; ALVES, S. A. M.; ALMEIDA, A. M.; ARRUDA, M. C.; BERTANI, R. M. A.; GARCIA, M. J. M. Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da severidade da antracnose em frutos de maracujá amarelo. **Summa Phytopathologica**, v. 35, n. 3, p. 226-228, 2009.

FISCHER, I. H.; REZENDE, J. A. M. Diseases of Passion Flower. **Pest Technology**, v. 2, n. 1, p. 1-19, 2008.

FORBES, G. A.; JEGER, M. J. Factors affecting the estimation of disease intensity in simulated plant structures. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, v. 94, p. 113-120, 1987.

GILIO, T. A. S.; ARAÚJO, D. V.; KRAUSE, W.; ROSA, H. H. R.; ASCARI, J. P. Divergência genética em genótipos de algodão em condições de safra e safrinha. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 2, p. 377-390, 2017.

GODOY, C. V.; CARNEIRO, S. M. T. P. G.; IMAUTI, M. T.; DALLA PRIA, M.; AMORIM, L.; BERGER, R. D.; BERGAMIN FILHO, A. Diagrammatic scales for bean

disease: development and validation. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, v. 104, n. 4, p. 336-345, 1997.

GOMES, D. P.; ROCHA, V. S.; PEREIRA, O. L.; SOUZA, M. A. Damage of wheat blast on the productivity and quality of seeds as a function of the initial inoculum in the field. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 1, p. 66-74, 2017.

GONZÁLEZ-DOMÍNGUEZ, E.; MARTINS, R. B.; DEL PONTE, E. M.; MICHEREFF, S. J.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; ARMENGOL, J. Development and validation of a standard area diagram set to aid assessment of severity of loquat scab on fruit. **European Journal of Plant Pathology**, v. 139, p. 413-422, 2014.

GYAWALI, S.; VERMA, R.P.S.; KUMAR, S.; BHARDWAJ, S.C.; GANGWAR, O.P.; SELVAKUMAR, R.; SHEKHAWAT, P.S.; REHMAN, S.; SHARMA-POUDYAL, D. Seedling and adult-plant stage resistance of a world collection of barley genotypes to stripe rust. **Journal of Phytopathology**, v. 166, n. 1, p. 18-27, 2018.

HAU, B.; KRANZ, J.; KONIG, R. Fehler beim Schätzen von Befallsstärken bei Pflanzenkrankheiten. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, v. 96, p. 649-674, 1989.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal – Culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 62 p.

ISHIDA, A. K. N.; HALFED-VIEIRA, B. A. **Mancha-Bacteriana do Maracujazeiro (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*): Etiologia e Estratégias de Controle**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 23 p.

JUNQUEIRA, N. T. V.; ANJOS, J. R. N.; SILVA, A. P. O.; CHAVES, R. C.; GOMES, A. C. Reação às doenças e produtividade de onze cultivares de maracujá-azedo cultivadas sem agrotóxicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 8, p. 1005-1010, 2003.

JUNQUEIRA, N. T. V.; SUSSEL, A. A. B.; JUNQUEIRA, K. P.; ZACARONI, A. B.; BRAGA, M. F. Doenças. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. (Ed.). **Maracujá: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2016. p. 169-180. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

KLOSOWSKI, A. C.; RUARO, L.; BESPALHOK FILHO, J. C.; DE MIO, L. L. M. Proposta e validação de escala para a ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, n. 2, p. 166-171, 2013.

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

KUDO, A. S.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BLUM, L. E. B. Suscetibilidade de genótipos de maracujazeiro-azedo à septoriose em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 1, p. 200-205, 2012.

KUROSAWA, R. N. F.; AMARAL JUNIOR, A. T.; VIVAS, J. M. S.; GUIMARÃES, A. G.; MIRANDA, S. B.; DIAS, V. M.; SCAPIM, C. A. Potential of popcorn germplasm as a source of resistance to ear rot. **Bragantia**, v. 76, n. 3, p. 378-385, 2017.

LAGE, C. A. C.; MAROUELLI, W. A.; DUARTE, H. S. S.; CAFÉ-FILHO, A. C. Standard area diagrams for assessment of powdery mildew severity on tomato leaves and leaflets. **Crop Protection**, v. 67, p. 26-34, 2015.

LAZAROTO, A.; SANTOS, I.; KONFLANZ, V. A.; MALAGI, G.; CAMOCHENA, R. C. Escala diagramática para avaliação de severidade da helmintosporiose comum em milho. **Ciência Rural**, v. 42, n. 12, 2012.

LEITE, M. E.; DIAS, J. A.; SOUZA, D. A.; ALVES, F. C.; PINHEIRO, L. R.; SANTOS, J. B. Increasing the resistance of common bean to white mold through recurrent selection. **Scientia Agricola**, v. 73, n. 1, p. 71-78, 2016.

LEITE, R. M. V. B. C.; AMORIM, L. Elaboração e validação de escala diagramática para mancha de *Alternaria* em girassol. **Summa Phytopathologica**, v. 28, n. 1, p. 14-19, 2002.

LENZ, G.; COSTA, I. D.; BALARDINI, R. S.; STEFANELO, M. S.; MARQUES, L. N.; ARRUÉ, A. Escala diagramática para avaliação de severidade de mancha-de-septoria em girassol. **Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 2527-2530, 2009.

LENZ, G.; BERLADIN, R. S.; CORTE, G. D.; MARQUES, L. N.; DEBONA, D. Escala diagramática para avaliação de severidade de mancha-parda em arroz. **Ciência Rural**, v. 40, p. 752–758, 2010.

LIBRELON, S. S.; SOUZA, E. A.; PEREIRA, R.; POZZA, E. A.; ABREU, A. F. B. Diagrammatic scale to evaluate angular leaf spot severity in primary leaves of common bean. **Australasian Plant Pathology**, v. 44, p.3 85–395, 2015.

LIMA, H. E.; NECHET, K. L.; HALFELD-VIEIRA, B. A.; OLIVEIRA, J. R.; DUARTE, H. S. S.; QUEIROZ, E. S.; OLIVEIRAM F. L. Elaboração e validação de escalas diagramáticas para avaliação da severidade da mancha-bacteriana do feijão-caupi em cultivares com trifólios morfológicamente distintos. **Ciência Rural**, v. 43, n. 10, p. 1735-1743, 2013.

LIN, L. I. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. **Biometrics**, v. 45, p. 255–268, 1989.

MADDEN, L. V.; HUGHES, G.; VAN DEN BOSCH, F. **The study of plant disease epidemics**. St. Paul: APS Press, 2007. 421 p.

MALAVOLTA JR., V. A. Bacterioses do maracujazeiro. In: RUGGIERO, C. (Ed.). **Maracujá: do plantio à colheita**. Jaboticabal: FUNEP, 1998. p. 217-229.

MARCUZZO, L. L.; DUARTE, T. S.; ROSA NETO, A. J.; HOFFMANN, F. Efeito de fosfito de potássio e de fungicidas no controle da cercosporiose (*Cercospora beticola*) da beterraba. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 2, p. 186-187, 2016.

MARTINS, M. C.; GUERZONI, R. A.; CÂMARA, G. M. S.; MATTIAZZI, P.; LORENÇO, S. A.; AMORIM, L. Escala diagramática para quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 179-184, 2004.

MCBRIDE, G. B. **A proposal for strength-of-agreement criteria for Lin's Concordance Correlation Coefficient**. National Institute of Water & Atmospheric Research Client Report: HAM2005-062, 2005. 10 p.

MESQUINI, R. M.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; GODOY, C. V.; VIEIRA, R. A.; ZARATE, N. A. H.; VIEIRA, M. C. Escala diagramática para a quantificação de *Septoria apiicola* e *Cercospora arracacina* em mandioquinha-salsa. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n. 4, p. 250-255, 2009.

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

NICOLI, A.; COSTA, R. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; ZAMBOLIM, L.; LANZA, F. E.; GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. Validação de escala diagramática para quantificação da severidade da antracnose do colmo do milho. **Ciência Rural**, v. 45, n. 10, p. 1720-1726, 2015.

NITA, M.; ELLIS, M. A.; MADDEN, L. V. Reliability and accuracy of visual estimation of *Phomopsis* leaf blight of strawberry. **Phytopathology**, v. 93, p. 995-1005, 2003.

NOGUEIRA, I. **Caracterização agronômica e físico-química de progênies de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) no Distrito Federal**. 2016. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

NUÑEZ, A. M. P.; MONTEIRO, F. P.; PACHECO, L. P.; RODRÍGUEZ, G. A. A.; NOGUEIRA, C. C. A.; PINTO, F. A. M. F.; MEDEIROS, F. A. V.; SOUZA, J. T.

Development and validation of a diagrammatic scale to assess the severity of black rot of crucifers in Kale. **Journal of Phytopathology**, v. 165, n. 3, p. 195-203, 2017.

NUTTER JR., F. W.; ESKER, P. D.; COELHO NETTO, R. A. Disease assessment concepts and the advancements made in improving the accuracy and precision of plant disease data. **European Journal of Plant Pathology**, v. 115, n. 1, p. 95-103, 2006.

NUTTER JR., 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**, v. 83, p. 806–812, 1993.

NUTTER JR., F. W.; SCHULTZ, P. M. Improving the accuracy and precision of disease assessment: selection of methods and use of computer-aided training programs. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 17, n. 2, p. 174-184, 1995.

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

NUTTER, F. W.; WORAWITLIKIT, O. Disease.Pro: a computer program for evaluating and improving a person ability to assess disease proportion. **Phytopathology**, v. 79, p. 1135, 1989.

ORTEGA-ACOSTA, S. Á.; VELASCO-CRUZ, C.; HERNÁNDEZ-MORALES, J.; OCHOA-MARTÍNEZ, D. L.; HERNÁNDEZ-RUIZ, J. Escalas logarítmicas diagramáticas para evaluar la severidad del manchado de hojas y cálices de jamaica. **Revista Mexicana de Fitopatología**, v. 34, n. 3, p. 270-285, 2016.

PARREIRA, D. F.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, R. V. C.; SILVA, D. D.; MARCONDES, M. M.; LANZA, F. E.; NEVES, W. S.; FIGUEIREDO, J. E. F.; SOUZA, A. G. C.; COTA, L. V. A method for *Colletotrichum graminicola* inoculation in maize stalks. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 1, p. 53-64, 2016.

PASSADOR, M. M.; PORCENA, A. S.; MASSON, M. V.; DE PIERI, C.; FINKENAUER, E.; FURTADO, E. L. Escala diagramática para quantificação da severidade de manchas em folhas de *Eucalyptus globulus* Labill. causadas por *Teratosphaeria nubilosa* (Cooke) Crous & U. Braun. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 2, p. 521-528, 2013.

PEDROSO, C.; LAGE, D. A. C.; HENZ, G. P.; CAFÉ-FILHO, A. C. Development and validation of a diagrammatic scale for estimation of anthracnose on sweet pepper fruits for epidemiological studies. **Journal of Plant Pathology**, v. 93, n. 1, p. 219-225, 2011.

PEREIRA, A. B.; NOVA, N. A. V.; RAMOS, V. J.; PEREIRA, A. R. Potato potential yield based on climatic elements and cultivar characteristics. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 327-334, 2008.

PERUCH, L. A. M.; COLARICCIO, A.; SCHROEDER, A. L. Sintomas e controle das principais doenças do maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 24, n. 2, p. 42-45, 2011.

PINTO, P. H. D.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; MATTOS, J. K. A.; MELO, B. Reação de progênies de maracujá-azedo a septoriose *Septoria passiflorae* Sydow. **Bioscience Journal**, v. 22, n. 2, p. 61-67, 2006.

PIO-RIBEIRO, G.; MARIANO, L. R. Doenças do maracujazeiro (*Passiflora* spp.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v.2.

POLIZEL, A. C.; JULIATTI, F. C. Quantificação de doenças foliares da soja por escalas diagramáticas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 11, p. 1-9, 2010.

POLTRONIERI, T. P.; SILVEIRA, S. F.; VIVAS, M.; SANTA CATARINA, R.; CORTES, D. F.; AZEVEDO, A. O.; PEREIRA, M. G. Selecting black-spot resistant papaya genotypes derived from backcrossing and hybrids. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 1, gmr16019401.

QUIRINO, T. R. Agricultura e meio ambiente: tendências. In: SILVEIRA, M. A.; VILELA, S. L. O. (Ed.). **Globalização e sustentabilidade da agricultura**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1998. p. 109-138. (Documentos, 15).

RIOS, J. A.; DEBONA, D.; DUARTE, H. S. S.; RODRIGUES, F. A. Development and validation of a standard area diagram set to assess blast severity on wheat leaves. **European Journal of Plant Pathology**, v. 136, p. 603-611, 2013.

SACHET, M. R.; DANNER, M. A.; CITADIN, I.; PERTILLE, R. H.; GUERREZI, M. T. Standard area diagram set for olive leaf spot assessment. **Ciência Rural**, v. 47, n. 6, e20160923, 2017a.

SACHET, M. R.; CITADIN, I.; DANNER, M. A.; GUERREZI, M. T.; PERTILLE, R. H. DiseasePlan - a spreadsheet application for training people to assess disease severity and to assist with standard area diagram development. **Ciência Rural**, v. 47, n. 6, e20160924, 2017b.

SACHS, P. J. D.; NEVES, C. C. S. V. J.; CANTERI, M. G.; SACHS, L. G. Diagrammatic scale for assesment of the *Phaeosphaeria* leaf spot severity in maize. **Summa Phytopathologica**, v. 37, p. 202-204, 2011.

SANTOS, C. E. M.; PISSIONI, L. L. M.; MORGADO, M. A. D.; CRUZ, C. D.; BRUCKNER, C. H. Estratégias de seleção em progênies de maracujazeiro amarelo quanto ao vigor e incidência de verrugose. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 444-449, 2008.

SANTOS, P. H. D.; MUSSI-DIAS, V.; FREIRE, M. G. M.; CARVALHO, B. M.; SILVEIRA, S. F. Diagrammatic scale of severity for postharvest black rot (*Ceratocystis paradoxa*) in coconut palm fruits. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 4, p. 269-275, 2017.

SANTOS FILHO, H. P.; SANTOS, C. C. F. Doenças causadas por fungos. In: SANTOS FILHO, H.P.; JUNQUEIRA, N.T.V. (Ed.). **Maracujá: fitossanidade**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 12-21.

SCHNEIDER, C. A.; RASBAND, W. S.; ELICEIRI, K. W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. **Nature Methods**, v. 9, p. 671-675, 2012.

SINGH, A. K.; SHARMA, J. B.; VINOD; SINGH, P. K.; SINGH, A.; MALLICK, N. Genetics and mapping of a new leaf rust resistance gene in *Triticum aestivum* L. × *Triticum timopheevii* Zhuk. derivative 'Selection G12'. **Journal of Genetics**, v. 96, n. 2, p. 291–297, 2017.

SHOUKRI, M. M.; PAUSE, C. A. **Statistical Methods for Health Science**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 1999. 384 p.

STONEHOUSE, J. Assessment of Andean bean diseases using visual keys. **Plant Pathology**, v. 43, p. 519-527, 1994.

SUSSEL, A. A. B. **Estudo da Epidemiologia da Verrugose-do-Maracujazeiro**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2015. 33 p.

SUSSEL, A. A. B. **Manejo de Doenças Fúngicas em Goiaba e Maracujá**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2010. 43 p.

TOMERLIN, J. R.; HOWELL, T. A. Distrain: a computer program for training people to estimate disease severity on cereal leaves. **Plant Disease**, v. 72, p. 455-459, 1988.

VALE, F. X. R.; JESUS JUNIOR, W. C.; LIBERATO, J. R.; SOUZA, C. A. Quantificação de doenças e do crescimento do hospedeiro. In: VALE, F. X. R.; JESUS JUNIOR, W. C.; ZAMBOLIN, L. (Ed.). **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfíl, 2004. p. 91-121.

VALERIANO, R.; POZZA, E. A.; SANTOS, L. A.; CHAVES, E.; BARBOSA JR, M. P.; FERREIRA, M. A. Escala diagramática e reação diferencial de clones para Oídio do Eucalipto. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 105, p. 51-61, 2015.

VENTURINI, M. T.; SANTOS, L. R.; OLIVEIRA, E. J. Development of a diagrammatic scale for the evaluation of postharvest physiological deterioration in cassava roots. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 8, p. 658-668, 2015.

VIEIRA, R. A.; MESQUINI, R. M.; SILVA, C. N.; HATA, F. T.; TESSMANN, D. J.; SCAPIM, C. A. A new diagrammatic scale for the assessment of northern corn leaf blight. **Crop Protection**, v. 56, p. 55-57, 2014.

VIANA, C. A. S.; PIRES, M. C.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BLUM, L. E. B. Genótipos de maracujazeiro-azedo com resistência à bacteriose. **Bioscience Journal**, v. 30, suplemento 2, p. 591-598, 2014.

VIVAS, M.; TERRA, C. E. P. S.; SILVEIRA, S. F.; FONTES, R. V.; PEREIRA, M. G. Escala diagramática para avaliação da severidade da pinta-preta em frutos de mamoeiro. **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 2, p. 161-163, 2010.

XAVIER, S. A.; MARTINS, D. C.; FANTIN, L. H.; CANTERI, M. G. Older leaf tissues in younger plants are more susceptible to soybean rust. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 39, n. 1, p. 17-24, 2017.

YADAV, N. V.; VOS, S. M.; BOCK, C. H.; WOOD, B. W. Development and validation of standard area diagrams to aid assessment of pecan scab symptoms on fruit. **Plant Pathology**, v. 62, n. 2, p. 325-335, 2013.

YAMASHIRO, T. Principais doenças fúngicas e bacterianas no maracujazeiro, encontradas no Brasil. In: SÃO JOSÉ, A. R.; FERREIRA, F. R.; VAZ, R.L. (Ed.) **A Cultura do Maracujá no Brasil**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. p. 169-174.

**ELABORAÇÃO E VALIDAÇÃO DE ESCALAS DIAGRAMÁTICAS PARA A
QUANTIFICAÇÃO DA SEVERIDADE DA ANTRACNOSE, BACTERIOSE,
SEPTORIOSE E VERRUGOSE EM FOLHAS DO MARACUJAZEIRO AZEDO**

RESUMO

O Brasil é um importante centro de diversidade do maracujá e maior produtor mundial da fruta, mas diversas doenças comprometem a produtividade, qualidade e longevidade da cultura. Devido à inexistência de métodos padronizados para a quantificação da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*), bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*), septoriose (*Septoria passiflorae*) e verrugose (*Cladosporium* spp.) em folhas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis*), foram desenvolvidas e validadas escalas diagramáticas para a avaliação da severidade destas doenças em folhas inteiras e trilobadas. As escalas diagramáticas apresentaram os níveis de severidade a seguir: antracnose folhas inteiras (1; 3; 6; 11; 20 e 27%), antracnose folhas trilobadas (1; 2; 4; 7 e 16%), bacteriose folhas inteiras (3; 6; 12; 25; 50; 77 e 88%), bacteriose folhas trilobadas (2; 4; 9; 18; 35; 58; 80 e 94%), septoriose folhas inteiras (1; 3; 5; 12; 20 e 31%) e verrugose folhas trilobadas (1; 3; 6; 11; 21 e 33%). A validação das escalas diagramáticas foi realizada por imagens de 50 folhas, inteiras ou trilobadas, com diferentes severidades de cada doença. Os 20 avaliadores foram divididos em quatro grupos (G1 e G3, sem experiência; G2 e G4, com experiência) que inicialmente estimaram a severidade da doença sem auxílio da escala. Posteriormente, G1 e G2 fizeram outra avaliação sem escala, e G3 e G4 realizaram a avaliação com auxílio da escala proposta para cada doença. A acurácia e a precisão de cada avaliador foram determinadas por regressão linear simples entre a severidade real e a severidade estimada pelo avaliador. A análise de correlação de concordância de Lin foi utilizada de forma auxiliar para quantificar a acurácia e precisão das estimativas. As escalas propostas permitiram quantificar as severidades da antracnose, bacteriose, septoriose e verrugose em folhas inteiras e trilobadas do maracujazeiro azedo de forma acurada e precisa, aumentando a concordância entre os valores estimados e os valores reais. Os erros constantes e sistemáticos foram reduzidos, indicando que os valores de severidade estimados se aproximaram dos valores reais. O aumento da precisão das estimativas visuais com a utilização das escalas foi verificado pelo incremento dos coeficientes de determinação, pela redução dos erros absolutos e pelo aumento da reprodutibilidade das estimativas entre pares de avaliadores, demonstrando uma maior padronização nas avaliações dos diferentes avaliadores. Os avaliadores inexperientes foram mais beneficiados pelo uso das escalas na avaliação da bacteriose, nos dois tipos de folhas. O aumento da acurácia e precisão nos grupos que realizaram dupla avaliação sem escala, quando ocorreu, foi mais discreta que os incrementos observados para os avaliadores

que utilizaram as escalas. A análise de concordância de Lin confirmou os incrementos da acurácia e precisão detectados pela análise de regressão linear. O uso das escalas desenvolvidas neste estudo proporcionará melhores avaliações da severidade das doenças.

Palavras-chave: *Passiflora edulis*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*, *Septoria passiflorae*, *Cladosporium* spp., fitopatometria.

ABSTRACT

Brazil is an important diversity center of passion fruit and the world's largest producer of the fruit. However, several diseases threaten the crop's yield, quality, and longevity. Due to the lack of standardized methods for quantifying anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*), bacterial spot (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*), septoriosis (*Septoria passiflorae*), and scab (*Cladosporium* spp.) on passion fruit (*Passiflora edulis*) leaves, diagrammatic scales were developed and validated to evaluate the severity of such diseases in entire-margined and lobed leaves. The diagrammatic scales presented the following severity levels: anthracnose entire-margined leaves (1; 3; 6; 11; 20, and 27%), anthracnose lobed leaves (1; 2; 4; 7, and 16%), bacterial spot entire-margined leaves (3; 6; 12; 25; 50; 77, and 88%), bacterial spot lobed leaves (2; 4; 9; 18; 35; 58; 80, and 94%), septoriosis entire-margined leaves (1; 3; 5; 12; 20, and 31%), and scab lobed leaves (1; 3; 6; 11; 21, and 33%). The scales were validated by 50 leaves, entire-margined or lobed, images with different severity levels of each disease. The 20 evaluators were divided into four groups (G1 and G3, inexperienced; G2 and G4, experienced) who initially estimated the disease severity without the aid of the scale. Subsequently, G1 and G2 performed the second evaluation without scale, and G3 and G4 completed the second evaluation with the proposed scale for each disease. The accuracy and precision of the assessments of each rater were determined by simple linear regression between actual and estimated severity. Lin's concordance correlation coefficient was used as an auxiliary tool to evaluate the accuracy and precision of the estimates. The proposed diagrammatic scales allowed accurate and precise quantification of anthracnose, bacterial spot, septoriosis, and scab severities in entire-margined and lobed leaves of yellow passion fruit, increasing the concordance between estimated and actual values. A reduction in the constant and systematic errors was observed, indicating that the estimated severities approximated the actual values. The increased precision of the visual estimates with the use of the scales was verified by the increase of the coefficient of determination, by the markedly reduction of the absolute errors, and by the increase of the reproducibility of the estimates between pairs of evaluators, suggesting a greater standardization in the estimates of the evaluators. Inexperienced evaluators benefited the most from the use of the scales in the bacterial spot evaluations, for both leaf types. The increase in accuracy and precision, if present, in the non-aided groups, was less pronounced than those increments observed in the scale-aided groups. Lin's concordance correlation coefficient confirmed the increases in

accuracy and precision detected by the linear regression analysis. The utilization of the diagrammatic scales developed and validated in this study will provide better quality evaluations of the severity of the diseases.

Keywords: *Passiflora edulis*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*, *Septoria passiflorae*, *Cladosporium* spp., diagrammatic scales, phytopatometry.

3.1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de maracujá, com produção de 703.489 toneladas em 49.889 ha colhidos (IBGE, 2016). O maracujazeiro azedo ou amarelo (*Passiflora edulis* Sims) é a espécie mais cultivada e comercializada no Brasil. Seus frutos são utilizados tanto para consumo *in natura* como para fins industriais (CARVALHO et al., 2015).

Apesar da ampla importância social e econômica do maracujazeiro, a exploração desta fruteira tem experimentado oscilações em sua área de plantio e produção devido à ocorrência de diversos problemas fitossanitários. Tais problemas comprometem a produtividade da cultura podendo, inclusive, inviabilizar o cultivo do maracujazeiro em algumas áreas. Dentre as limitações encontradas, destacam-se as doenças de origem fúngica e bacteriana (SANTOS FILHO e SANTOS, 2003; FISCHER et al., 2005).

A antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) apresenta grande importância por causar danos a toda parte aérea da planta em qualquer idade. Apresenta difícil controle quando as condições climáticas são favoráveis a epidemias (PIO-RIBEIRO; MARIANO, 1997; DIAS, 2000). Causa desfolha intensa, seca dos ponteiros e ramos, queda dos botões florais e lesões nos frutos, depreciando-os para o comércio (CARVALHO et al., 2015; JOY; SHERIN, 2016). Os sintomas iniciais nas folhas são manchas pequenas, arredondadas e encharcadas que evoluem para lesões pardo escuras e de formato irregular (PERUCH et al., 2011). O centro das manchas possui coloração acinzentada e frequentemente se rompe (FISCHER; REZENDE, 2008). As manchas podem coalescer e atingir mais de 30% da lâmina foliar (SANTOS FILHO; SANTOS, 2003), resultando em abscisão das folhas e enfraquecimento da planta (DIAS, 2000; SUSSEL, 2010).

A septoriose (*Septoria passiflorae* Sydow) é uma doença fúngica que afeta folhas, ramos e frutos do maracujazeiro. Nas folhas, os órgãos mais afetados e onde os primeiros sintomas aparecem, ocorrem manchas necróticas circulares de coloração pardo-clara ou avermelhada e com bordos castanhos. Quando a doença ocorre nas folhas, estas secam e caem. As folhas novas, antes da queda, apresentam-se enrugadas e o ponteiro morre, estimulando brotações laterais (DIAS, 2000). Em ataques severos, o potencial produtivo e o completo desenvolvimento da planta são comprometidos devido à intensa desfolha causada pela doença (SUSSEL, 2010).

A verrugose ou cladosporiose (*Cladosporium* spp.) manifesta-se em todos os órgãos da planta, principalmente em tecidos em fase de crescimento (SUSSEL, 2015). A verrugose provoca intensa desfolha, afetando o desenvolvimento da planta e diminui a frutificação (CARVALHO et al., 2015). Além disso, quando ataca os frutos, pode inviabilizar a sua comercialização (DIAS, 2000). Nas folhas, verificam-se manchas pequenas, circulares, inicialmente translúcidas e posteriormente necróticas (PIO-RIBEIRO; MARIANO, 1997). Quando as lesões estão localizadas próximas ou sobre as nervuras, deformações ou encarquilhamento das folhas são observados. Perfurações no limbo foliar podem ocorrer devido ao desprendimento do tecido afetado (DIAS, 2000; COSTA et al., 2008). Normalmente há abscisão foliar (FISCHER; REZENDE, 2008).

A bacteriose [*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* (Pereira) Gonçalves e Rosato] tem comprometido a cultura do maracujazeiro azedo principalmente devido ao seu difícil controle (ISHIDA et al., 2017). As lesões iniciais nas folhas apresentam aspecto oleoso e coloração pardo clara. Posteriormente, adquirem coloração marrom, forma irregular, podendo coalescer e atingir todo o limbo foliar. A infecção pode avançar através das nervuras das folhas, evoluindo para o pecíolo, até alcançar os feixes vasculares mais finos, resultando em uma invasão sistêmica na planta (DIAS, 2000; FISCHER et al., 2007). A doença acarreta intensa desfolha e a seca dos ramos a partir das extremidades, o que reduz drasticamente a frutificação, podendo causar a morte de toda a planta e até mesmo a perda total do pomar (DIAS, 2000; CARVALHO et al., 2015).

Estimativas acuradas e precisas da severidade das doenças são fundamentais para que decisões apropriadas sejam tomadas no manejo das doenças, para monitorar o progresso da doença no tempo e minimizar o impacto da doença na produtividade. Além disso, estimativas acuradas e precisas são essenciais para a identificação de fontes de resistência e seleção de genótipos (DUARTE et al., 2013; BRAIDO et al., 2014). Geralmente os pesquisadores estimam a severidade das doenças com auxílio de escalas diagramáticas, imagens de referência que representam níveis de severidade em porcentagem. Escalas diagramáticas fornecem avaliações mais acuradas, precisas e confiáveis que outros métodos (PETHYBRIDGE; MELSON, 2018).

Apesar da grande importância das doenças na cultura do maracujazeiro azedo, a única escala diagramática validada para a quantificação de doenças nesta cultura foi a desenvolvida por Fischer et al. (2009) para a avaliação da antracnose em frutos. Considerando a importância econômica, social e alimentar da cultura do maracujazeiro azedo, o impacto das

doenças da parte aérea na produção brasileira desta cultura e a inexistência de métodos padronizados para a quantificação da severidade destas doenças em folhas do maracujazeiro azedo, os objetivos deste estudo foram: (1) desenvolver e validar escalas diagramáticas para a avaliação da severidade da antracnose, bacteriose, septoriose e verrugose em folhas inteiras e trilobadas do maracujazeiro azedo; (2) comparar a acurácia, precisão e concordância das estimativas de severidade destas das doenças sem e com o auxílio das escalas; (3) comparar a acurácia, precisão e concordância das estimativas dos avaliadores inexperientes e experientes.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. Elaboração das escalas diagramáticas

Para a elaboração da escala diagramática, 50 folhas maracujazeiro azedo com diferentes níveis de severidade da antracnose, bacteriose, septoriose e verrugose foram coletadas para cada doença. As folhas inteiras (BRS Gigante Amarelo, Yellow Master FB200 e genótipos em processo de melhoramento genético) com sintomas da antracnose, bacteriose e septoriose foram coletadas em plantas no estágio vegetativo de mudas (~3 meses de idade), mantidas sob cultivo protegido, na Estação Experimental de Biologia (15°44'13''S e 47°52'57''W, 1010 m) da Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF.

As folhas trilobadas (BRS Gigante Amarelo e Yellow Master FB200) com sintomas da antracnose, bacteriose e verrugose foram coletadas no campo de produção da Fazenda Santo Antônio (15°30'15,08''S e 47°29'56,92''W, 955 m), Núcleo Rural Pipiripau, Planaltina, DF. As plantas se encontravam em plena fase de frutificação, sendo conduzidas no sistema de espaldeira, com adoção de todas as práticas culturais, incluindo irrigação por gotejamento, calagem e adubação de plantio e cobertura, controle mecânico e químico de plantas daninhas e manejo fitossanitário de doenças e pragas.

A face adaxial de cada folha foi fotografada com câmara digital (Canon Powershot SX40 HS, 12,1 megapixels; Canon Inc., Tóquio, Japão), montada a 45 cm de altura de cada folha. As imagens digitalizadas foram transferidas para um microcomputador e com auxílio do programa IMAGE J (SCHNEIDER et al., 2012), foram determinadas a área total e a área foliar lesionada, obtendo-se a severidade da doença (% lesionada da folha).

Os limites inferior e superior da escala diagramática foram definidos como a mínima e a máxima proporção, respectivamente, de área foliar lesionada. Os níveis intermediários foram estabelecidos em função da forma e distribuição mais frequentes das lesões, respeitando as limitações da acuidade visual humana com base na “Lei do estímulo de Weber-Fechner” (NUTTER; SCHULTZ, 1995). Depois de estabelecidas as porcentagens de doença e seus correspondentes níveis a serem representados na escala, desenhos de uma folha de maracujá com área conhecida foram reproduzidos, e neles representados os sintomas de cada nível. Os padrões de distribuição da doença observados no campo e em cultivo protegido foram mantidos.

3.2.2. Validação das escalas diagramáticas

O teste de acuidade visual e a validação da escala foram realizados com as imagens de 50 folhas com diferentes níveis de severidade de cada doença e com porcentagem de área foliar lesionada previamente conhecida. Para cada doença, foram selecionados vinte avaliadores (dez com experiência prévia e dez sem experiência prévia na quantificação de doenças), os quais foram divididos em quatro grupos de 5 avaliadores (G1 e G3, sem experiência prévia; G2 e G4, com experiência prévia). Inicialmente, cada grupo estimou a severidade da doença, em porcentagem, para cada uma das 50 imagens de folhas organizadas de forma aleatória quanto à severidade, sem auxílio da escala diagramática. Posteriormente, as mesmas imagens foram apresentadas aos grupos G1 e G2, que fizeram outra avaliação sem escala, e aos grupos G3 e G4, que realizaram a avaliação com auxílio da escala diagramática proposta para cada doença.

A acurácia e a precisão dos avaliadores foram determinadas por regressão linear entre a severidade real, como variável independente e a severidade estimada pelo avaliador, como variável dependente (NUTTER; SCHULTZ, 1995). A acurácia das estimativas de cada avaliador foi determinada pelo teste t aplicado ao intercepto da regressão linear (a) para verificar se este foi significativamente diferente de 0 e ao coeficiente angular da reta (b) para testar se foi significativamente diferente de 1 ($P \leq 0,05$). Valores de intercepto significativamente diferentes de 0 indicam a presença de desvios constantes, enquanto valores de coeficiente angular da reta que diferem de 1 indicam desvios sistemáticos (NUTTER; SCHULTZ, 1995). Deste modo, foram considerados avaliadores com maior acurácia aqueles cujas estimativas proporcionaram equações de regressão linear com valores de “ a ” e “ b ” não diferindo significativamente de 0 e 1 pelo teste t .

A precisão das estimativas foi obtida pelo coeficiente de determinação da regressão (R^2) e pela variância dos erros absolutos (diferença entre severidade estimada e real) (KRANZ, 1988; CAMPBELL; MADDEN, 1990). Os erros absolutos foram comparados pelo teste t de Student ($P \leq 0,05$). Foram considerados avaliadores com maior precisão aqueles que tiveram ajuste do modelo linear com maiores valores de R^2 . Para fins de avaliação dos resíduos, foram adotados os critérios utilizados nos programas de computador para treinamento de avaliadores de severidade de doenças [Distrain (TOMERLIN; HOWELL, 1988) e Disease.Pro (NUTTER; WORAWITLIKIT, 1989)], os quais classificam como excelente o avaliador cujos erros sejam inferiores a 5%, e como bom aquele com erros inferiores a 10%. Além disso, registrou-se o

erro máximo médio de cada grupo indicando, em valor absoluto, a diferença da sua estimativa mais distante do valor real da severidade. A reprodutibilidade das estimativas ou confiança entre avaliadores foi determinada pelos valores de R^2 (NUTTER; SCHULTZ, 1995) obtidos de regressões lineares entre as severidades estimadas da mesma unidade amostral por diferentes avaliadores, combinados em pares.

Além da regressão linear entre severidade real e severidade estimada, a acurácia e a precisão também foram determinadas por meio da análise de correlação de concordância de Lin (ρ_c), que combina as medidas de acurácia e precisão para avaliar o grau em que os pares das observações se deslocam em relação à linha concordante de 45° (com intercepto = 0 e inclinação = 1), ou reta 1:1. O coeficiente de correlação de concordância de Lin é expresso por $\rho_c = C_b \cdot r$, em que C_b é um fator de correção do desvio que mede a distância entre a linha ajustada da regressão e a linha concordante de 45° e, portanto, é uma medida de acurácia; e r , é o coeficiente de correlação entre a severidade estimada (Y) e a severidade real (X), sendo uma medida de precisão. C_b é derivado de: $C_b = [(v + 1 / v + u^2) / 2]^{-1}$, em que $v = \sigma_y / \sigma_x$, sendo σ_y e σ_x os desvios padrão de Y e X, respectivamente; e $u = (\mu_y - \mu_x) / (\sigma_y \cdot \sigma_x)^{-1/2}$, em que μ_y e μ_x os valores médios de Y e X, respectivamente. O componente v mede a diferença entre os valores reais e estimados, sendo definido pela diferença na inclinação das duas linhas (linha ajustada da regressão com a linha concordante). Inclinações iguais para as duas linhas implicam em um valor de v igual a 1. O termo u reflete a mudança de localização da linha ajustada da regressão em relação à linha concordante, que é caracterizado pela diferença de altura entre essas duas linhas. Alturas iguais implicam em um valor de u igual a 0. Portanto, uma avaliação perfeita ocorre quando todos os pontos se encontram na linha de concordância, ou seja, $r = 1$, $C_b = 1$ [$v = 1$, $u = 0$], e, conseqüentemente, $\rho_c = 1$ (LIN, 1989; MADDEN et al., 2007; BOCK et al., 2010).

As regressões lineares, as análises dos erros absolutos e a significância dos parâmetros das equações foram realizadas no software Genes versão 1990.2017.37 (CRUZ, 2013). O coeficiente de concordância de Lin foi calculado pelo software Medcalc versão 17.9.7.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Escala diagramática para quantificação da severidade da antracnose em folhas inteiras

O valor máximo de severidade da antracnose verificado nas 50 folhas de maracujazeiro naturalmente infectadas sob cultivo protegido foi de 26,7%, enquanto o valor mínimo foi de 1%. A severidade média foi igual a 8,8% e 58,8% das folhas apresentaram severidades inferiores a 10%. Considerando esses limites, a escala diagramática elaborada para a quantificação da severidade da doença foi representada pelos níveis de 1; 3; 6; 11; 20 e 27% de área foliar lesionada (Figura 3.1). Estes valores apenas refletem a severidade máxima da doença encontrada nas circunstâncias avaliadas, o que pode variar em função da relação patógeno-hospedeiro sem, contudo, interferir na acurácia e precisão da escala diagramática confeccionada a partir destes valores (TERAMOTO et al., 2011).

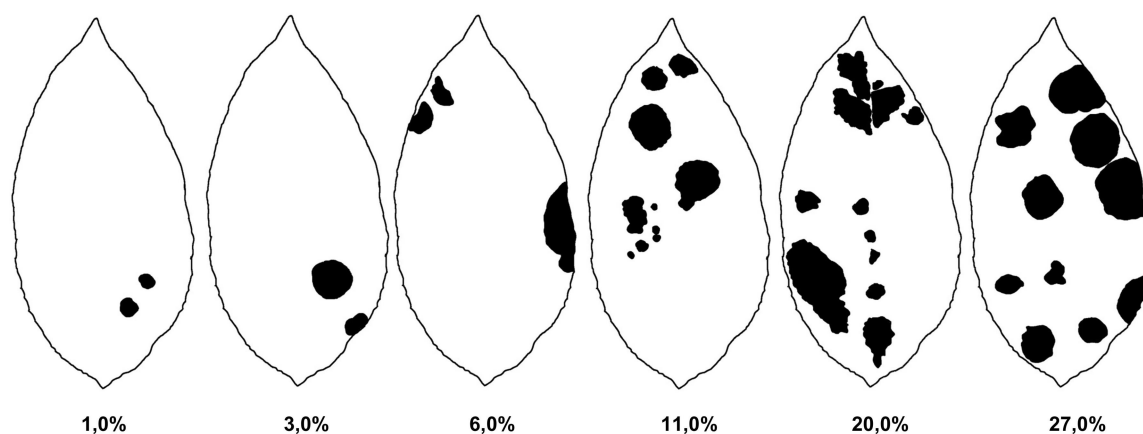


Figura 3.1. Escala diagramática para avaliação de severidade (%) da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

A acurácia é representada pelo grau de proximidade entre um valor estimado e um valor real (NUTTER et al., 1991) e pode ser medida pelos interceptos e coeficientes angulares das retas de regressão entre severidades real e estimada. Estimativas acuradas são aquelas em que cada aumento de x% na severidade real corresponde a um incremento de x% na severidade estimada. Ou seja, o intercepto e a inclinação da reta de regressão entre os valores reais e estimados são iguais a 0 e 1, respectivamente (NUTTER et al., 1993). Na avaliação sem

escala (Tabela 3.1), para cada 1% de incremento da severidade real da doença, houve 3,7% de incremento na estimativa feita pelos avaliadores em G3 e 2,3% na estimativa feita pelos avaliadores em G4. Na avaliação com a escala, os avaliadores inexperientes estimaram, em média, um incremento de 0,4% a cada 1% de incremento da severidade real, enquanto o incremento estimado pelos avaliadores experientes foi, em média, de 0,7%. De modo similar, os incrementos nos coeficientes angulares reduziram com o auxílio da escala diagramática, igualando-se a 1% para os avaliadores inexperientes e para os avaliadores experientes.

Na primeira etapa da validação da escala diagramática, ou seja, sem a sua utilização, os avaliadores foram pouco acurados, pois 60% (G1 e G2), 80% (G3) e 40% (G4) apresentaram valores do intercepto significativamente diferentes de 0 ($P \leq 0,05$) (Tabela 3.1). Todos esses avaliadores superestimaram a severidade, indicando a presença de erros constantes para todos os níveis da doença. Esta tendência em superestimar a severidade doença tem sido identificada em diferentes estudos envolvendo validação de escalas (CAPUCHO et al., 2011; RIOS et al., 2013; SOUSA et al., 2014; NICOLI et al., 2015), sendo mais acentuada em doenças que apresentam grande número de lesões de menor tamanho (HOCK et al., 1992; GODOY et al., 1997). Com a utilização da escala diagramática, os avaliadores melhoraram a acurácia das estimativas de severidade, sendo que nenhum avaliador em G3 e G4 apresentou valores de intercepto diferente de 0, indicando a redução dos erros verificados sem a utilização da escala. Em contrapartida, a porcentagem de avaliadores apresentando erros constantes aumentou nos dois grupos que realizaram a segunda avaliação sem auxílio da escala.

Em relação aos valores do coeficiente angular da reta, 60% (G1 e G2), 100% (G3) e 40% (G4) dos avaliadores apresentaram valores significativamente diferentes de 1 ($P \leq 0,05$) sem a utilização da escala diagramática, indicando a presença de erros sistemáticos (Tabela 3.1). Com a escala, 60% dos avaliadores inexperientes (G3) e 80% dos experientes (G4) não apresentaram erros sistemáticos em suas estimativas. Esses avaliadores também não exibiram erros constantes, resultando em um desempenho ideal em relação à acurácia desejada em estimativas de severidade de doenças.

As figuras 3.2 a 3.5 mostram as regressões lineares obtidas entre a severidade real e a estimada para todos os avaliadores, na primeira e segunda avaliação. É possível perceber que os valores estimados com o uso da escala ficaram mais próximos dos valores reais que aqueles estimados sem o seu auxílio. Essa aproximação dos valores das estimativas é ilustrada

pela maior proximidade observada entre a linha ajustada da regressão (entre severidade real e estimada) e a linha 1:1 (severidade real igual à estimada) (Figuras 3.4 e 3.5).

Sem o uso da escala, foram obtidos valores de R^2 entre 0,56 e 0,93 (média 0,78) em G3 e entre 0,55 e 0,87 (0,69) em G4. Com o uso da escala, esses valores ficaram entre 0,89 e 0,96 (0,92) e entre 0,71 e 0,95 (0,85) para os avaliadores inexperientes e experientes, respectivamente, demonstrando um aumento da precisão com a sua utilização e obtendo-se valores superiores àqueles observados para os grupos que fizeram dupla avaliação sem escala (Tabela 3.1, Figuras 3.2 a 3.5). Esses valores reforçam a hipótese de que a escala diagramática pode minimizar possíveis erros de estimativa da severidade em condições de campo (SOUSA et al., 2014).

Outra forma de quantificar a precisão dos avaliadores é observar a distribuição dos resíduos ou erros absolutos, na qual o erro (severidade estimada menos severidade real) é a variável dependente e a severidade real, a independente (KRANZ, 1988; CAMPBELL; MADDEN, 1990; NUTTER; SCHULTZ, 1995). Houve redução nos erros absolutos para as estimativas com o auxílio da escala diagramática, quando comparada com a distribuição dos resíduos das estimativas obtidas sem a escala ($P \leq 0,05$) (Tabela 3.2, Figura 3.6), resultando em uma menor dispersão dos dados na regressão (Figuras 3.2 a 3.5). Consequentemente, diferenças foram detectadas entre as avaliações realizadas sem e com auxílio da escala em um mesmo grupo ($P \leq 0,05$) (Tabela 3.2).

A distribuição dos resíduos das avaliações realizadas sem o auxílio da escala diagramática apresentou estimativas com erros variando de -6,5 a +30,7 em G3 (Figura 3.6C), e de -13,8 a +25,7 em G4 (Figura 3.6D). Com o auxílio da escala, os intervalos dos erros ficaram compreendidos entre -8,0 e +13,4 para os avaliadores inexperientes (Figura 3.6G) e entre -8,6 e +7,4 para os experientes (Figura 3.6H), havendo reduções de 65,3% (G3) e 52,6% (G4) em seus erros máximos médios (Tabela 3.3). Com isso, 99,6% das estimativas em G3 e 100% das estimativas em G4 ficaram dentro da faixa de variação de 10% (-10 a +10) (Tabela 3.3). Segundo critérios utilizados para avaliar escalas, baseados nos erros absolutos, valores de erros até 10% são considerados bons (NUTTER; SCHULTZ, 1995).

O uso da escala aumentou em 81,9% e 23,5% o número de estimativas dentro da faixa de variação de 5% (-5 a +5) nos grupos G3 e G4, respectivamente (Tabela 3.3). Estes valores são superiores ao incremento de 8,5% observado na segunda avaliação em G2, indicando que a escala reduziu os erros absolutos e pode ser utilizada para o treinamento dos avaliadores, aumentando a eficiência e padronizando os resultados das avaliações (NUTTER; SCHULTZ,

1995; STONEHOUSE, 1994). Avaliadores cujos erros não excedam 5% são considerados excelentes, de acordo com Nutter e Schultz (1995).

A precisão das avaliações também pode ser avaliada por meio da reprodutibilidade das estimativas entre avaliadores, comparados aos pares (NUTTER et al., 1993). A reprodutibilidade das avaliações da severidade sem a utilização da escala diagramática foi baixa, pois as regressões lineares entre as severidades estimadas pelos cinco avaliadores produziram coeficientes de determinação variando de 0,37 a 0,89 (média 0,65) em G3 e de 0,34 a 0,83 (0,58) em G4. Os valores de R^2 das estimativas dos avaliadores aumentaram com a utilização da escala, confirmando o aumento de precisão previamente descrito. Desta forma, observaram-se aumentos médios de 30,8% e 39,6% na reprodutibilidade das estimativas em G3 e G4, respectivamente, com o uso da escala (Tabela 3.4). O aumento da reprodutibilidade com o uso da escala é desejável, uma vez que é importante que as estimativas de diferentes avaliadores sejam similares ao utilizarem a mesma escala para avaliar a severidade de uma doença (NUTTER; SCHULTZ, 1995).

Os incrementos da acurácia e precisão dos avaliadores verificados com o uso da escala foram corroborados pela análise de correlação de concordância de Lin (ρ_c). Com base nos valores deste coeficiente e nas severidades real e estimada, as avaliações apresentaram valores mais próximos dos valores reais quando a escala diagramática foi empregada, em comparação à sua não utilização (Tabela 3.5, Figuras 3.2 a 3.5). Quando a escala não foi usada, os valores de ρ_c variaram entre 0,40 e 0,77, com média de 0,60 (G3), e entre 0,69 e 0,81, com média de 0,77 (G4). Entretanto, com o emprego da escala, os valores de ρ_c variaram de 0,83 a 0,98 (G3) e de 0,91 a 0,94 (G4), ambos com média de 0,93, refletindo uma concordância substancial entre severidades real e estimada, de acordo com McBRIDE (2005). Houve aumento da concordância das estimativas para 100% dos avaliadores. A precisão das estimativas, medida pelos valores de r , aumentou em 80% dos avaliadores quando a escala foi utilizada, o que também foi demonstrada pela redução nos erros absolutos. Já os valores de C_b , que medem a acurácia, melhoraram em 100% dos avaliadores (Tabela 3.5).

Escalas diagramáticas têm sido amplamente empregadas em estudos epidemiológicos (MORAIS et al., 2014), para a caracterização de isolados (PEIXOTO-JUNIOR et al., 2014), quantificação de danos de produção (MENECHINI et al., 2017) e avaliação de métodos de controle de doenças (ANGELOTTI et al., 2014). Sua utilização em programas de melhoramento genético tem subsidiado estudos de controle genético de doenças (MARTINS; JULIATTI, 2014; BABIKER et al., 2017) e caracterização fenotípica de plantas visando a

identificação de novas fontes de resistência (FADEL et al., 2014; VIVAS et al., 2015), auxiliando na seleção de materiais superiores (MORAIS JR. et al., 2017). Nesse sentido, escalas diagramáticas validadas para as principais doenças do maracujazeiro são ferramentas de grande utilidade, já que os programas atuais de melhoramento genético desta cultura têm como principais objetivos identificar fontes de resistência a doenças.

O uso de escalas diagramáticas tem contribuído para o aumento da acurácia e precisão em estimativas de severidade de doenças causadas por espécies de *Colletotrichum* em diferentes culturas, como cherimóia (TOVAR-SOTO et al., 2002), bastão do imperador (BARGUIL et al., 2008), pimentão (PEDROSO et al., 2011), pinha (CORREIA et al., 2011), mamoeiro (LEÓN; ALEJO, 2012), milho (NICOLI et al., 2015), cafeeiro (FREITAS et al., 2015), feijoeiro (FEIJÓ et al., 2017) e até mesmo em frutos do maracujazeiro (FISCHER et al., 2009). No entanto, este é o primeiro registro de escala diagramática para estimar a severidade da antracnose em folhas inteiras do maracujazeiro azedo.

A escala diagramática proposta melhorou a avaliação em folhas inteiras do maracujazeiro, possibilitando que as estimativas realizadas por todos os avaliadores fossem mais próximas ao valor real. Portanto, os resultados aqui obtidos reforçam a importância da validação de uma escala para as futuras avaliações de doenças em plantas. Todas as análises utilizadas demonstraram que a escala proposta melhorou consideravelmente a estimativa da severidade da antracnose comparada à sua não utilização, permitindo que as estimativas fossem mais acuradas, precisas e confiáveis. Consequentemente, esta escala poderá ser de grande utilidade para estudos epidemiológicos, métodos de controle e estudos de resistência à antracnose do maracujazeiro.

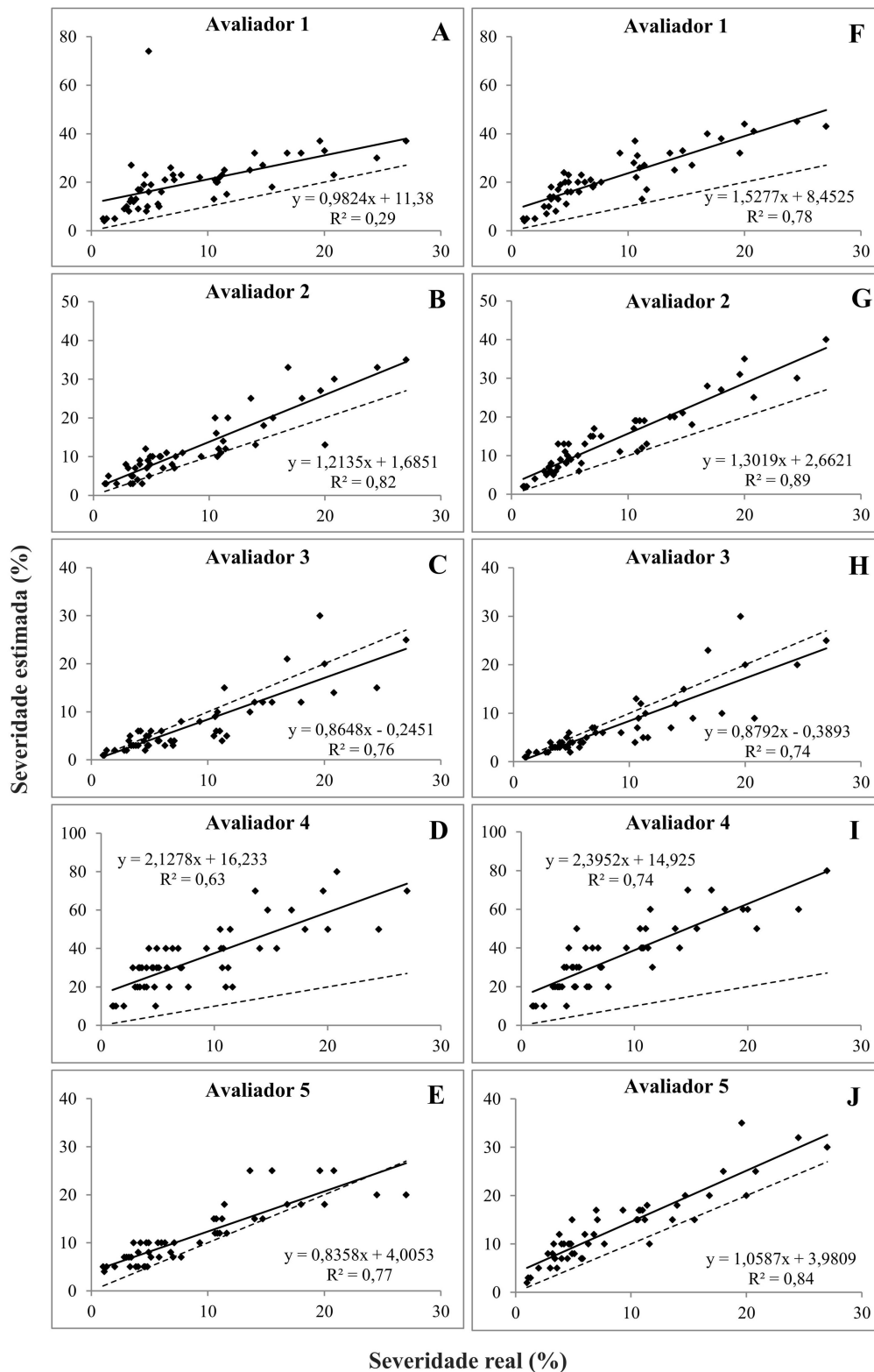


Figura 3.2. Severidade da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem uso de escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

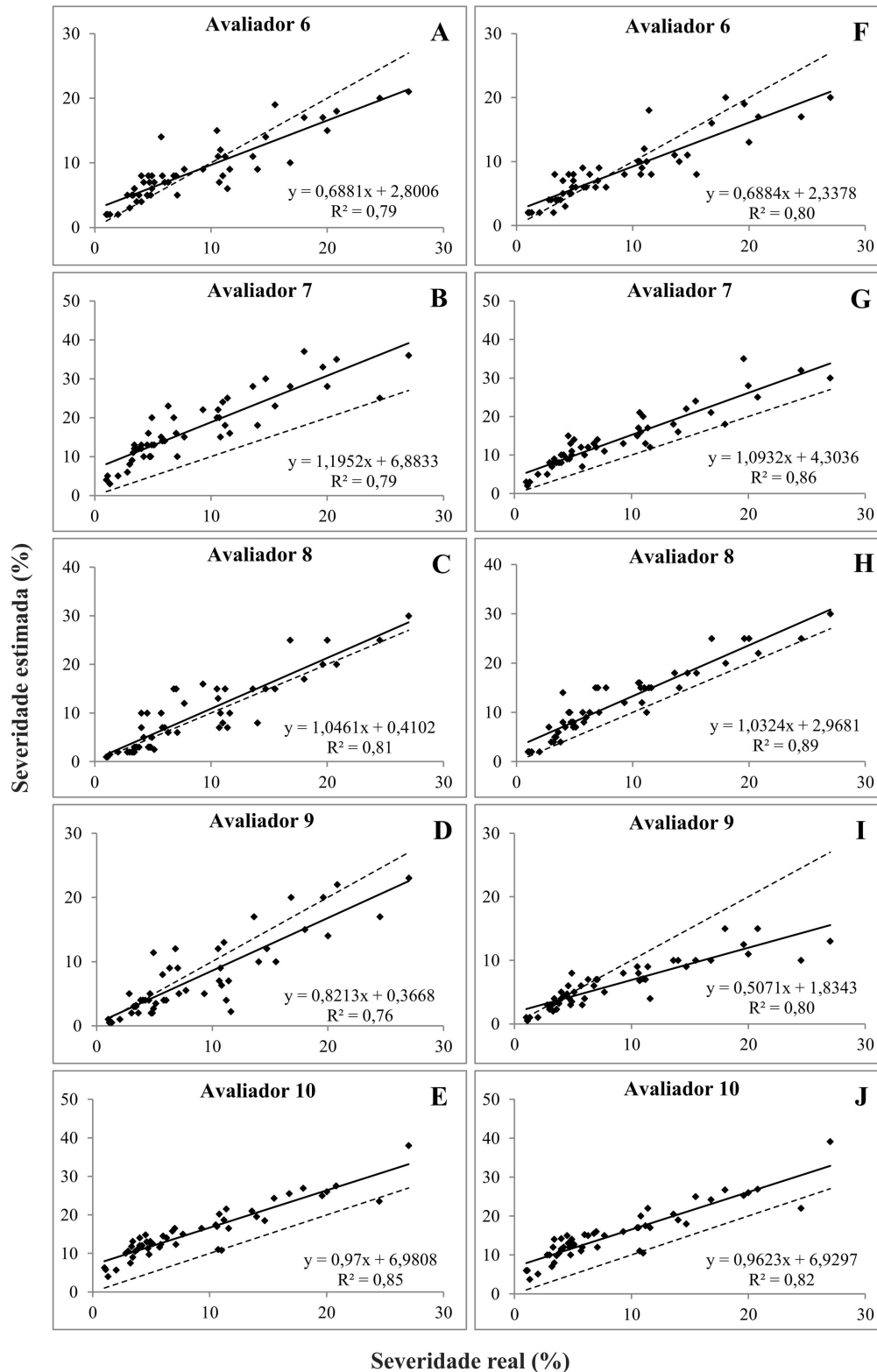


Figura 3.3. Severidade da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

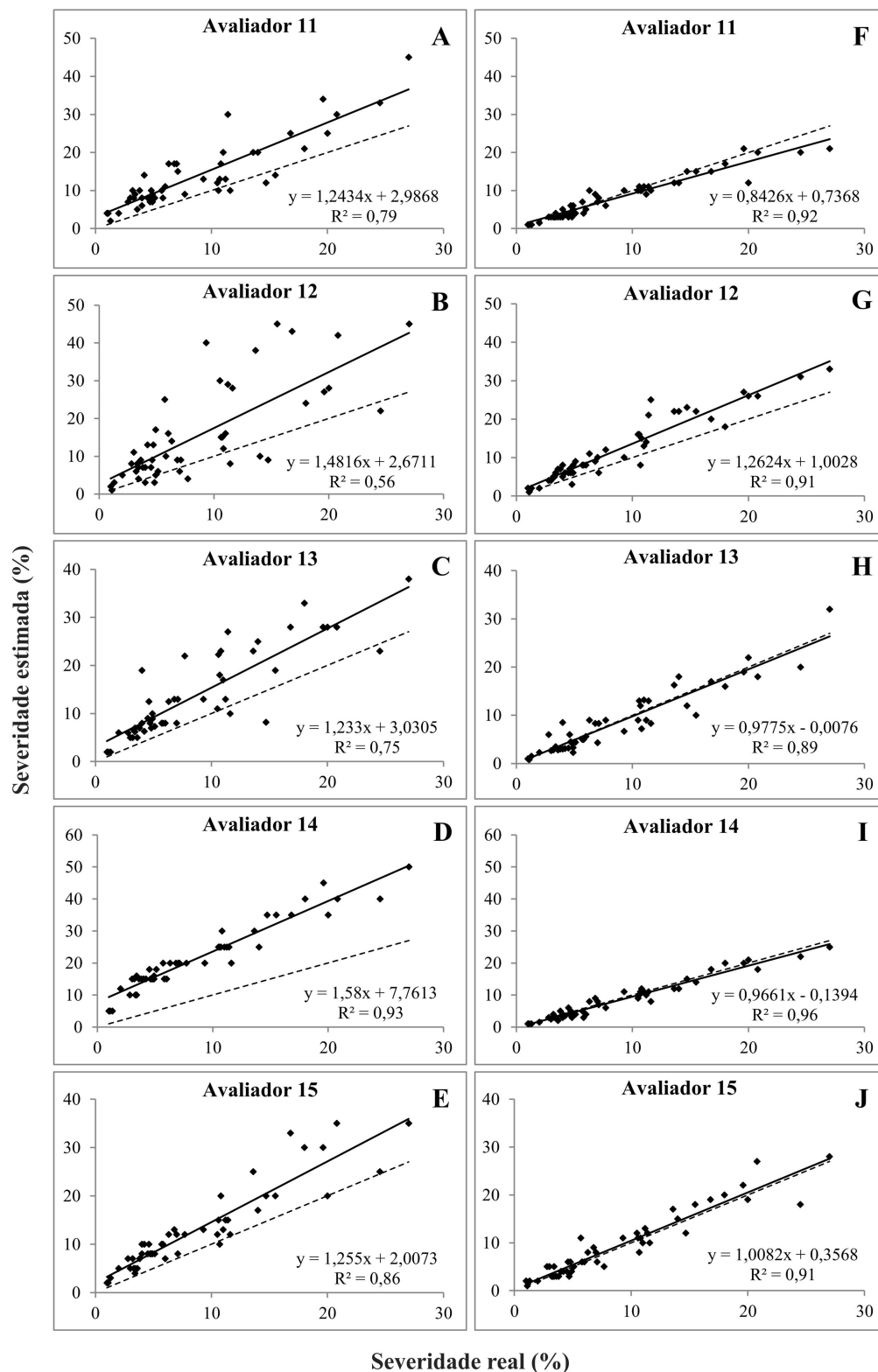


Figura 3.4. Severidade da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

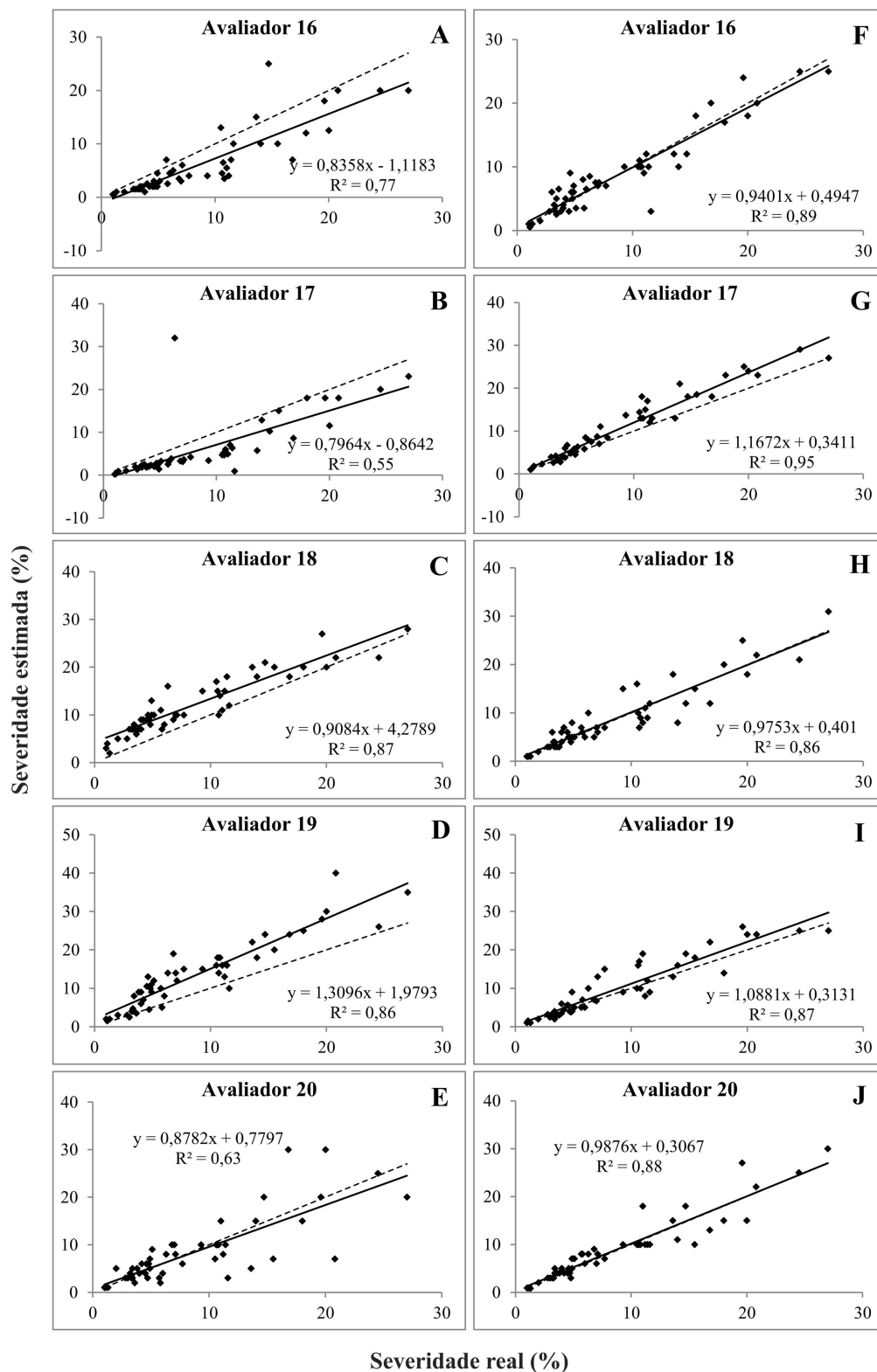


Figura 3.5. Severidade da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

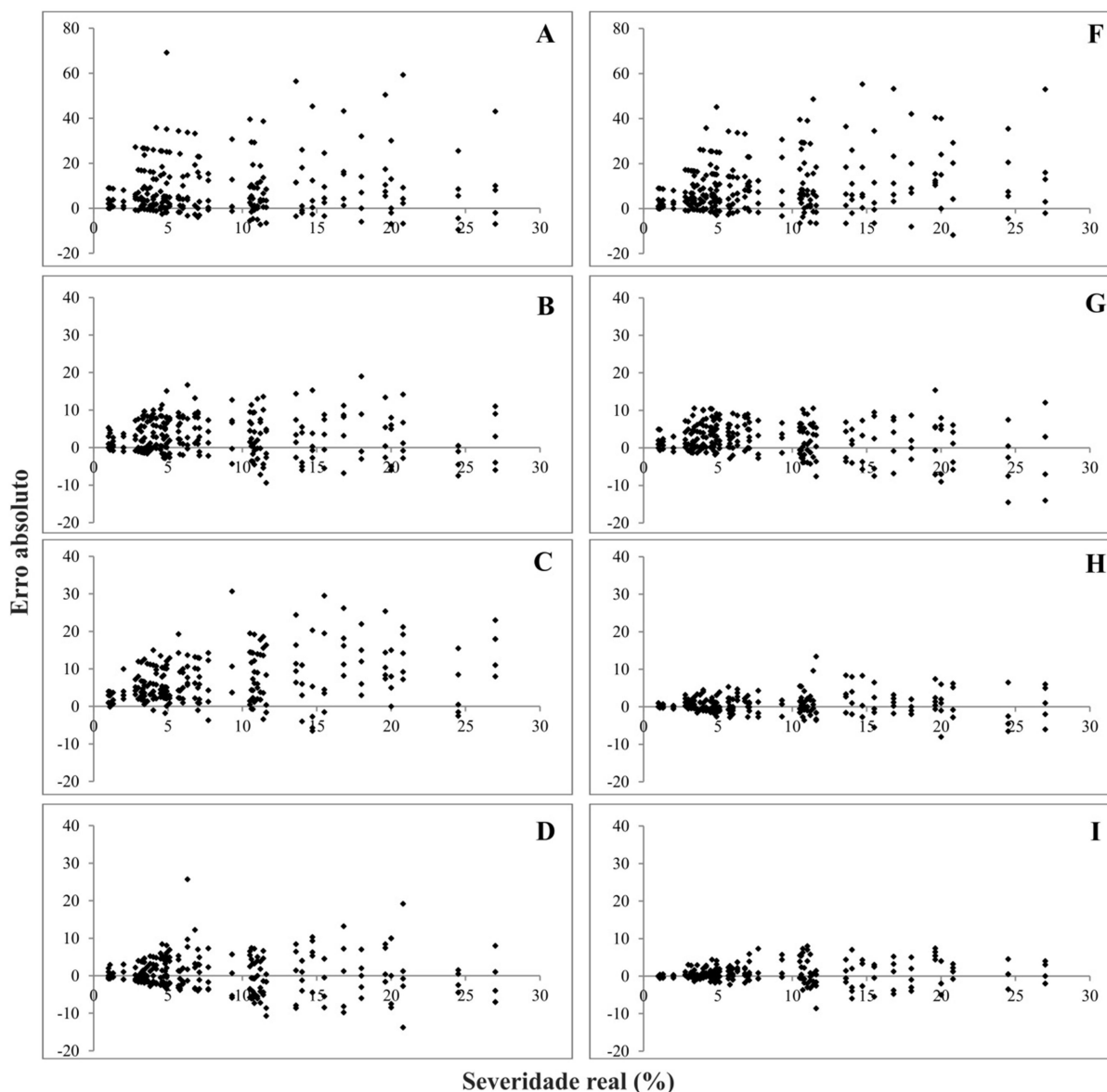


Figura 3.6. Distribuição dos erros absolutos (severidade estimada - severidade real) das estimativas de severidade da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) na 1ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (A), 2 (B), 3 (C) e 4 (D); e na 2ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (E) e 2 (F), e com auxílio da escala, nos grupos 3 (G) e 4 (H). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Tabela 3.1. Intercepto (*a*), coeficiente angular da reta (*b*) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear calculadas entre severidade real e severidade estimada da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1			A2		
Inexperientes	Sem escala			Sem escala			
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	
G1	1	11,38*	0,98	0,29	8,45*	1,53*	0,78
	2	1,69	1,21*	0,82	2,66*	1,30*	0,89
	3	-0,25	0,86	0,76	-0,39	0,88	0,74
	4	16,23*	2,13*	0,63	14,92*	2,40*	0,74
	5	4,01*	0,84*	0,77	3,98*	1,06*	0,84
	Média	6,61	1,20	0,65	5,93	1,43	0,80
Experientes	Sem escala			Sem escala			
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	
G2	6	2,80*	0,69*	0,79	2,34*	0,69*	0,80
	7	6,88*	1,20*	0,79	4,30*	1,09	0,86
	8	0,41	1,05	0,81	2,97*	1,03	0,89
	9	0,37	0,82*	0,76	1,83*	0,51*	0,80
	10	6,98*	0,97	0,85	6,93*	0,96	0,82
	Média	3,49	0,94	0,80	3,67	0,86	0,83
Inexperientes	Sem escala			Com escala			
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	
G3	11	2,99*	1,24*	0,79	0,74	0,84*	0,92
	12	2,67	1,48*	0,56	1,00	1,26*	0,91
	13	3,03*	1,23*	0,75	-0,01	0,98	0,89
	14	7,76*	1,58*	0,93	-0,14	0,97	0,96
	15	2,01*	1,25*	0,86	0,36	1,01	0,91
	Média	3,69	1,36	0,78	0,39	1,01	0,92
Experientes	Sem escala			Com escala			
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	
G4	16	-1,12	0,84*	0,77	0,49	0,94	0,89
	17	-0,86	0,80	0,55	0,34	1,17*	0,95
	18	4,28*	0,91	0,87	0,40	0,98	0,86
	19	1,98*	1,31*	0,86	0,31	1,09	0,87
	20	0,78	0,88	0,63	0,31	0,99	0,88
	Média	2,31	1,00	0,74	0,66	1,00	0,89

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2

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

Tabela 3.2. Erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) das estimativas de severidade da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1	A2
G1	Inexperientes	Sem escala	Sem escala
	1	11,2 a	13,0 a
	2	4,0 a	5,3 a
	3	2,5 a	2,4 a
	4	26,0 a	27,0 a
	5	3,2 a	4,6 b
	Média	9,4 a	10,4 a
G2	Experientes	Sem escala	Sem escala
	6	2,3 a	2,1 a
	7	8,6 b	5,1 a
	8	2,4 a	3,3 a
	9	2,5 a	2,7 a
	10	6,8 a	6,7 a
	Média	4,5 a	4,0 a
G3	Inexperientes	Sem escala	Com escala
	11	5,4 b	1,2 a
	12	7,8 b	3,5 a
	13	5,4 b	1,7 a
	14	12,8 b	1,1 a
	15	4,2 b	1,5 a
	Média	7,1 b	1,8 a
G4	Experientes	Sem escala	Com escala
	16	3,2 b	1,5 a
	17	3,7 b	1,9 a
	18	3,6 b	1,7 a
	19	4,8 b	2,0 a
	20	2,7 b	1,5 a
	Média	3,6 b	1,7 a

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2.

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student ($P \leq 0,05$).

Tabela 3.3. Erro máximo, em valor absoluto, valores na faixa de variação de 10% (valores = $x \pm 10$) e valores na faixa de variação de 5% (valores = $x \pm 5$) das estimativas em relação ao valor de severidade real da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliação	Parâmetros	Grupos			
		1	2	3	4
1	EMVA	33,3	11,2	21,3	15,7
	% valores = $x \pm 5$	52,8	61,2	50,8	74,8
	% valores = $x \pm 10$	71,2	93,2	72,0	97,2
2	EMVA	24,8	11,9	7,4	7,5
	% valores = $x \pm 5$	40,8	66,4	92,4	92,4
	% valores = $x \pm 10$	64,0	96,0	99,6	100,0

Tabela 3.4. Coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear relacionadas às estimativas visuais da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims), entre pares de avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática. Brasília, DF, Brasil, 2018.

	Sem escala					Com escala				
	Avaliadores	12	13	14	15	Avaliadores	12	13	14	15
G3	11	0,37	0,71	0,75	0,74	11	0,84	0,80	0,91	0,89
	12		0,37	0,53	0,57	12		0,79	0,83	0,82
	13			0,75	0,78	13			0,86	0,82
	14				0,89	14				0,89
G4	Sem escala					Com escala				
	Avaliadores	17	18	19	20	Avaliadores	17	18	19	20
	16	0,46	0,77	0,71	0,41	16	0,83	0,81	0,81	0,80
	17		0,62	0,53	0,34	17		0,78	0,86	0,83
	18			0,83	0,53	18			0,69	0,83
19				0,57	19				0,81	

Tabela 3.5. Valores de correlação entre severidades estimada e real (r), fator de correção do desvio (C_b) e coeficiente de correlação concordante de Lin (ρ_c) para a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1			A2		
Inexperientes	Sem escala			Sem escala			
	r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c	
G1	1	0,54	0,48	0,26	0,89	0,42	0,37
	2	0,91	0,86	0,78	0,94	0,76	0,72
	3	0,87	0,98	0,85	0,86	0,97	0,84
	4	0,80	0,21	0,17	0,86	0,20	0,18
	5	0,88	0,92	0,81	0,91	0,81	0,74
	Média	0,80	0,69	0,57	0,89	0,63	0,57
Experientes	Sem escala			Sem escala			
	r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c	
G2	6	0,89	0,97	0,86	0,90	0,96	0,86
	7	0,89	0,58	0,51	0,93	0,77	0,72
	8	0,90	0,98	0,88	0,94	0,89	0,84
	9	0,87	0,98	0,85	0,89	0,77	0,69
	10	0,92	0,65	0,60	0,91	0,66	0,60
	Média	0,89	0,83	0,74	0,91	0,81	0,74
Inexperientes	Sem escala			Com escala			
	r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c	
G3	11	0,89	0,77	0,69	0,96	0,99	0,95
	12	0,75	0,65	0,48	0,95	0,88	0,83
	13	0,87	0,78	0,67	0,94	1,00	0,94
	14	0,96	0,42	0,40	0,98	1,00	0,98
	15	0,93	0,82	0,77	0,95	1,00	0,95
	Média	0,88	0,69	0,60	0,96	0,97	0,93
Experientes	Sem escala			Com escala			
	r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c	
G4	16	0,88	0,92	0,81	0,94	1,00	0,94
	17	0,74	0,92	0,69	0,97	0,95	0,93
	18	0,93	0,86	0,80	0,93	1,00	0,93
	19	0,93	0,80	0,74	0,93	0,98	0,91
	20	0,80	0,99	0,79	0,94	1,00	0,94
	Média	0,86	0,90	0,77	0,94	0,98	0,93

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2.

3.3.2. Escala diagramática para a quantificação da severidade da antracnose em folhas trilobadas

O valor máximo de severidade da antracnose observado nas folhas trilobadas do maracujazeiro azedo, naturalmente infectadas e coletadas em plantio comercial, foi de 16%. Valores superiores a este levam à coalescência das lesões, destruição do limbo foliar, queda das folhas e infecção de outras partes aéreas da planta, como ramos e gavinhas, causando a morte dos ponteiros, podendo também afetar os frutos (VIANA et al., 2003). No maracujazeiro, a doença encontra-se largamente disseminada em todas as regiões produtoras do Brasil (JUNQUEIRA et al., 2005), constituindo-se um grave problema fitossanitário, já que apresenta patogenicidade cruzada (SILVA et al., 2006). A antracnose é a doença mais comum da parte aérea do maracujazeiro (VIANA et al., 2003) e a principal doença de frutos em pós-colheita (SERRA; SILVA, 2004), mesmo em baixas severidades como as registradas neste estudo, ocasionando enormes prejuízos ao agricultor (BOUZA et al., 2014).

A escala diagramática para quantificação da severidade dessa doença foi elaborada com cinco níveis de severidade, representados pelos valores de 1; 2; 4; 7 e 16% de área foliar lesionada (Figura 3.7), considerando a forma das lesões e distribuição de sintomas da doença. A severidade média observada foi igual a 4,9% e 94,6% das folhas apresentaram severidades inferiores a 10%. A escala proposta foi criada com base em folhas de plantas adultas, em plena fase de frutificação, naturalmente infectadas no campo e validada utilizando amostras de folhas colhidas em cultivo comercial do maracujazeiro. Portanto, a escala se aproxima de situações autênticas de campo. Por este motivo, o número de diagramas foi considerado suficiente para incluir todos os níveis de severidade da antracnose uma vez que níveis superiores aos reportados comprometem a sobrevivência da planta nos pomares.

A acurácia das estimativas dos avaliadores, indicativo da proximidade entre valores estimados e reais (NUTTER et al., 1991), foi avaliada pelo intercepto (a) e pelo coeficiente angular (b) da regressão linear entre severidades real e estimada. Estimativas acuradas são aquelas com valores de intercepto iguais a 0 e de coeficiente angular iguais a 1, refletindo ausência de erros constantes e sistemáticos, respectivamente (LEITE; AMORIM, 2002). A dispersão dos dados entre a severidade estimada e real sem o uso da escala diagramática foi alta, observando-se tendência de superestimação da severidade da doença (Figuras 3.8 a 3.11).

Sem o uso da escala, os valores médios de intercepto para os avaliadores inexperientes foi 3,40 (G1) e 3,00 (G3) enquanto avaliadores experientes apresentaram valores médios de

intercepto iguais a 1,01 (G2) e 4,27 (G4). Na segunda avaliação sem escala, G1 e G2 apresentaram interceptos iguais a 5,20 e 1,47, respectivamente. Com o uso da escala, os valores foram de 0,25 (G3) e 1,19 (G4), os quais foram mais próximos de 0 que aqueles obtidos sem o uso da escala proposta. De maneira similar, os valores médios do coeficiente angular da reta na primeira avaliação foram de 1,85 (G1), 1,36 (G2), 1,30 (G3) e 1,83 (G4). A segunda avaliação sem escala não contribuiu para a redução do coeficiente angular em G1, o qual distanciou-se de 1. Com o uso da escala diagramática, o coeficiente angular foi de 1,07 para os avaliadores inexperientes e igual a 1,00 para os experientes (Tabela 3.6).

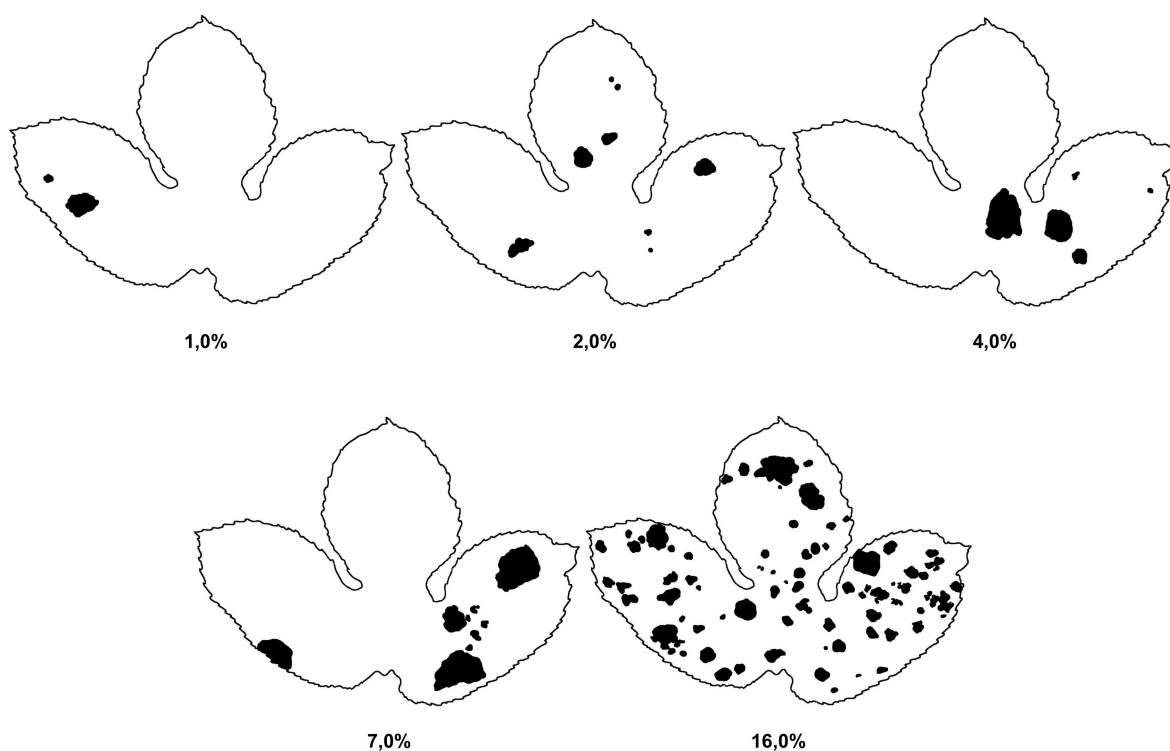


Figura 3.7. Escala diagramática para avaliação de severidade (%) da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Na primeira etapa da validação da escala diagramática, ou seja, sem a sua utilização, os avaliadores foram pouco acurados, já que 95% apresentaram erros constantes e/ou sistemáticos, com tendência de superestimação da severidade da doença. Quando a segunda avaliação foi realizada sem escala, 100% (G1) e 60% (G2) dos avaliadores apresentaram erros constantes ($P \leq 0,05$) enquanto 60% apresentaram erros sistemáticos em G1 e G2 ($P \leq 0,05$). Com o uso da escala, 80% dos avaliadores em G3 apresentaram valores de intercepto iguais a 0 ($P \leq 0,05$) e 40% apresentaram ausência de erros sistemáticos, com valores de coeficiente

angular iguais a 1 ($P \leq 0,05$). Em G4, 60% dos avaliadores apresentaram valores de intercepto iguais a 0 ou valores de coeficiente angular iguais a 1 ($P \leq 0,05$) (Tabela 3.6).

Deste modo, quando a avaliação foi realizada com uso da escala diagramática, houve melhoria da acurácia dos avaliadores, uma vez que as médias de severidade ficaram próximas aos valores reais obtidos pela análise computadorizada (Tabela 3.6), resultando em maior aproximação entre a linha ajustada da regressão (reta gerada entre as severidades real e estimada) e a linha 1:1 (severidade real igual à estimada) (Figuras 3.10 e 3.11). Tais resultados demonstram redução dos erros constantes e/ou sistemáticos e da tendência de superestimação das estimativas de severidade, com consequente melhoria na acurácia dos avaliadores. Essa melhoria foi mais acentuada nos grupos que fizeram a segunda avaliação com a escala em comparação àqueles que realizaram dupla avaliação sem escala.

A superestimação da severidade da antracnose tem sido identificada na maioria dos estudos de validação de escalas (FISCHER et al., 2009; CORREIA et al., 2011; PEDROSO et al., 2011; NICOLI et al., 2015; FREITAS et al., 2015), sendo menos frequente a sua subestimação (LEÓN; ALEJO, 2012; LIBRELON et al., 2015). Existe uma tendência de superestimação da severidade de determinadas doenças em decorrência da ilusão proporcionada pela relação entre o tamanho e o número das lesões. Folhas com muitas lesões de menor tamanho aparentam ter a doença na forma mais severa que aquelas com poucas lesões de tamanho maior (FORBES et al., 1987; HOCK et al., 1992; GODOY et al., 1997), particularmente em níveis de severidade mais baixos, gerando maiores erros nas estimativas (SUSSEL et al., 2009; BOCK et al., 2010). Valores de severidade de doenças superestimados podem resultar em grandes consequências na projeção de perdas de produção em estudos epidemiológicos. Além disso, o avanço genético em programas de melhoramento de plantas, principalmente aqueles voltados à seleção de genótipos resistentes à doença, poderá ser afetado adversamente pelos erros dos avaliadores que superestimam a sua severidade real (SHERWOOD et al., 1983). Entretanto, estudos comprovaram que tal tendência pode ser corrigida ou atenuada por meio do emprego de escalas diagramáticas e devido treinamento dos avaliadores (KLOSOWSKI et al., 2013; SOUSA et al., 2014; DUAN et al., 2015).

A precisão (variação associada a uma estimativa, independentemente do valor médio), estimada pelo coeficiente de determinação da regressão (R^2) e pela variância dos erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) (NUTTER; SCHULTZ, 1995) foi maior com o uso da escala diagramática para ambos os avaliadores, inexperientes e experientes. A análise da precisão das estimativas visuais da severidade sem a utilização da

escala diagramática justificou 55 a 91% (média 74%) da variação (R^2) na mensuração eletrônica da doença em G3, e 45 a 93% (78%) em G4 (Tabela 3.6). Quando as estimativas foram realizadas usando a escala diagramática como referência, essa variação reduziu especialmente para os avaliadores experientes. Assim, as estimativas visuais explicaram 59 a 94% (81%) da variação na mensuração eletrônica, e 73 a 87% (80%) em G3 e G4, respectivamente, evidenciando incrementos superiores àqueles observados em G1 e G2 (Tabela 3.6, Figuras 3.8 a 3.11).

Os diferentes formatos das lesões da antracnose, com um mesmo nível de severidade representado por lesões maiores ou menores, possivelmente contribuíram para a baixa precisão das estimativas de alguns avaliadores, conforme também reportado por Correia et al. (2017). Apesar disso, com o auxílio da escala diagramática os avaliadores tornaram-se mais precisos, mesmo sendo inexperientes. A melhoria da precisão das estimativas de severidade verificada com o emprego da escala diagramática corrobora os estudos de avaliação da severidade da antracnose (CORREIA et al., 2011; FREITAS et al., 2015; LIBRELON et al., 2015; NICOLI et al., 2015), inclusive em frutos do maracujazeiro azedo (FISCHER et al., 2009), demonstrando a importância dessa ferramenta em estudos de quantificação de doenças.

O uso da escala para acessar a antracnose também contribuiu para o aumento da precisão por meio da redução dos erros absolutos das estimativas ($P \leq 0,05$) em comparação à sua não utilização (Tabela 3.7, Figura 3.12), resultando em uma menor dispersão dos dados na regressão (Figuras 3.8 a 3.11). Enquanto em G1 ocorreu um aumento no erro absoluto médio, em G2 a redução foi de 22% na segunda avaliação sem escala. Por sua vez, o uso da escala propiciou reduções de 68,2% (G3) e de 79,9% (G4) nos valores médios do erro absoluto (Tabela 3.7). Os erros absolutos das estimativas foram predominantemente positivos, sem ou com o uso da escala, sugerindo uma tendência à superestimação da severidade (Figura 3.12).

A distribuição dos resíduos das avaliações realizadas sem o auxílio da escala variou de -11,0 a +28,5 em G3 (Figura 3.12C) e de -8,0 a +51,1 em G4 (Figura 3.12D). Com a utilização da escala, houve uma redução acentuada nos erros, que variaram de -6,0 a +10,5 para os avaliadores inexperientes (Figura 3.12G) e de -4,7 a +8,8 para os avaliadores experientes (Figura 3.12H). O erro máximo da severidade real, em valor absoluto, aumentou em 12,5% (G1) e reduziu em 34,5% (G2) na segunda avaliação. Por sua vez, nos grupos que utilizaram a escala, o erro máximo médio foi 53% menor em G3 e 68,3% menor em G4 (Tabela 3.8).

Os avaliadores apresentaram erros com maiores magnitudes na segunda avaliação em G1, havendo um incremento na porcentagem das estimativas com erros superiores a 10% (-10

a +10). Em contrapartida, com a utilização da escala diagramática, houve um decréscimo de 97,2% (G3) e 100% (G4) na porcentagem de estimativas com erros superiores a 10%. Com isso, 99,6% das estimativas em G3 e 100% das estimativas em G4 ficaram dentro da faixa de variação de 10%, correspondendo a aumentos de 16,4% (G3) e 51,5% (G4) em relação à primeira avaliação (Tabela 3.8). Apesar de comportamento similar ter sido verificado em G2, a redução (5,9%) e o incremento (4,3%) observados foram mais discretos do que aqueles identificados para os grupos que utilizaram a escala diagramática.

Segundo Nutter e Schultz (1995), para que um avaliador possa ser considerado bom, o erro de suas estimativas deve estar dentro da faixa de variação de 10%. O avaliador é considerado excelente quando o erro não ultrapassa 5% (-5 a +5). Com o uso da escala diagramática, a porcentagem de estimativas dentro desta variação foi superior a 92% em G3 e G4, indicando incrementos de 42% (G3) e 102% (G4) em relação à primeira avaliação. Embora os avaliadores em G2 também tenham apresentado aumento das estimativas com erros dentro desta faixa de variação, o incremento foi de apenas 6,6%, inferior àqueles aqueles detectados em G3 e G4 (Tabela 3.8). Esses resultados demonstram que estimativas mais próximas aos valores reais da severidade da doença podem ser alcançadas com o uso da escala diagramática proposta. Desta forma, ela poderá ser utilizada como ferramenta no treinamento de pessoas envolvidas na quantificação da severidade desta doença, auxiliando na redução dos erros de suas estimativas em relação à severidade real. Como consequência, projeta-se uma melhoria na eficiência das avaliações, além da padronização entre os resultados, que se espera alcançar em menor tempo (STONEHOUSE, 1994).

A confiabilidade das estimativas entre avaliadores (reprodutibilidade) é outro indicador da eficiência da escala diagramática (BERGER, 1980). As estimativas da severidade de uma doença devem ser similares quando realizada com o auxílio de uma mesma escala diagramática e feita por avaliadores distintos (NUTTER; SCHULTZ, 1995; BELASQUE et al., 2005). Sem a utilização da escala diagramática, os coeficientes de determinação das regressões das estimativas entre os pares de avaliadores em G3 e G4 variaram de 0,38 a 0,81 (média 0,59) e 0,42 a 0,87 (0,65), respectivamente. Com a utilização da escala diagramática, os valores de R^2 variaram de 0,46 a 0,86 (0,65) e de 0,58 a 0,83 (0,70) (Tabela 3.9). Portanto, o uso da escala aumentou a reprodutibilidade das estimativas obtidas por diferentes avaliadores, confirmando o aumento da precisão das estimativas previamente apresentado.

A análise de correlação de concordância de Lin mostrou que a acurácia e a precisão dos avaliadores aumentaram com a escala diagramática, ao contrário das estimativas realizadas

sem a sua utilização, corroborando os resultados da análise de regressão (Tabela 3.10). A acurácia, medida pelo coeficiente de correção do erro (C_b), aumentou de 0,64 (G3) e de 0,51 (G4), sem o uso da escala, para 0,92 em ambos os grupos, com o uso da escala. A precisão, estimada pelo coeficiente de correlação (r), melhorou de 0,85 (G3) e de 0,87 (G4), sem a escala, para 0,90 em ambos os grupos, com a escala. A concordância, avaliada pelo coeficiente de correlação de concordância de Lin (ρ_c), aumentou de 0,56 (G3) e de 0,44 (G4), sem o emprego da escala, para 0,82 em ambos os grupos, com o uso da escala. Consequentemente, as estimativas realizadas pelos avaliadores ficaram mais próximas aos valores reais com a utilização da escala, podendo ser confirmada pela proximidade entre a linha ajustada da regressão e a linha concordante (Figuras 3.10 e 3.11). Embora a precisão em G1 e G2 tenha sido igual à apresentada por G3 e G4 na segunda avaliação, a acurácia das estimativas de G1 e G2 foi menor, resultando em menores coeficientes de concordância.

Esta análise reforça a importância da utilização da escala diagramática para aumentar a acurácia e precisão das estimativas de severidade em doenças, bem como para uniformizar os resultados de avaliações entre avaliadores. Os benefícios decorrentes do emprego de escalas diagramáticas já foram confirmados para doenças, seja por meio da análise de regressão (PEDROSO et al., 2011; NUNES; ALVES; 2012; SOUSA et al., 2014; LIBRELON et al., 2015; VENTURINI et al., 2015) ou pela análise de concordância de Lin (DOMICIANO et al., 2014; DEBONA et al., 2015; LAGE et al., 2015; NUÑEZ et al., 2017; SACHET et al., 2017a). As escalas diagramáticas desenvolvidas para a quantificação de doenças têm sido amplamente aplicadas ao melhoramento genético de plantas, auxiliando estudos de seleção de genótipos superiores (VIVAS et al., 2015), estudos do controle genético de doenças (BABIKER et al., 2017) e de identificação e mapeamento de genes de resistência (BASNET et al., 2014).

Este estudo consistiu na elaboração e proposta da primeira escala diagramática para auxiliar as estimativas visuais de severidade da antracnose em folhas trilobadas do maracujazeiro. A escala desenvolvida englobou uma faixa de severidade relativamente pequena (máximo de 16%), mas mostrou-se eficiente em aumentar a acurácia, precisão, confiabilidade e concordância das estimativas da severidade da doença. Dada a importância do controle da antracnose para a produção do maracujazeiro azedo, a escala proposta pode se tornar um valioso instrumento em estudos epidemiológicos ou no monitoramento da doença visando a tomada de decisão. Poderá ser igualmente útil na avaliação da reação de genótipos a esta doença, em campo ou sob cultivo protegido, em programas de melhoramento genético do maracujazeiro que visam desenvolver materiais resistentes à antracnose.

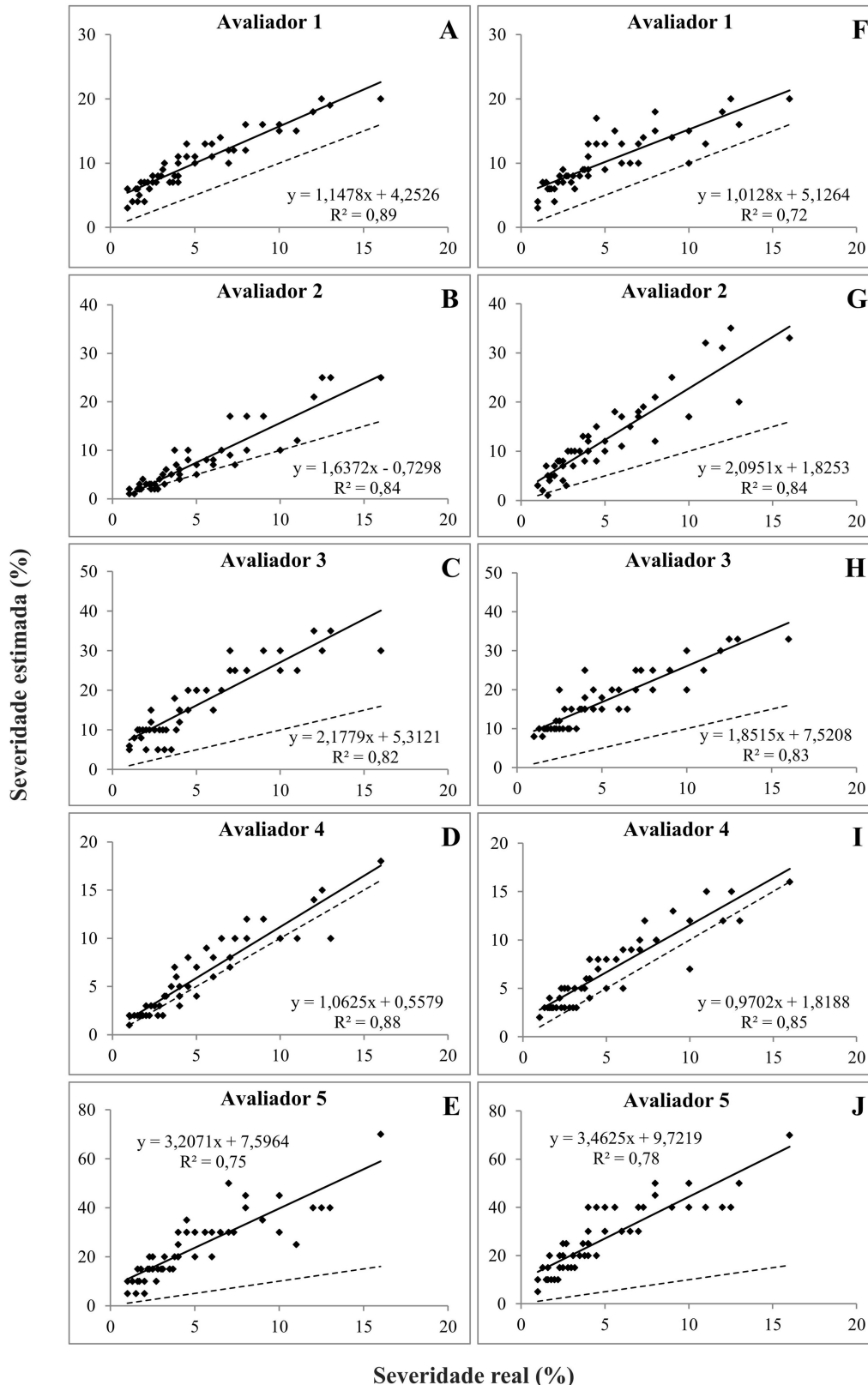


Figura 3.8. Severidade da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem uso de escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

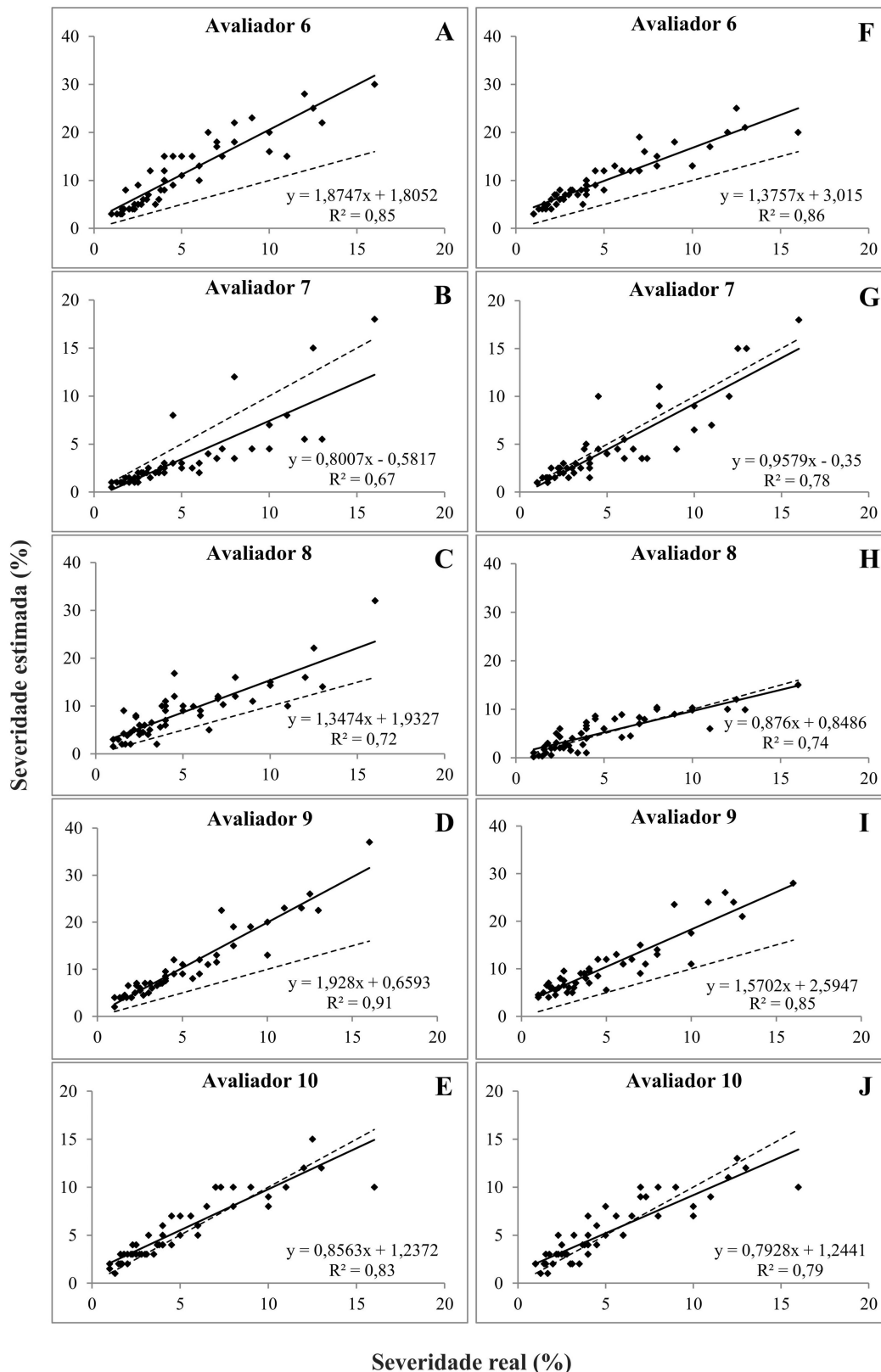


Figura 3.9. Severidade da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

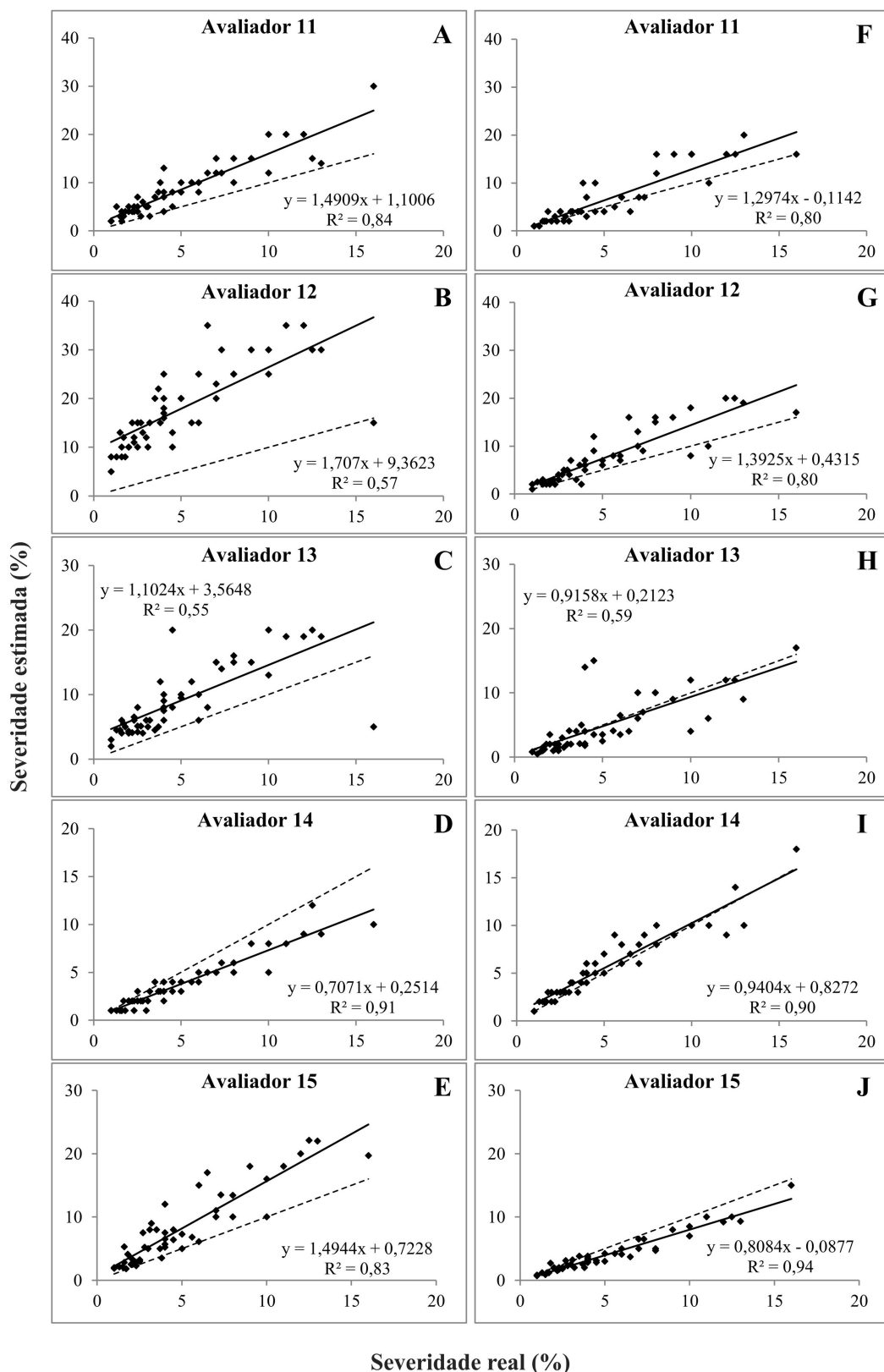


Figura 3.10. Severidade da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

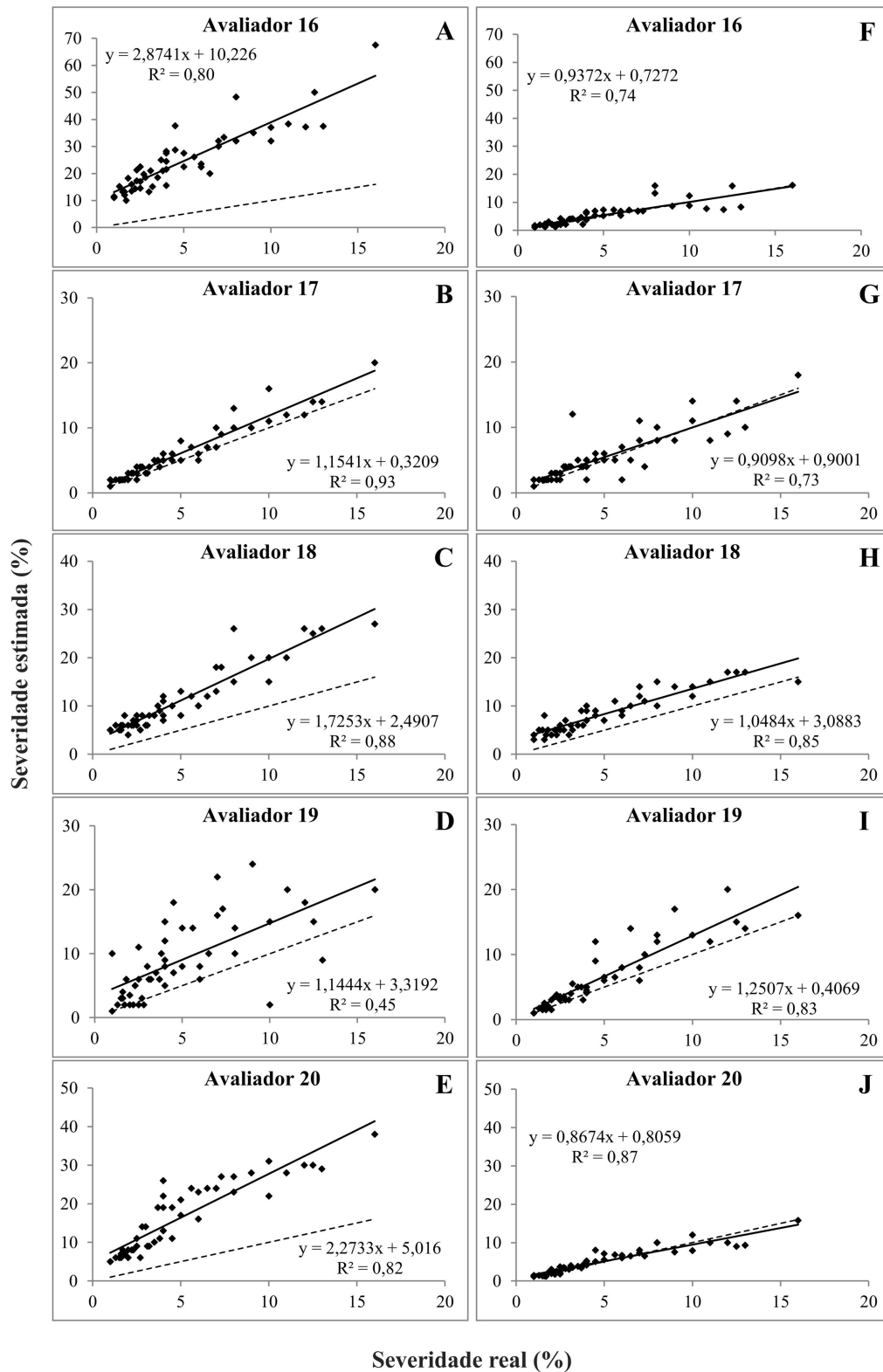


Figura 3.11. Severidade da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

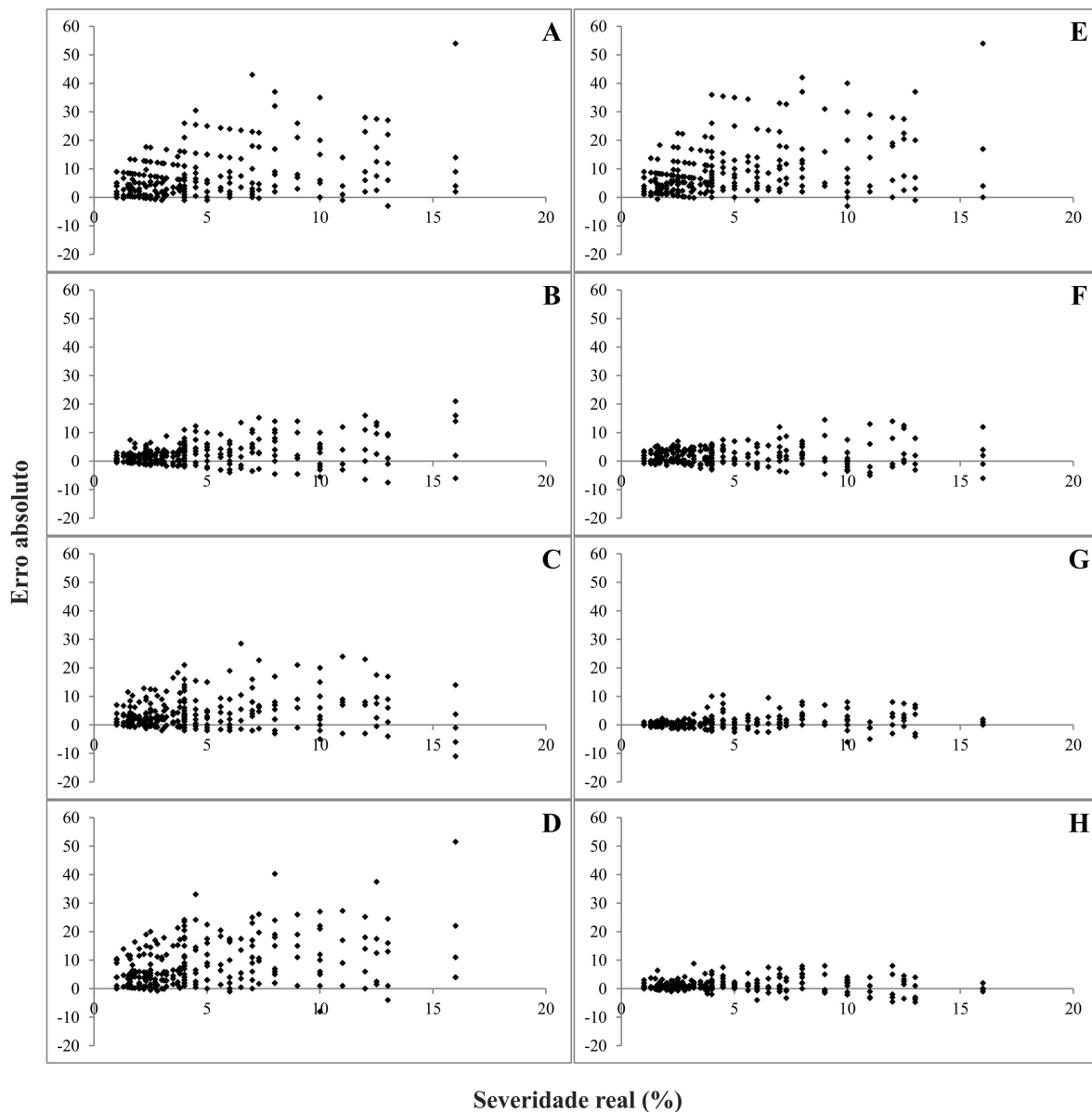


Figura 3.12. Distribuição dos erros absolutos (severidade estimada - severidade real) das estimativas de severidade da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) na 1ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (A), 2 (B), 3 (C) e 4 (D); e na 2ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (E) e 2 (F), e com auxílio da escala, nos grupos 3 (G) e 4 (H). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Tabela 3.6. Intercepto (*a*), coeficiente angular da reta (*b*) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear calculadas entre severidade real e severidade estimada da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1			A2		
Inexperientes	Sem escala			Sem escala			
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	
G1	1	4,25*	1,15*	0,89	5,13*	1,01	0,72
	2	-0,73	1,64*	0,84	1,83*	2,10*	0,84
	3	5,31*	2,18*	0,82	7,52*	1,85*	0,83
	4	0,56	1,06	0,88	1,82*	0,97	0,85
	5	7,60*	3,21*	0,75	9,72*	3,46*	0,78
Média		3,40	1,85	0,84	5,20	1,88	0,80
Experientes	Sem escala			Sem escala			
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	
G2	6	1,81*	1,87*	0,85	3,02*	1,38*	0,86
	7	-0,58	0,80*	0,67	-0,35	0,96	0,78
	8	1,93*	1,35*	0,72	0,85	0,88	0,74
	9	0,66	1,93*	0,91	2,59*	1,57*	0,85
	10	1,24*	0,86*	0,83	1,24*	0,79*	0,79
Média		1,01	1,36	0,80	1,47	1,11	0,80
Inexperientes	Sem escala			Com escala			
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	
G3	11	1,10	1,49*	0,84	-0,11	1,30*	0,80
	12	9,36*	1,71*	0,57	0,44	1,39*	0,80
	13	3,56*	1,10	0,55	0,21	0,92	0,59
	14	0,25	0,71*	0,91	0,83*	0,94	0,90
	15	0,72	1,50*	0,83	-0,09	0,80*	0,94
Média		3,00	1,30	0,74	0,25	1,07	0,81
Experientes	Sem escala			Com escala			
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	
G4	16	10,23*	2,87*	0,80	0,73	0,94	0,74
	17	0,32	1,15*	0,93	0,90	0,91	0,73
	18	2,49*	1,73*	0,88	3,09*	1,05	0,85
	19	3,32*	1,14	0,45	0,41	1,25*	0,83
	20	5,02*	2,27*	0,82	0,81*	0,87*	0,87
Média		4,27	1,83	0,78	1,19	1,00	0,80

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2

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

Tabela 3.7. Erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) das estimativas de severidade da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1	A2
G1	Inexperientes	Sem escala	Sem escala
	1	5,0 a	5,2 a
	2	2,5 a	7,3 b
	3	11,2 a	11,8 a
	4	1,2 a	1,9 b
	5	18,6 a	22,0 b
	Média	7,7 a	9,6 b
G2	Experientes	Sem escala	Sem escala
	6	6,2 a	4,9 a
	7	2,1 b	1,4 a
	8	3,8 b	1,5 a
	9	5,3 a	5,4 a
	10	1,1 a	1,2 a
	Média	3,7 b	2,9 a
G3	Inexperientes	Sem escala	Com escala
	11	3,6 b	1,8 a
	12	12,9 b	2,6 a
	13	4,5 b	1,6 a
	14	1,3 a	0,9 a
	15	3,2 b	1,1 a
	Média	5,1 b	1,6 a
G4	Experientes	Sem escala	Com escala
	16	19,6 b	1,3 a
	17	1,2 a	1,3 a
	18	6,1 b	3,4 a
	19	4,6 b	1,8 a
	20	11,4 b	0,9 a
	Média	8,6 b	1,7 a

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2.

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student ($P \leq 0,05$).

Tabela 3.8. Erro máximo, em valor absoluto, valores na faixa de variação de 10% (valores = $x \pm 10$) e valores na faixa de variação de 5% (valores = $x \pm 5$) das estimativas em relação ao valor de severidade real da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliação	Parâmetros	Grupos			
		1	2	3	4
1	EMVA	20,4	13,3	14,9	22,4
	% valores = $x \pm 5$	52,0	78,0	64,8	46,8
	% valores = $x \pm 10$	72,8	93,2	85,6	66,0
2	EMVA	22,9	8,7	7,0	7,1
	% valores = $x \pm 5$	38,8	83,2	92,0	94,8
	% valores = $x \pm 10$	67,6	97,2	99,6	100,0

Tabela 3.9. Coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear relacionadas às estimativas visuais da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims), entre pares de avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática. Brasília, DF, Brasil, 2018.

	Sem escala					Com escala				
	Avaliadores	12	13	14	15	Avaliadores	12	13	14	15
G3	11	0,48	0,38	0,76	0,61	11	0,69	0,46	0,70	0,69
	12		0,50	0,62	0,67	12		0,62	0,71	0,67
	13			0,56	0,49	13			0,55	0,56
	14				0,81	14				0,86
G4	Sem escala					Com escala				
	Avaliadores	17	18	19	20	Avaliadores	17	18	19	20
	16	0,83	0,79	0,42	0,67	16	0,70	0,65	0,69	0,83
	17		0,87	0,44	0,80	17		0,61	0,58	0,71
	18			0,45	0,76	18			0,77	0,72
19				0,51	19				0,77	

Tabela 3.10. Valores de correlação entre severidades estimada e real (r), fator de correção do desvio (C_b) e coeficiente de correlação concordante de Lin (ρ_c) para a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1			A2		
Inexperientes	Sem escala			Sem escala			
	r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c	
G1	1	0,94	0,54	0,51	0,85	0,52	0,44
	2	0,92	0,76	0,70	0,92	0,44	0,40
	3	0,90	0,29	0,26	0,91	0,25	0,23
	4	0,94	0,97	0,91	0,92	0,90	0,83
	5	0,86	0,17	0,15	0,88	0,14	0,12
Média		0,91	0,55	0,51	0,90	0,45	0,40
Experientes	Sem escala			Sem escala			
	r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c	
G2	6	0,92	0,50	0,46	0,93	0,58	0,54
	7	0,82	0,91	0,74	0,88	0,99	0,87
	8	0,85	0,69	0,58	0,86	1,00	0,86
	9	0,95	0,55	0,52	0,92	0,54	0,50
	10	0,91	0,99	0,90	0,89	0,99	0,88
Média		0,89	0,73	0,64	0,90	0,82	0,73
Inexperientes	Sem escala			Com escala			
	r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c	
G3	11	0,92	0,70	0,64	0,90	0,89	0,80
	12	0,76	0,23	0,18	0,89	0,80	0,72
	13	0,74	0,65	0,48	0,77	0,98	0,76
	14	0,95	0,89	0,85	0,95	0,99	0,94
	15	0,91	0,73	0,66	0,97	0,94	0,91
Média		0,85	0,64	0,56	0,90	0,92	0,82
Experientes	Sem escala			Com escala			
	r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c	
G4	16	0,89	0,15	0,14	0,86	0,99	0,85
	17	0,96	0,95	0,91	0,86	0,99	0,85
	18	0,94	0,50	0,47	0,92	0,71	0,66
	19	0,67	0,65	0,44	0,91	0,88	0,81
	20	0,90	0,28	0,26	0,94	1,00	0,93
Média		0,87	0,51	0,44	0,90	0,92	0,82

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2.

3.3.3. Escala diagramática para a quantificação da severidade da bacteriose em folhas inteiras

O valor de severidade máximo da bacteriose observado nas 50 folhas inteiras do maracujazeiro, naturalmente infectadas sob cultivo protegido, no estágio de mudas, foi de 88%, e o menor valor foi de 3%. A severidade média foi de 30%, sendo que 30% das folhas apresentaram severidades inferiores a 10%. A escala diagramática foi elaborada com sete níveis de severidade, visando a sua aplicação prática no campo e em ambiente protegido (KRANZ, 1988), representados pelos valores: 3; 6; 12; 25; 50; 77 e 88% (Figura 3.13). As severidades encontradas exibiram padrões sintomáticos típicos da doença, ou seja, inicialmente pequenas manchas, normalmente iniciadas nas margens, que crescem e coalescem, podendo cobrir toda a área foliar (VIANA et al., 2003; JUNQUEIRA et al., 2016).

Altos valores de severidade são comumente observados em campo e cultivo protegido devido ao difícil controle desta doença e à alta suscetibilidade das atuais cultivares à bacteriose (JUNQUEIRA et al., 2003; ISHIDA; HALFELD-VIEIRA, 2009). Escalas diagramáticas com níveis de severidade superiores a 50% já foram reportadas para diferentes patossistemas envolvendo espécies de *Xanthomonas* (NASCIMENTO et al., 2005; CITADIN et al., 2008; FARIA, 2013; DUAN et al., 2015), demonstrando que esse gênero pode ocasionar danos severos quando não controlado adequadamente. No maracujazeiro, valores de severidade superiores a 88% raramente são observados, uma vez que resultam em rápida senescência das folhas.

A acurácia se refere à proximidade entre a severidade estimada e a real e pode ser medida analisando-se os parâmetros intercepto e coeficiente angular da reta de regressão. O intercepto, se significativamente diferente de 0, indica a quantidade de erro constante (positivo ou negativo) do avaliador. Já um coeficiente angular significativamente diferente de 1 indica a presença de erro sistemático do avaliador, o qual está afetando a acurácia da sua estimativa em relação ao valor real (NUTTER; SCHULTZ, 1995). Na primeira avaliação, realizada sem auxílio da escala, observou-se certo nível de acurácia nos avaliadores dos quatro grupos, já que 40% (G1, G2 e G3) e 20% (G4) dos avaliadores não apresentaram nenhum tipo de erro (constante e sistemático) em suas estimativas ($P \leq 0,05$) (Tabela 3.11). Na segunda avaliação de G1, 60% e 100% dos avaliadores apresentaram valores de intercepto e coeficiente angular iguais a 0 e 1 ($P \leq 0,05$), respectivamente, resultando em melhoria da acurácia deste grupo. Esta melhoria, entretanto, não foi observada em G2, no qual foi

detectado um aumento indesejado do valor médio de intercepto. Apesar de se ter verificado um incremento na porcentagem de avaliadores com valores de coeficiente angular iguais a 1, este aumento não foi suficiente para alterar o valor médio deste parâmetro em relação à primeira avaliação.

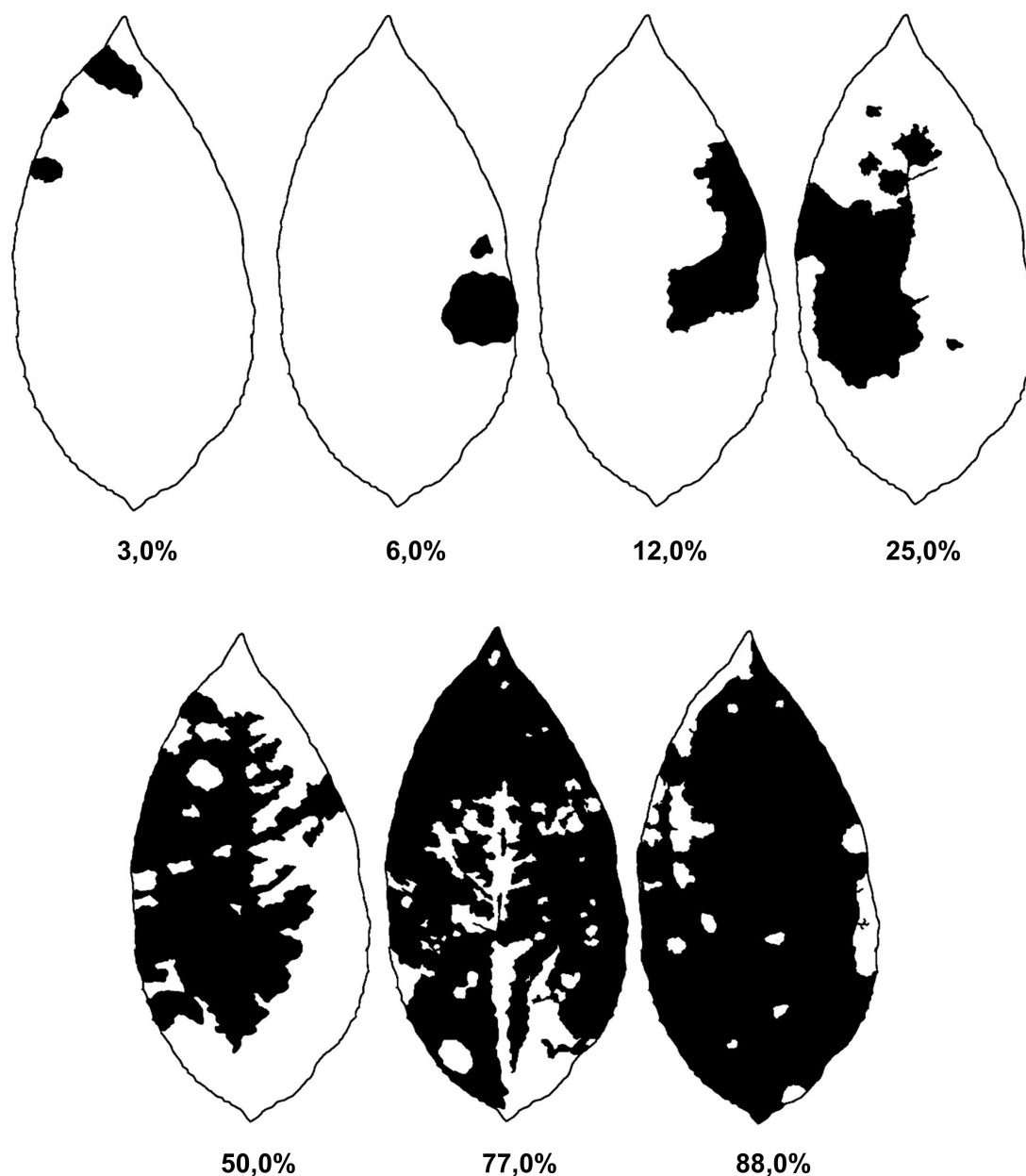


Figura 3.13. Escala diagramática para avaliação de severidade (%) da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Por sua vez, o uso da escala diagramática proposta melhorou a acurácia das estimativas, visto que 80% dos avaliadores em G3 e G4 apresentaram valores de intercepto iguais a 0 ($P \leq$

0,05). Para 100% (G3) e 80% (G4) dos avaliadores, os valores de coeficiente angular foram iguais a 1 ($P \leq 0,05$) (Tabela 3.11). Portanto, quando a avaliação foi realizada com uso da escala, houve uma melhoria da acurácia dos avaliadores de forma mais expressiva que aquela observada em G1. Com isso, os valores de severidade estimada aproximaram-se dos valores reais, ou seja, as linhas de tendência de severidade estimada determinadas para cada avaliador pelo uso da escala estiveram sempre mais próximas à linha 1:1 (severidade real igual à estimada) quando comparado à avaliação da doença sem a utilização da escala (Figuras 3.16 e 3.17).

Além da acurácia, a precisão também deve ser considerada na validação de uma escala diagramática. Ela é definida como a exatidão de uma operação onde há rigor ou refinamento na medida (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 1996), podendo ser avaliada por meio do coeficiente de determinação da regressão (R^2) e pela variação dos erros absolutos (diferenças entre severidades estimada e real) (NUTTER; SCHULTZ, 1995). Sem a utilização da escala, os avaliadores em G3 obtiveram valores de R^2 entre 0,84 e 0,95 (média 0,90) enquanto valores entre 0,84 e 0,97 (0,93) foram observados em G4. Com a escala, os valores de R^2 variaram de 0,92 a 0,96 (0,95) para os avaliadores inexperientes, e de 0,94 a 0,97 (0,95) para os avaliadores experientes. Esses resultados indicam que, com o uso da escala, as estimativas foram sistematicamente relacionadas com o valor real, já que valores médios iguais ou maiores que 0,95 indicam precisão das estimativas (KRANZ, 1988). Embora a maior precisão tenha sido observada em G2, o incremento deste parâmetro em G3 (5,6%) e G4 (2,2%), com a utilização da escala, foi superior àquele observado em G2 (1%), sem o emprego da escala (Tabela 3.11). Desta forma, o uso da escala diagramática pode minimizar erros de estimativas de severidade realizadas por métodos subjetivos adotados por cada pesquisador (GODOY et al., 1997).

O uso da escala para estimar a bacteriose em folhas do maracujazeiro resultou em reduções significativas nos erros absolutos em relação à primeira avaliação, sendo mais expressivas que àquelas observadas nos grupos que fizeram dupla avaliação sem escala (Tabela 3.12, Figura 3.18). Com isso, foi observada uma menor dispersão dos dados na regressão (Figuras 3.14 a 3.17). Enquanto G1 e G2 apresentaram reduções de 16,7% e 6,2%, respectivamente, no erro absoluto médio na segunda avaliação sem escala, G3 e G4 mostraram reduções de até 51,8% com o auxílio da escala proposta (Tabela 3.12).

Desta forma, a distribuição dos resíduos das avaliações sem a escala variou de -14,0 a +40,8 em G3 (Figura 3.18C) e de -14,0 a +34,0 em G4 (Figura 3.18D). Com a escala, os erros

absolutos variaram de -26,8 a +17,4 para os avaliadores inexperientes (Figura 3.18G) e de -12,0 a +25,4, para os avaliadores experientes (Figura 3.18H). O erro máximo da severidade real diminuiu em 10,9% (G1) e aumentou em 1,6% (G2) na segunda avaliação. Por sua vez, nos grupos que utilizaram a escala, o erro máximo médio foi 40,9% menor em G3 e 9,9% menor em G4 (Tabela 3.13).

Com o emprego da escala, 91,2% (G3) e 94,4% (G4) das estimativas apresentaram erros absolutos dentro da faixa de variação de 10% (-10 a +10). Estes valores refletem um incremento de 13,3% (G3) e 30,5% (G4) no número de estimativas com erros dentro desta faixa de variação quando comparado à primeira avaliação. Embora G1 e G2 também tenham apresentado uma alta porcentagem de estimativas com erros dentro desta faixa, o incremento na porcentagem das estimativas com erros até 10% na segunda avaliação desses grupos foi menor do que aquele observado nos grupos que utilizaram escala. De modo similar, observaram-se em G3 e G4 incrementos mais acentuados na porcentagem de estimativas com erros dentro da faixa de variação de 5% (-5 a +5) em comparação a G1 e G2 (Tabela 3.13).

A presença de erros absolutos é comum nas estimativas visuais de severidade e a sua redução é indispensável na quantificação de doenças (ORTEGA-ACOSTA et al., 2016; SANTOS et al., 2017). Os valores de resíduos obtidos nas avaliações com o uso da escala podem ser considerados bons já que mais de 91% permaneceram dentro dos valores aceitáveis (-10 a +10) (Tabela 3.13), segundo critérios adotados por programas de computadores para treinamento na quantificação de doenças como Distrain (TOMERLIN; HOWELL, 1988) e Disease.Pro (NUTTER; WORAWITLIKIT, 1989).

De acordo com Nutter e Schultz (1995), as soluções para corrigir ou minimizar as estimativas de severidade não acuradas variam conforme a magnitude do erro e a quantidade de treinamento recebida pelo avaliador. O uso de escalas diagramáticas e o treinamento específico por meio de programas computacionais podem melhorar as estimativas visuais, reduzindo os erros, conduzindo a melhores resultados e a conclusões mais confiáveis (NUTTER; SCHULTZ, 1995; BARDSLEY; NGUGI, 2013; SACHET et al., 2017b). Além de aumentar a acurácia das estimativas, o uso da escala diagramática também pode reduzir o tempo de avaliação e auxiliar na padronização dos resultados entre avaliadores e experimentos (YADAV et al., 2013).

Quando a escala não foi usada, apenas 20% (G3) e 60% (G4) das avaliações entre avaliadores apresentaram estimativas de severidade com R^2 acima de 0,90. Por outro lado, com o uso da escala, 80% e 90% das estimativas apresentaram valores de R^2 acima de 0,90

em G3 e G4, respectivamente (Tabela 3.14). Esses valores demonstram um aumento na reprodutibilidade das estimativas entre avaliadores devido à utilização da escala. Na prática, esse resultado comprova a redução na subjetividade das estimativas de severidade entre os avaliadores e, desta forma, permite que experimentos distintos, conduzidos por diferentes avaliadores, possam ser comparados caso utilizem a escala proposta (FISCHER et al., 2009).

O coeficiente de Lin foi desenvolvido com a intenção de validar medidas de novos instrumentos comparando-as a outras medidas geradas por métodos já consagrados (*gold standards*). Logo, é utilizado para a verificação da concordância entre dois pares de medidas, de uma mesma amostra, em tempos diferentes. O valor do coeficiente de correlação de concordância de Lin (ρ_c) pode variar de -1 a +1, indicando concordância positiva máxima quando o valor é 1,0 (LIN, 1989). Desde que foi proposto, esse coeficiente tem sido utilizado para a validação de escalas diagramáticas em diferentes doenças (CAPUCHO et al., 2011; YADAV et al., 2013; RIOS et al., 2013; DUAN et al., 2015; NICOLI et al., 2015; SACHET et al., 2017a).

A análise de correlação concordante de Lin confirmou os resultados previamente apresentados, demonstrando que a acurácia e a precisão dos avaliadores foram melhoradas com o uso da escala em comparação às avaliações sem a sua utilização. Com a escala, a acurácia, medida pelo fator de correção (C_b), melhorou de 0,97 para 0,99, em G3, e de 0,94 para 1,00, em G4. A precisão, medida pelo coeficiente de correlação (r), incrementou de 0,95 para 0,97 (G3) e de 0,97 para 0,98 (G4). A concordância (ρ_c) aumentou em 100% dos avaliadores que usaram a escala em G3 e em 60% dos avaliadores em G4, verificando-se incrementos de 5,4% (G3) e 6,6% (G4) em relação à primeira avaliação (Tabela 3.15). Tais incrementos foram muito mais expressivos nos grupos que estimaram a severidade com auxílio da escala quando comparado àqueles que realizaram a segunda avaliação sem escala. O aumento na concordância com o emprego da escala pode ser confirmado pela maior proximidade das retas geradas entre severidade real e estimada com a reta 1:1 na segunda avaliação de G3 (Figura 3.16) e de G4 (Figura 3.17) em relação à primeira avaliação desses grupos.

Para ajudar a minimizar os erros nas estimativas visuais, escalas diagramáticas já foram desenvolvidas para avaliar a severidade de doenças causadas por *Xanthomonas* em diversas culturas, como no feijoeiro (DIAZ et al., 2001; LIMA et al., 2013), videira (NASCIMENTO et al., 2005), pessegueiro (CITADIN et al., 2008), citros (BELASQUE et al., 2005; BRAIDO et al., 2014, 2015), tomateiro (MELLO et al., 1997; DUAN et al., 2015), eucalipto (FARIA,

2013; DAMASCENO, 2016) e couve (NUÑEZ et al., 2017), Essas escalas aumentaram efetivamente a acurácia, precisão e confiabilidade das estimativas, particularmente dos avaliadores inexperientes. As escalas desenvolvidas tem sido utilizadas diretamente em programas de melhoramento, auxiliando na avaliação para a resistência a doenças e seleção de materiais resistentes (MEDEIROS et al., 2011; BERRUETA et al., 2016; VARAGO et al., 2017; RIVERA-ZABALA et al., 2017), ou indiretamente, subsidiando estudos de eficiência de métodos de controle a doenças causadas por *Xanthomonas* (ITAKO et al., 2015; RODRIGUES et al., 2016; LIMA et al., 2017).

A escala diagramática desenvolvida e validada neste estudo permitiu quantificar os sintomas da bacteriose em folhas inteiras do maracujazeiro de forma acurada, precisa e reproduzível. Portanto, poderá ser empregada com o intuito de aumentar a qualidade das estimativas da severidade da doença em diferentes estudos em que a acurácia e precisão dos acessos de severidade da bacteriose sejam requeridos, como os estudos que visam compreender a bacteriose sob a influência de fatores ambientais, avaliação dos níveis de resistência dos hospedeiros e da eficiência de métodos de controle. Diante da suscetibilidade apresentada pelo maracujazeiro azedo à bacteriose e da necessidade de obtenção de cultivares resistentes a essa doença, a escala proposta terá uma enorme importância para os inúmeros trabalhos de seleção em mudas e plantas adultas, em campo e cultivo protegido, desenvolvidos pelos programas de melhoramento genético desta espécie.

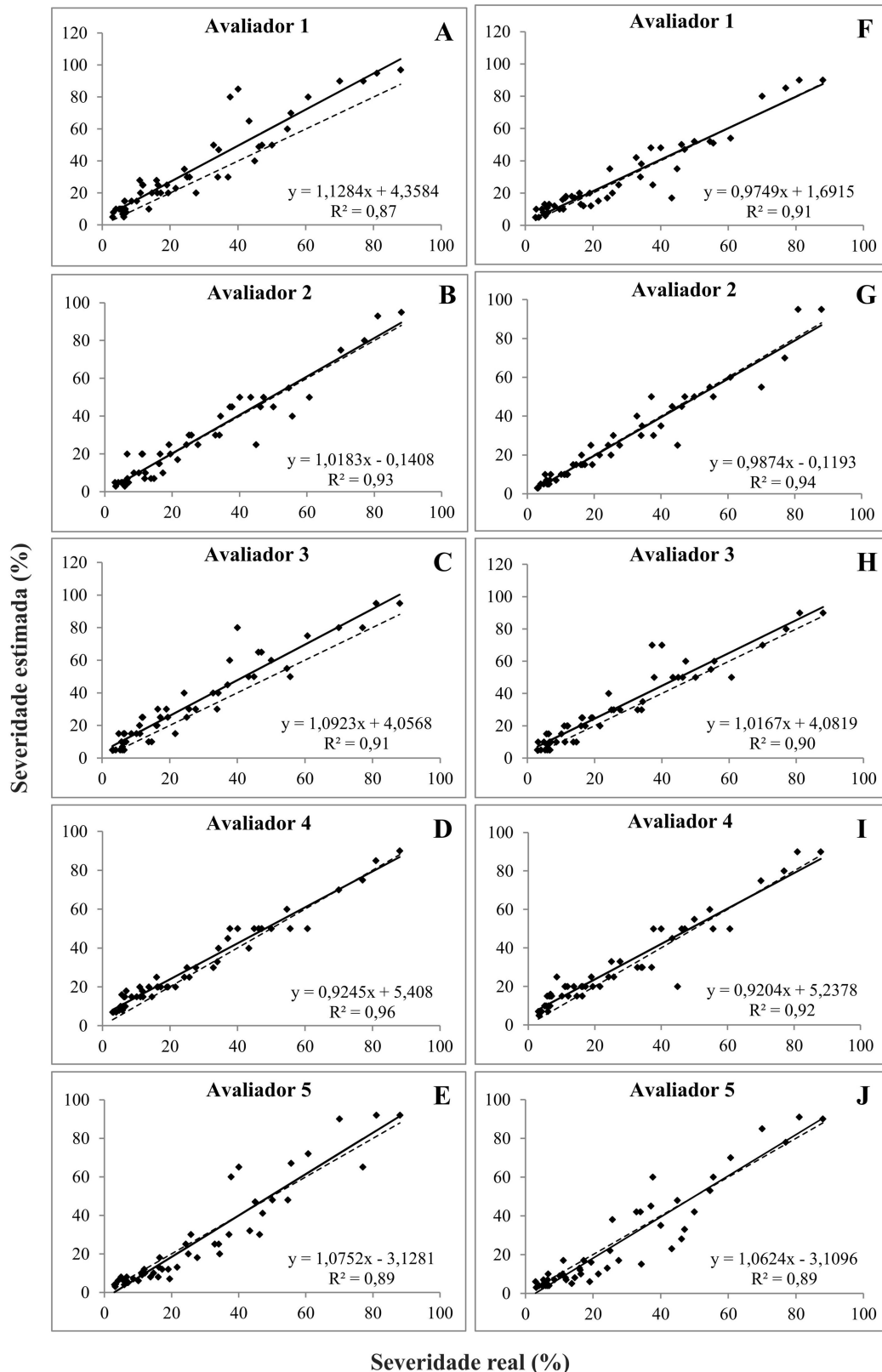


Figura 3.14. Severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem uso de escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

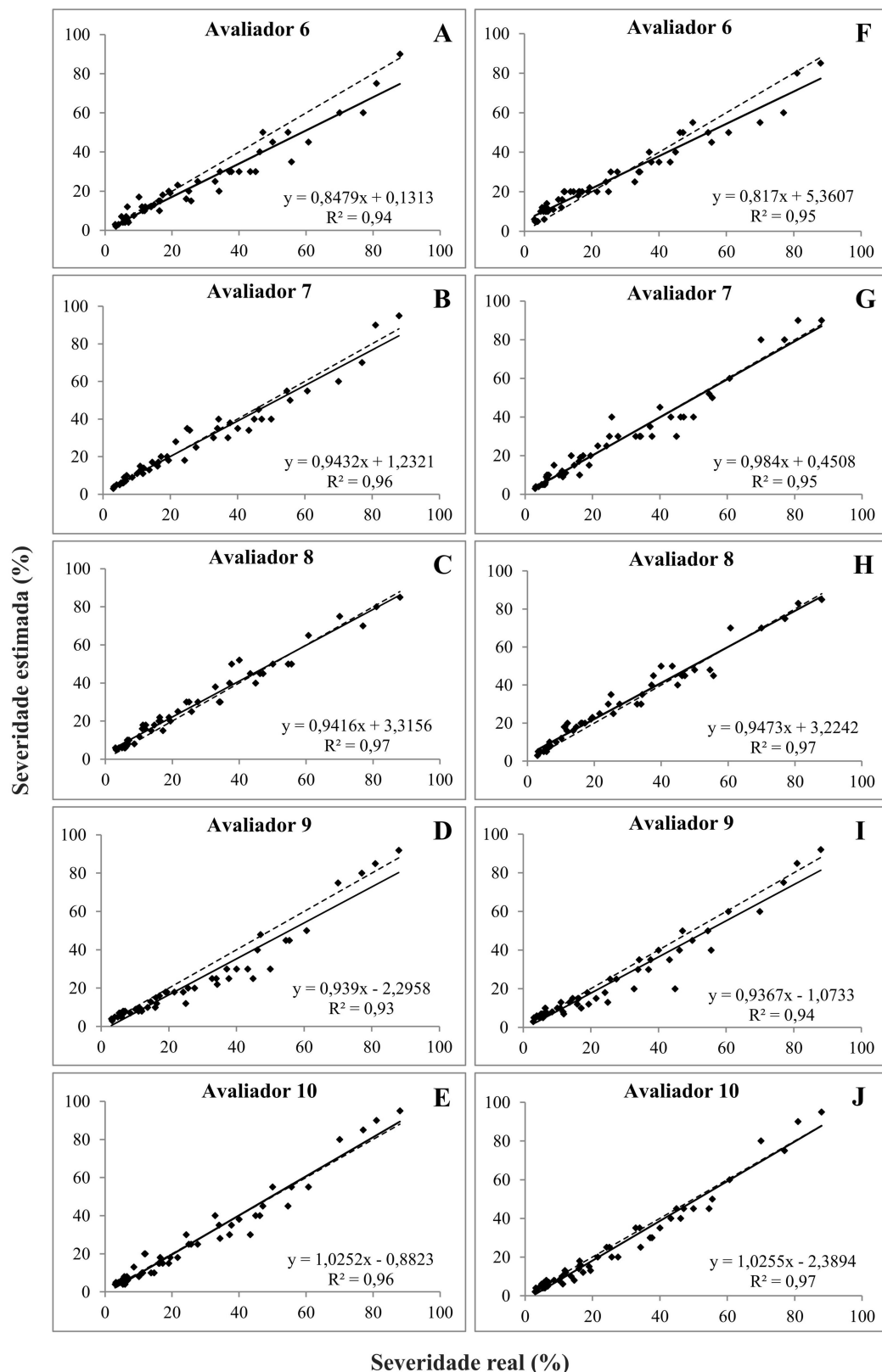


Figura 3.15. Severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

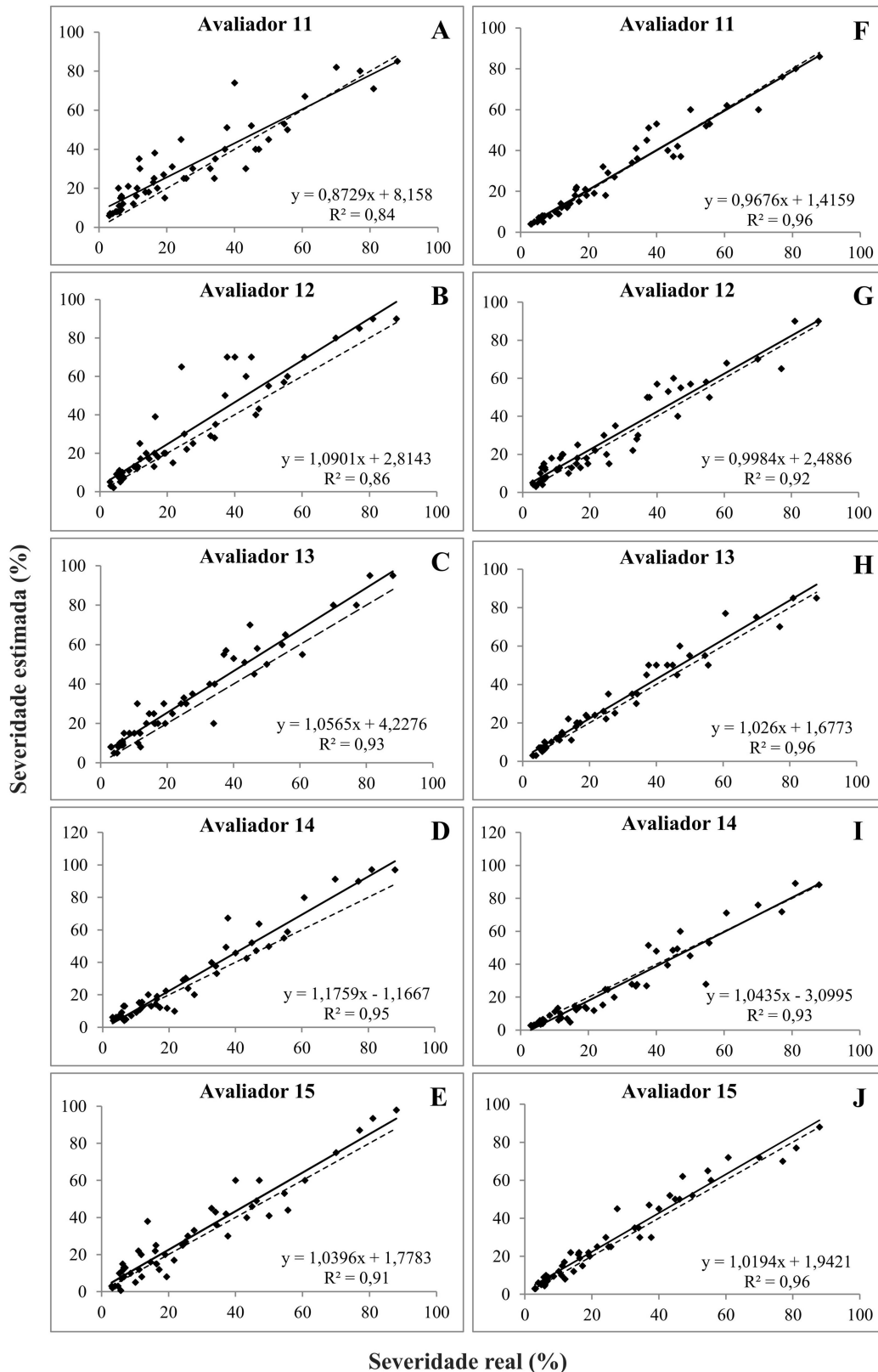


Figura 3.16. Severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação 1ª (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

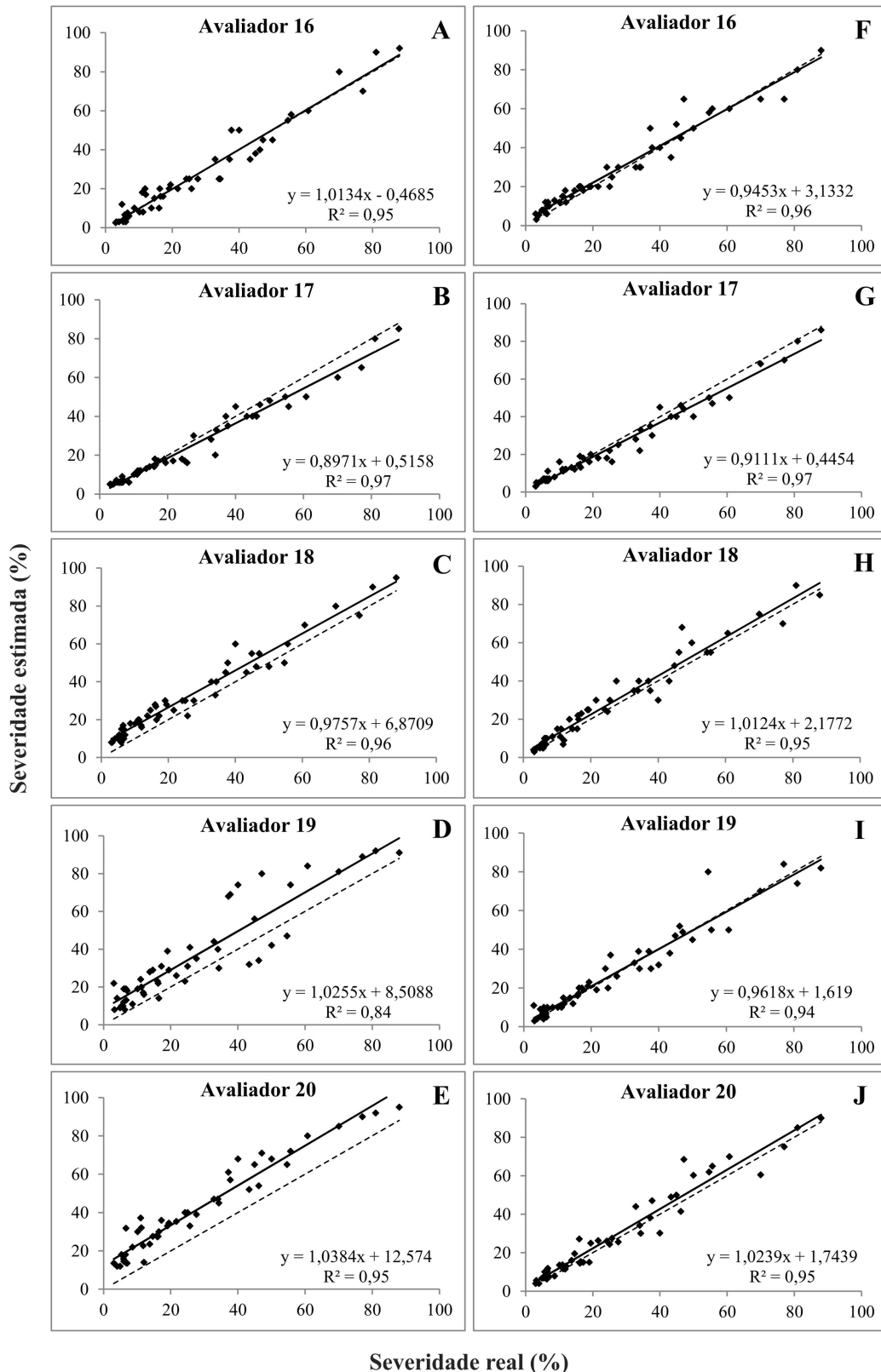


Figura 3.17. Severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

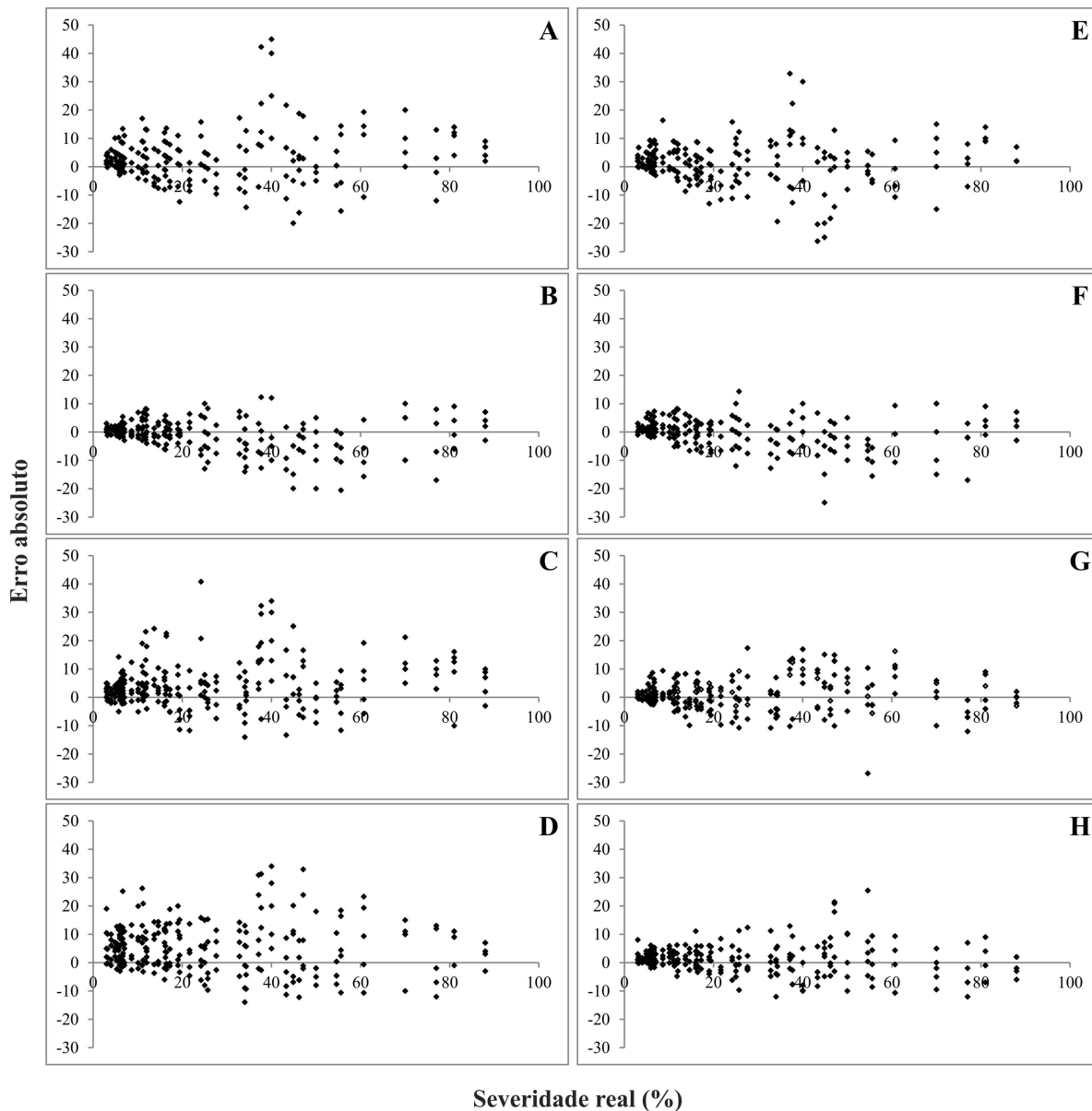


Figura 3.18. Distribuição dos erros absolutos (severidade estimada - severidade real) das estimativas de severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) na 1ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (A), 2 (B), 3 (C) e 4 (D); e na 2ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (E) e 2 (F), e com auxílio da escala, nos grupos 3 (G) e 4 (H). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Tabela 3.11. Intercepto (*a*), coeficiente angular da reta (*b*) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear calculadas entre severidade real e severidade estimada da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1			A2		
Inexperientes		Sem escala			Sem escala		
		<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2
G1	1	4,36*	1,13*	0,87	1,69	0,97	0,91
	2	-0,14	1,02	0,93	-0,12	0,99	0,94
	3	4,06*	1,09	0,91	4,08*	1,02	0,90
	4	5,41*	0,92*	0,96	5,24*	0,92	0,92
	5	-3,13	1,08	0,89	-3,11	1,06	0,89
Média		2,11	1,05	0,91	1,56	0,99	0,91
Experientes		Sem escala			Sem escala		
G2	6	0,13	0,85*	0,94	5,36*	0,82*	0,95
	7	1,23	0,94*	0,96	0,45	0,98	0,95
	8	3,32*	0,94*	0,97	3,22*	0,95*	0,97
	9	-2,30	0,94	0,93	-1,07	0,94	0,94
	10	-0,88	1,03	0,96	-2,39*	1,03	0,97
Média		0,30	0,94	0,95	1,11	0,94	0,96
Inexperientes		Sem escala			Com escala		
G3	11	8,16*	0,87*	0,84	1,42	0,97	0,96
	12	2,81	1,09	0,86	2,49	1,00	0,92
	13	4,23*	1,06	0,93	1,68	1,03	0,96
	14	-1,17	1,18*	0,95	-3,10*	1,04	0,93
	15	1,78	1,04	0,91	1,94	1,02	0,96
Média		3,16	1,05	0,90	0,88	1,01	0,95
Experientes		Sem escala			Com escala		
G4	16	-0,47	1,01	0,95	3,13*	0,95	0,96
	17	0,52	0,90*	0,97	0,45	0,91*	0,97
	18	6,87*	0,98	0,96	2,18	1,01	0,95
	19	8,51*	1,03	0,84	1,62	0,96	0,94
	20	12,57*	1,04	0,95	1,74	1,02	0,95
Média		5,60	0,99	0,93	1,82	0,97	0,95

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2

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

Tabela 3.12. Erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) das estimativas de severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1	A2
G1	Inexperientes	Sem escala	Sem escala
	1	8,9 b	5,3 a
	2	4,6 a	3,4 a
	3	7,6 a	5,9 a
	4	4,5 a	5,6 a
	5	6,1 a	6,2 a
	Média	6,3 a	5,3 a
G2	Experientes	Sem escala	Sem escala
	6	4,9 a	4,7 a
	7	3,3 a	3,5 a
	8	3,4 a	3,5 a
	9	5,0 a	3,9 a
	10	3,6 a	3,2 a
	Média	4,0 a	3,8 a
G3	Inexperientes	Sem escala	Com escala
	11	7,5 b	3,3 a
	12	6,8 a	5,6 a
	13	6,8 b	3,7 a
	14	5,4 a	4,7 a
	15	5,8 b	3,9 a
	Média	6,5 b	4,2 a
G4	Experientes	Sem escala	Com escala
	16	3,7 a	3,6 a
	17	3,2 a	3,1 a
	18	6,8 b	4,0 a
	19	11,1 b	3,7 a
	20	13,6 b	4,1 a
	Média	7,7 b	3,7 a

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2.

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student ($P \leq 0,05$).

Tabela 3.13. Erro máximo, em valor absoluto, valores na faixa de variação de 10% (valores = $x \pm 10$) e valores na faixa de variação de 5% (valores = $x \pm 5$) das estimativas em relação ao valor de severidade real da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliação	Parâmetros	Grupos			
		1	2	3	4
1	EMVA	28,4	15,2	30,7	21,7
	% valores = $x \pm 5$	55,2	70,4	56,4	43,2
	% valores = $x \pm 10$	81,2	92,8	82,8	70,4
2	EMVA	25,3	15,5	18,2	19,5
	% valores = $x \pm 5$	61,6	73,6	68,0	76,4
	% valores = $x \pm 10$	88,8	96,0	91,2	94,4

Tabela 3.14. Coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear relacionadas às estimativas visuais da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims), entre pares de avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática. Brasília, DF, Brasil, 2018.

	Sem escala					Com escala				
	Avaliadores	12	13	14	15	Avaliadores	12	13	14	15
G3	11	0,90	0,82	0,85	0,80	11	0,91	0,94	0,89	0,90
	12		0,87	0,88	0,78	12		0,93	0,90	0,92
	13			0,91	0,87	13			0,94	0,94
	14				0,89	14				0,87
G4	Sem escala					Com escala				
	Avaliadores	17	18	19	20	Avaliadores	17	18	19	20
	16	0,94	0,96	0,85	0,93	16	0,94	0,94	0,90	0,95
	17		0,96	0,83	0,93	17		0,92	0,90	0,90
	18			0,89	0,95	18			0,90	0,93
19				0,88	19				0,89	

Tabela 3.15. Valores de correlação entre severidades estimada e real (r), fator de correção do desvio (C_b) e coeficiente de correlação concordante de Lin (ρ_c) para a bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1			A2		
Inexperientes		Sem escala			Sem escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G1	1	0,94	0,94	0,88	0,96	1,00	0,95
	2	0,96	1,00	0,96	0,97	1,00	0,97
	3	0,95	0,96	0,91	0,95	0,98	0,93
	4	0,98	0,99	0,97	0,96	0,99	0,95
	5	0,95	0,99	0,94	0,94	0,99	0,94
	Média	0,96	0,97	0,93	0,96	0,99	0,95
Experientes		Sem escala			Sem escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G2	6	0,97	0,97	0,94	0,98	0,98	0,96
	7	0,98	1,00	0,98	0,98	1,00	0,98
	8	0,99	1,00	0,98	0,98	1,00	0,98
	9	0,97	0,98	0,95	0,97	0,99	0,96
	10	0,98	1,00	0,98	0,99	1,00	0,98
	Média	0,98	0,99	0,97	0,98	0,99	0,97
Inexperientes		Sem escala			Com escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G3	11	0,92	0,97	0,90	0,98	1,00	0,98
	12	0,93	0,97	0,90	0,96	0,99	0,95
	13	0,97	0,97	0,93	0,98	0,99	0,97
	14	0,97	0,97	0,95	0,96	0,99	0,96
	15	0,96	0,99	0,95	0,98	0,99	0,97
	Média	0,95	0,97	0,92	0,97	0,99	0,97
Experientes		Sem escala			Com escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G4	16	0,98	1,00	0,98	0,98	1,00	0,97
	17	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	0,98
	18	0,98	0,96	0,94	0,98	0,99	0,97
	19	0,92	0,92	0,85	0,97	1,00	0,97
	20	0,97	0,85	0,83	0,97	0,99	0,97
	Média	0,97	0,94	0,91	0,98	1,00	0,97

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2

3.3.4. Escala diagramática para a quantificação da severidade da bacteriose em folhas trilobadas

Os valores de severidade real da bacteriose em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo, determinados por análise de imagem, variaram de 2% a 93,7%, com média de 18,8%. Severidades inferiores a 10% e 40% foram observadas em 53,2% e 87% das folhas. As severidades encontradas exibiram padrões sintomáticos típicos da doença, ou seja, inicialmente pequenas manchas, normalmente iniciadas nas margens, que crescem e coalescem, podendo cobrir toda a área foliar (VIANA et al., 2003; JUNQUEIRA et al., 2016). Esses valores de severidade são comumente observados em campo e cultivo protegido, já que a bacteriose é uma doença de difícil controle e sem nenhum registro de material cultivado com níveis de resistência satisfatórios (ISHIDA; HALFELD-VIEIRA, 2009). Assim, a escala diagramática proposta compreendeu oito imagens, cada uma com uma severidade distinta (2; 4; 9; 18; 35; 58; 80 e 94% de área foliar lesionada), as quais foram retratadas em diagramas em preto e branco (Figura 3.19). O número de diagramas usados para representar a extensão da severidade da doença foi similar ao número utilizado em escalas propostas para outros patossistemas envolvendo a espécie *Xanthomonas* (DIAZ et al., 2001; BELASQUE et al., 2005; NASCIMENTO et al., 2005; LIMA et al., 2013).

A acurácia é definida como a exatidão de uma medida isenta de erros sistemáticos, sendo medida pelo intercepto (a) e pelo coeficiente angular (b) da regressão linear entre a severidade real e a severidade estimada (BERGAMIM FILHO; AMORIM, 1996). Avaliações acuradas apresentam intercepto igual a 0 e coeficiente angular igual a 1 (NUTTER; SCHULTZ, 1995). Na primeira avaliação, houve uma grande variação nos erros constantes e sistemáticos entre avaliadores de todos os grupos, em que foram observadas estimativas de severidade subestimadas e superestimadas. O uso da escala reduziu ambos os erros na segunda avaliação em G3, os quais tenderam a se aproximar dos valores de referência para ausência de erro constante ($a = 0$) e ausência de erro sistemático ($b = 1$), além de ter reduzido a amplitude da subestimação e superestimação dos valores em G3 e G4. Desta forma, as estimativas obtidas com o emprego da escala ficaram mais próximas ao valor da severidade real (Tabela 3.16), como ilustrado pela dispersão dos dados das severidades estimadas versus severidade real (Figuras 3.20 a 3.23) e pelo erro absoluto versus severidade real (Figura 3.24).

Os maiores incrementos nos níveis de acurácia das estimativas com o uso da escala foram verificados para o grupo de avaliadores inexperientes. Essa melhoria dos níveis de

acurácia foi notadamente influenciada pela redução dos erros sistemáticos em G3 e G4, já que 100% dos avaliadores em G3 e 80% dos avaliadores em G4 apresentaram estimativas livres de erros sistemáticos enquanto 20% (G3) e 40% (G4) exibiram estimativas livres de erros constantes. Além disso, o incremento da acurácia das estimativas foi influenciado pela redução do valor médio do intercepto da regressão em G3, que diminuiu de 6,66 na primeira avaliação para 2,10 na segunda avaliação, indicando uma atenuação nos valores superestimados observados na avaliação sem escala. Por outro lado, essa melhoria não foi verificada em G1 e G2, nos quais foram identificados aumentos nos erros constantes e/ou sistemáticos na segunda avaliação sem o emprego da escala (Tabela 3.16).

As avaliações de severidade de uma doença podem variar consideravelmente entre indivíduos, já que os fatores que afetam a acurácia/precisão das estimativas podem estar relacionados tanto ao avaliador (habilidade inata, experiência, treinamento) quanto a características e padrões das lesões ou órgãos da planta (BOCK et al., 2016). Normalmente, pequenas lesões presentes em maior número levam à superestimação em baixos níveis de severidade (< 10%) (BOCK et al. 2010; SCHWANCK; DEL PONTE, 2014) enquanto lesões maiores e presentes em menor número tendem a ser subestimadas (SPOLTI et al., 2011; GONZÁLEZ-DOMÍNGUEZ et al., 2014). Neste estudo, as duas tendências foram observadas, corroborando os resultados de Duan et al. (2015), para a bacteriose do tomateiro. De acordo com esses autores, avaliações realizadas sem auxílio da escala apresentaram tendência de superestimação da severidade quando a área lesionada era menor que 40% e tendência de subestimação da severidade da doença quando a área lesionada era superior a 40%. O emprego da escala reduziu marcadamente essa tendência no estudo de Duan et al. (2015), assim como no presente estudo.

A precisão das estimativas de severidade da bacteriose foi alta em todos os grupos, sem ou com o auxílio da escala (Tabela 3.16). Sem o uso da escala, os avaliadores em G3 apresentaram valores de R^2 entre 0,86 e 0,97 (média 0,93) e os avaliadores em G4 exibiram coeficientes de determinação variando entre 0,95 e 0,98 (0,97). Quando a escala foi empregada, os valores e R^2 variaram de 0,96 a 0,98 (0,98) e de 0,95 a 0,98 (0,97). Como as estimativas foram altamente precisas em todos os grupos na primeira avaliação, a segunda avaliação pouco contribuiu para o incremento dos valores de R^2 , exceto em G3, em que observou-se um aumento de 5,4% no valor médio do coeficiente de determinação (Tabela 3.16, Figuras 3.20 a 3.23).

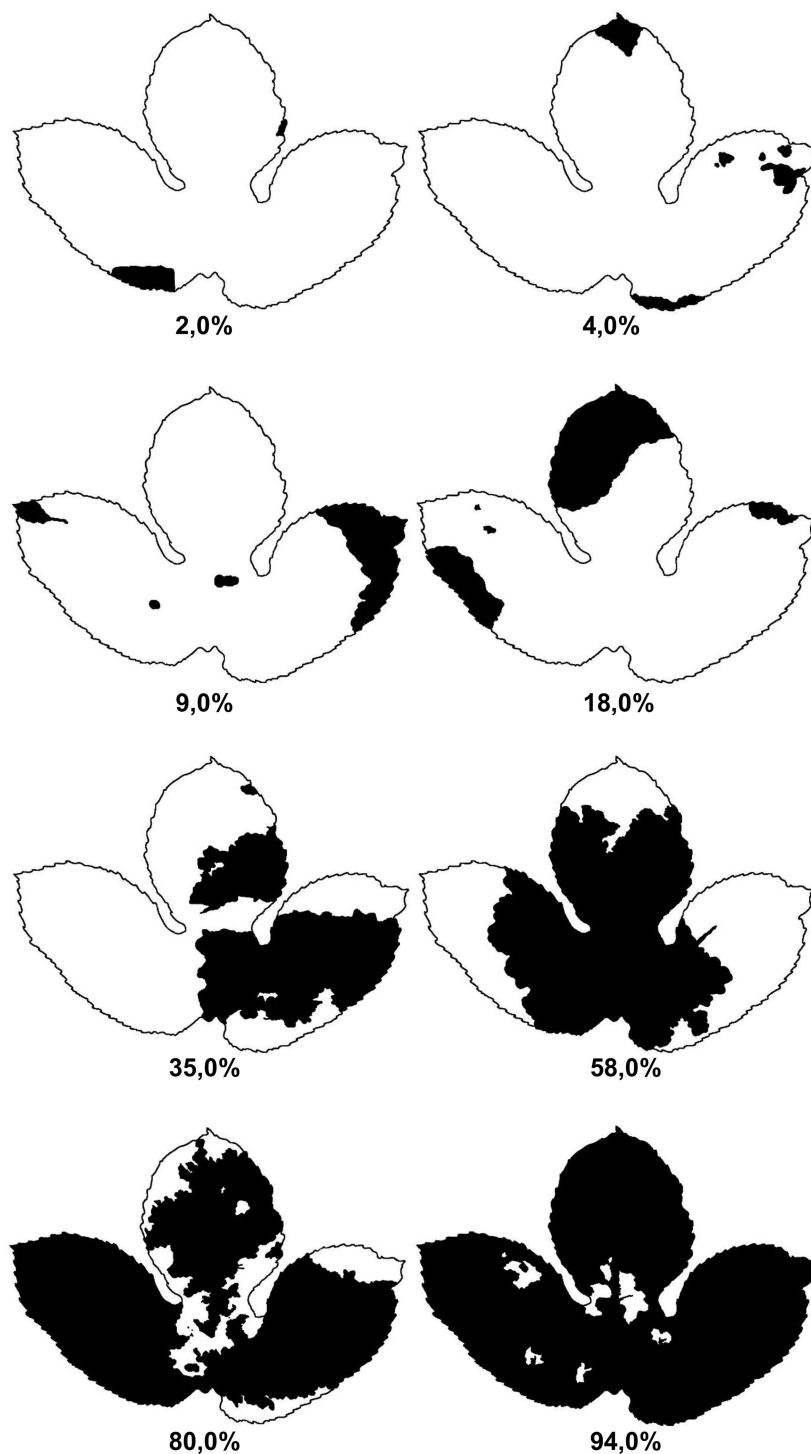


Figura 3.19. Escala diagramática para avaliação de severidade (%) da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Os erros absolutos, representados pelas diferenças entre os valores estimados visualmente e os reais obtidos eletronicamente, reduziram significativamente ($P \leq 0,05$) na segunda avaliação dos dois grupos de avaliadores inexperientes (G1 e G3) (Tabela 3.17), resultando em uma menor dispersão dos dados na regressão (Figuras 3.20 e 3.22) e menor

amplitude na distribuição dos erros (Figura 3.24). Já em G2, observou-se um aumento no valor médio do erro absoluto na segunda avaliação sem escala. Embora o erro absoluto médio tenha sido menor na segunda avaliação em G4, a redução verificada não foi significativa (Tabela 3.17, Figura 3.24). Avaliadores com experiência prévia na quantificação de doenças desenvolveram internamente e, muitas vezes, empiricamente, processos próprios de calibração do seu sistema visual. Mesmo que tenham desenvolvido essa habilidade de maneira subjetiva, tais avaliadores tendem a ser mais precisos que aqueles sem experiência alguma, já que a prática ou treinamento minimizam a subjetividade e os erros das estimativas (NUTTER; SCHULTZ, 1995; MADDEN et al., 2007; BOCK et al., 2010). Por este motivo, avaliadores inexperientes tendem a apresentar melhores respostas ao uso de escalas diagramáticas em comparação aos avaliadores experientes (YADAV et al., 2013; VENTURINI et al., 2015; NUÑEZ et al., 2017).

A segunda avaliação sem escala proporcionou uma redução de 9,6% no erro máximo médio da severidade real em G1 e de 5,3% em G2. Para os grupos que realizaram a segunda avaliação com a escala, o erro máximo apresentou uma redução de 36,3% em G3 e de 8,5% em G4 (Tabela 3.18, Figura 3.24). Deste modo, a distribuição dos resíduos das avaliações realizadas sem o auxílio da escala apresentou estimativas com erros variando de -40,0 a +23,0 em G3 (Figura 3.24C) e de -18,0 a +17,8 em G4 (Figura 3.24D). Com a utilização da escala, houve redução acentuada nos erros em G3, que variaram de -8,0 a +21,0 (Figura 3.24E) enquanto em G4, variaram de -12,0 a +16,4 (Figura 3.24F).

Os avaliadores apresentaram erros de maior magnitude na segunda avaliação em G2, havendo um incremento na porcentagem das estimativas com erros superiores a 10% (-10 a +10). Em contrapartida, com a utilização da escala diagramática, houve redução no número de estimativas com erros superiores a 10% e, com isso, 97,2% (G3) e 92,8% (G4) das estimativas apresentaram erros de até 10%. Esse resultado representa um incremento de 10,5% e 5,9% em comparação aos valores observados na primeira avaliação em G3 e G4, respectivamente (Tabela 3.18). Embora comportamento similar tenha sido verificado em G1, o incremento no número de estimativas com erros até 10% foi mais discreto do que aqueles observados nos grupos que utilizaram a escala diagramática.

Segundo critérios adotados em validação de escalas, erros absolutos de até 10% são aceitáveis, sendo classificados como excelentes aqueles avaliadores cujos erros não excedam 5% (NUTTER; SCHULTZ, 1995; TOMERLIN; HOWELL, 1988). As porcentagens das estimativas com erros menores que 5%, também apresentaram incrementos de 34% (G3) e

14,3% (G4) em relação à avaliação sem escala. Embora os avaliadores inexperientes que realizaram a segunda avaliação sem escala também tenham apresentado aumento das estimativas com erros dentro desta faixa de variação, o incremento foi de apenas 2,8%, inferior àqueles aqueles detectados em G3 e G4 (Tabela 3.18).

Os ganhos na confiabilidade entre avaliadores ou reprodutibilidade das estimativas são cruciais para garantir que avaliadores distintos apresentem estimativas mais uniformes ao avaliar a severidade da doença em um mesmo experimento (CORREIA et al., 2017). A reprodutibilidade pode ser quantificada através do coeficiente de determinação da reta de regressão gerada pelas estimativas de dois avaliadores. Valores próximos de 1,00 indicam estimativas semelhantes (BELASQUE et al., 2005). A reprodutibilidade das estimativas entre avaliadores foi maior com o uso da escala diagramática proposta neste estudo. Para as avaliações realizadas sem o auxílio da escala, os valores de R^2 foram menores que 0,90 em 60% (G3) e 10% (G4) das comparações entre avaliadores. Com o auxílio da escala, os valores de R^2 foram maiores que 0,90 para 100% das estimativas nos dois grupos, os quais apresentaram valores médios de 0,96 (G3) e 0,95 (G4), indicando alta confiabilidade das estimativas (Tabela 3.19).

O coeficiente de correlação de concordância de Lin fornece um método para julgar a concordância de valores estimados com valores reais e tem sido usado em avaliações de doenças de plantas (CAPUCHO et al., 2011; BARDSLEY; NGUGI, 2013; DOMICIANO et al., 2014; NICOLI et al., 2015; CORREIA et al., 2017). Esta análise detectou incrementos na acurácia e precisão mais elevados que aqueles detectados pela regressão linear. As estimativas sem o uso da escala foram altamente acuradas e precisas em todos os grupos, resultando em altos valores de concordância. Portanto, apenas um discreto aumento foi verificado na precisão em G3 e acurácia em G3 e G4, com o emprego da escala. Nos grupos que realizaram dupla análise sem escala, observou-se um discreto aumento da precisão em G1 e G2, além de redução da acurácia em G2 na segunda avaliação (Tabela 3.20).

O uso da escala diagramática resultou em incremento da concordância (ρ_c) para 100% dos avaliadores em G3, sendo que apenas um avaliador em G4 apresentou redução do valor deste parâmetro, conforme também verificado pela análise de regressão linear. Quando a escala não foi empregada, os valores de ρ_c variaram de 0,92 a 0,98 (G3) e de 0,90 a 0,98 (G4). Entretanto, com o uso da escala, ρ_c variou entre 0,98 e 0,99 (G3) e entre 0,95 e 0,98 (G4), resultando em incrementos de 3,2% e 2,1% na concordância em G3 e G4, respectivamente. Tais valores indicam que as estimativas de severidade com a escala ficaram mais próximas da

linha de concordância quando comparadas às estimativas sem o uso da escala (Tabela 3.20, Figuras 3.22 e 3.23). Tais incrementos não foram observados nos grupos que realizaram a segunda avaliação sem escala.

Vários estudos já confirmaram o aumento na precisão das avaliações visuais de severidade de doenças com o uso de escalas diagramáticas, demonstrando a importância dessa ferramenta em estudos de quantificação de doenças (ALVES et al., 2015; FREITAS et al., 2015; DE PAULA et al., 2016; ORTEGA-ACOSTA et al., 2016; NUÑEZ et al., 2017; SANTOS et al., 2017). Além disso, os resultados obtidos por meio do emprego dessas escalas podem subsidiar estudos diversos, como os de desenvolvimento de doenças sob diferentes condições de manejo (RAMOS et al., 2016; WAMSER et al., 2017), avaliação do impacto das doenças na fisiologia e produtividade da planta (RIOS et al., 2017a, 2017b) e mapeamento genético para genes de resistência (BASTIANEL et al., 2009). A bacteriose é uma doença que resulta em grandes perdas à produção do maracujazeiro. Avaliações acuradas da severidade real da doença são fundamentais para estimativas de perdas produtivas, para suportar programas de melhoramento genético e testar a eficiência de vários métodos de controle, entre outros estudos.

Neste estudo, as severidades estimadas com o uso da escala diagramática foram mais acuradas e precisas para a maioria dos avaliadores (Tabelas 3.16 e 3.20). Além disso, a escala forneceu alta reprodutibilidade (Tabela 3.19), sobretudo para aqueles não sujeitos a nenhum tipo de experiência. Neste sentido, a escala proposta mostrou-se útil para reduzir a variabilidade das estimativas, reduzindo a amplitude das variações, especialmente no grupo de avaliadores inexperientes. Esses resultados corroboram alguns estudos que investigaram o efeito da experiência do avaliador tanto na acurácia quanto na precisão, concluindo que avaliadores inexperientes tendem a responder mais eficientemente ao uso de escalas diagramáticas do que avaliadores experientes (SACHS et al., 2011; KLOSOWSKI et al. 2013; YADAV et al. 2013; GONZÁLEZ-DOMÍNGUEZ et al., 2014; SOUSA et al., 2014).

A escala diagramática proposta neste estudo poderá, portanto, ser utilizada para a estimativa de severidade da bacteriose do maracujazeiro azedo em trabalhos de campo e cultivo protegido, especialmente naqueles em que múltiplos avaliadores são envolvidos, uma vez que a sua utilização resultou em estimativas mais acuradas e precisas dos avaliadores experientes e, especialmente, inexperientes. Assim, contribuirá em programas de melhoramento genético como ferramenta na seleção de genótipos visando a resistência a essa doença, tanto em mudas quanto em plantas adultas.

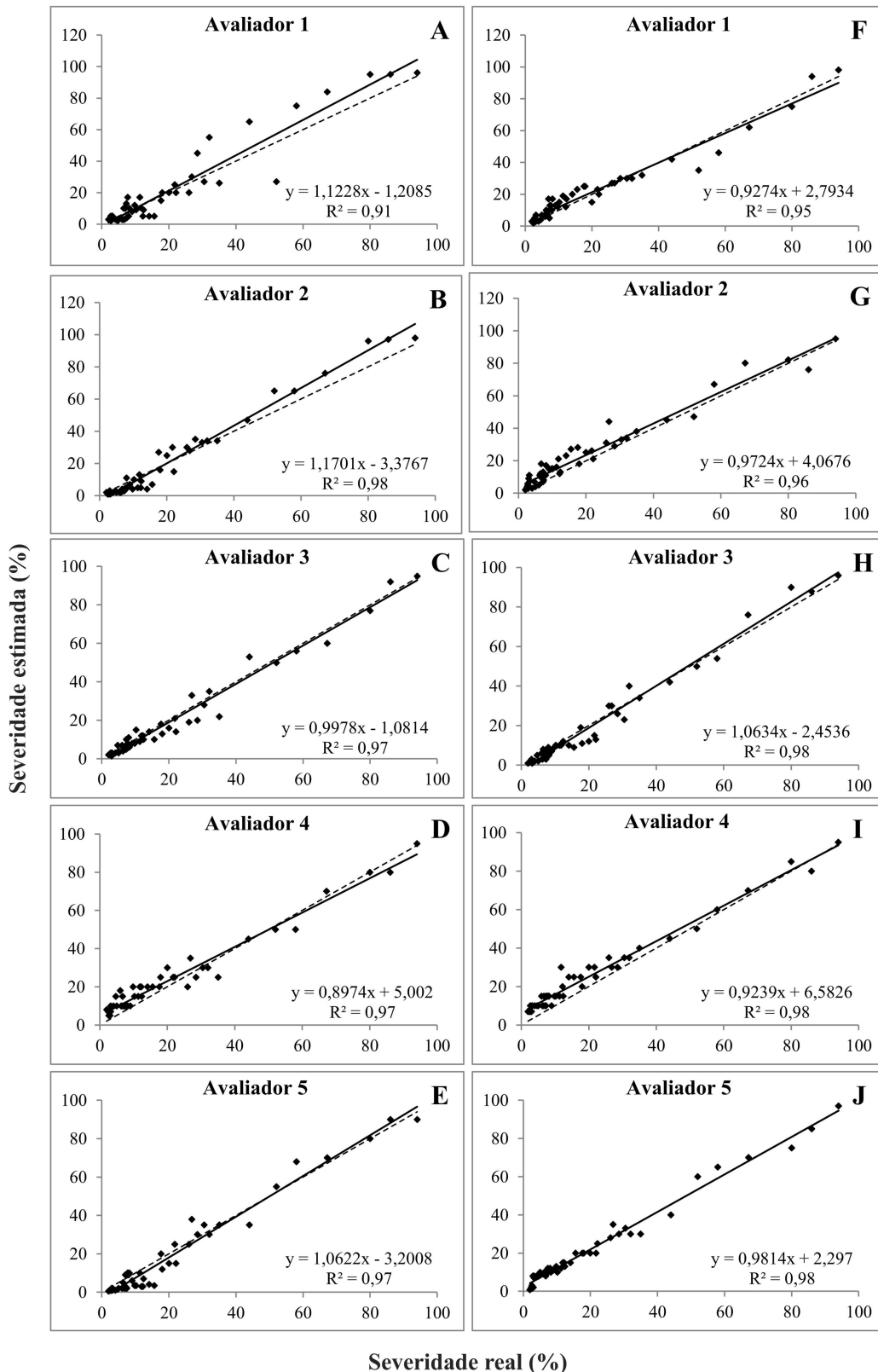


Figura 3.20. Severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem uso de escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

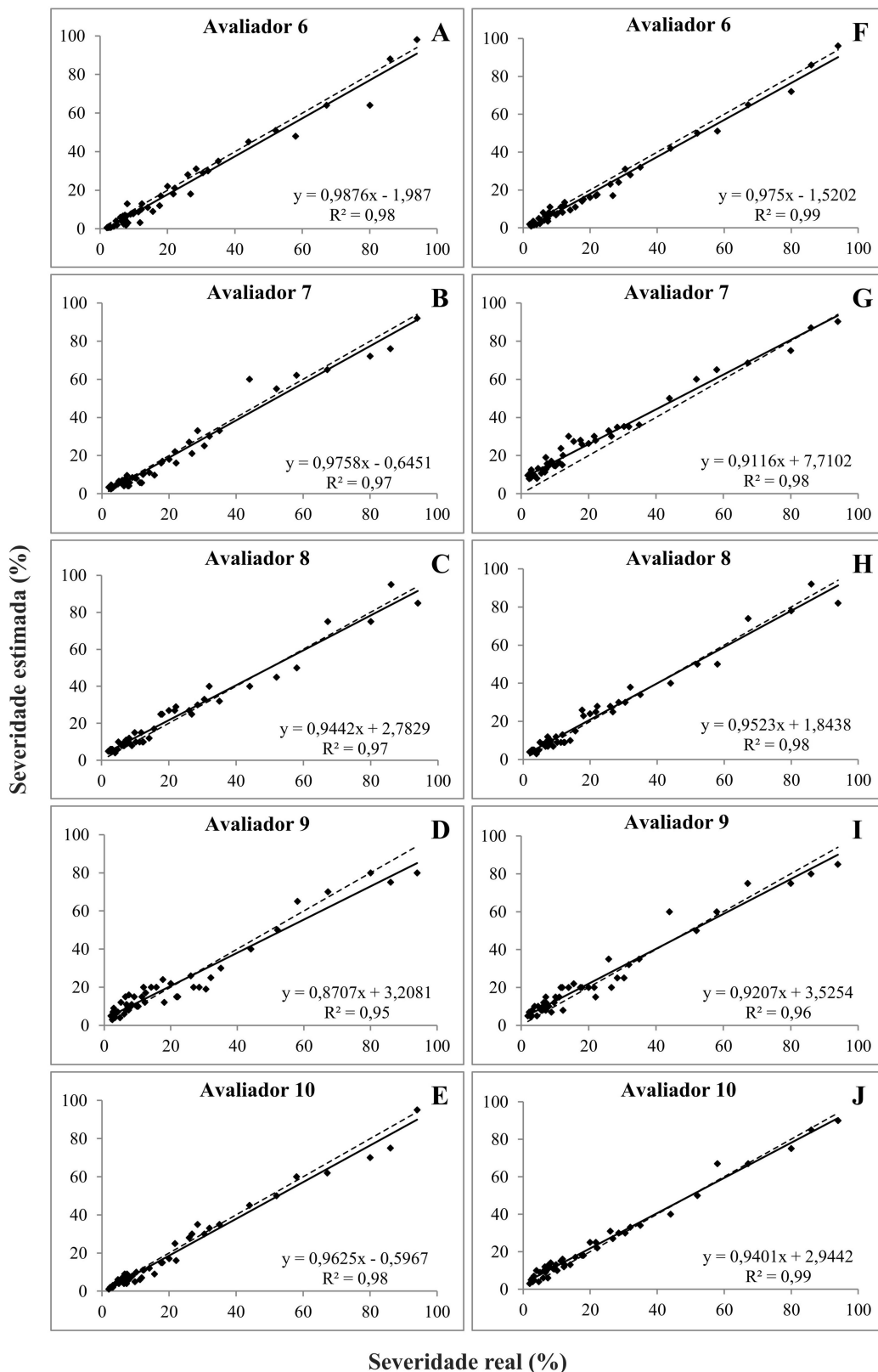


Figura 3.21. Severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear, severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

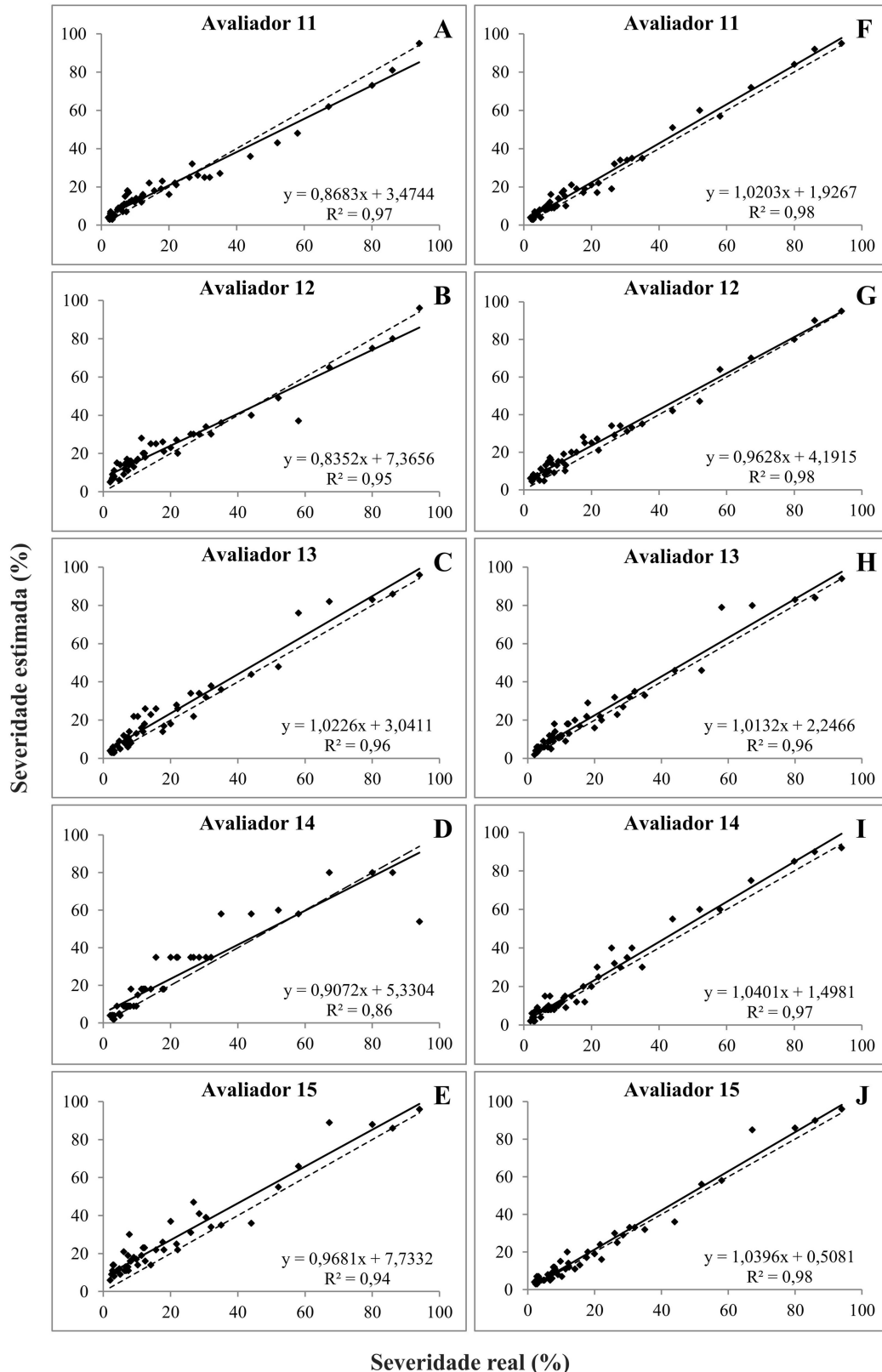


Figura 3.22. Severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação 1ª (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear, severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

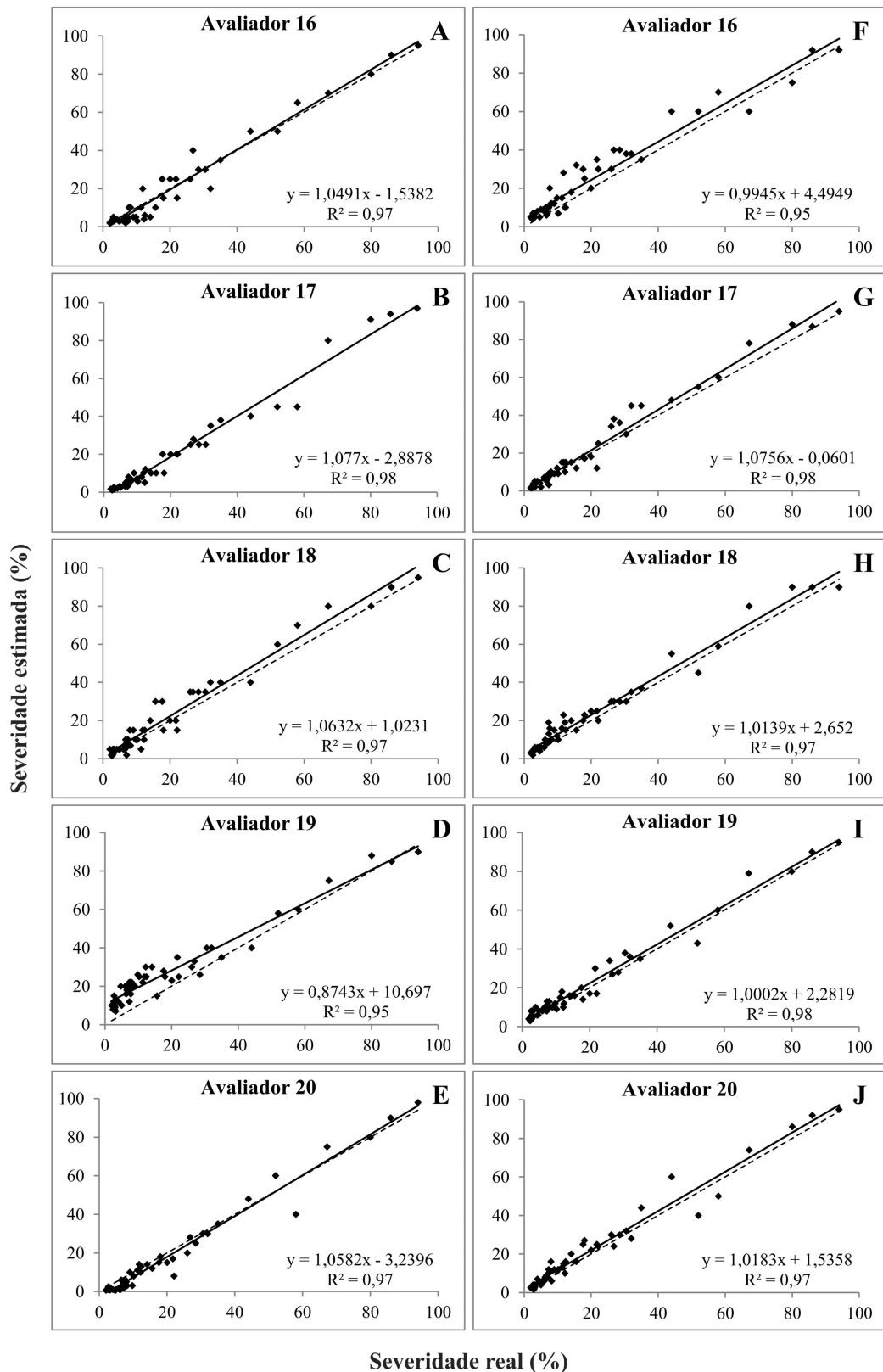


Figura 3.23. Severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear, severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

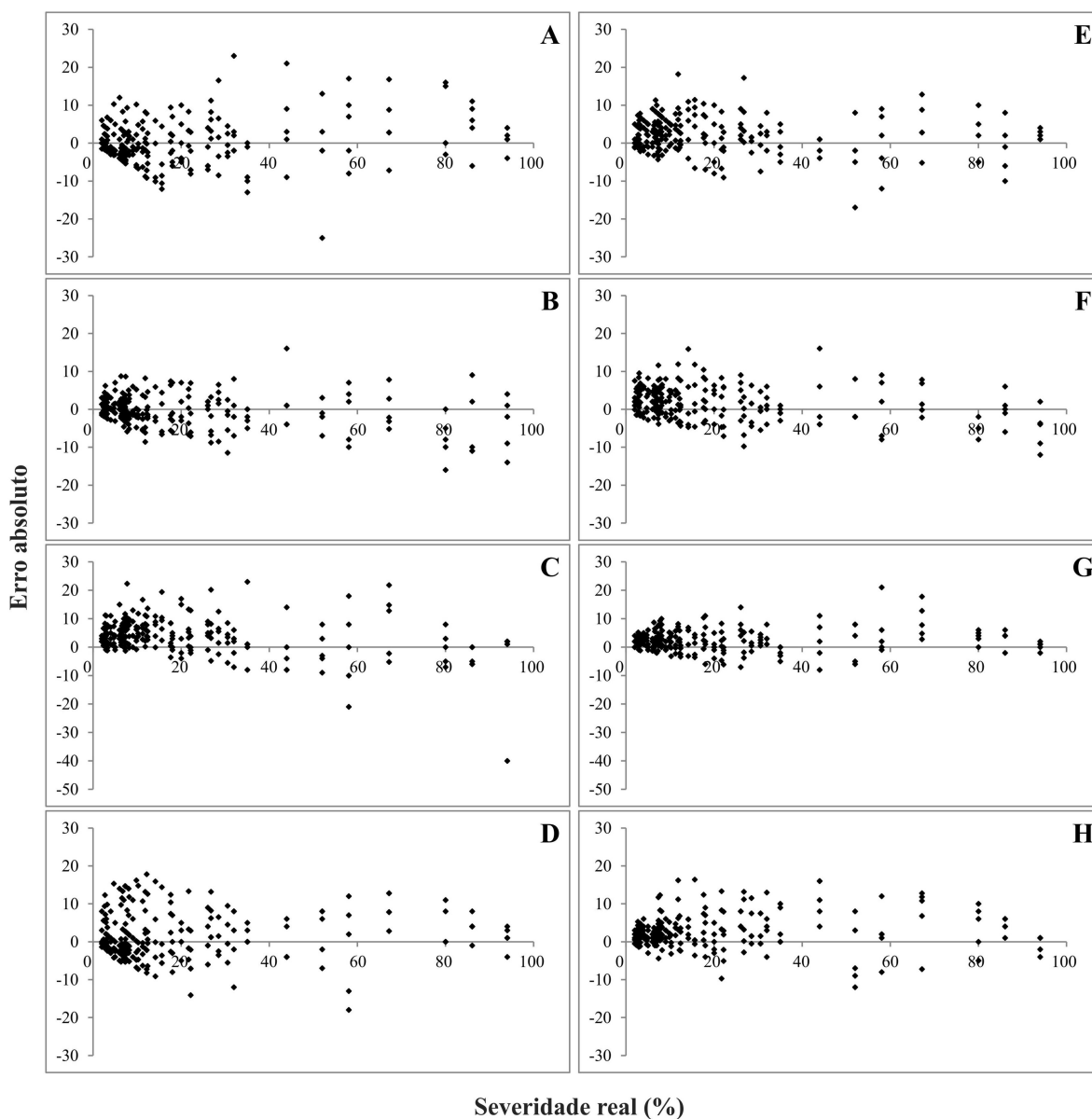


Figura 3.24. Distribuição dos erros absolutos (severidade estimada - severidade real) das estimativas de severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) na 1ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (A), 2 (B), 3 (C) e 4 (D); e na 2ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (E) e 2 (F), e com auxílio da escala, nos grupos 3 (G) e 4 (H). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Tabela 3.16. Intercepto (*a*), coeficiente angular da reta (*b*) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear calculadas entre severidade real e severidade estimada da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1			A2		
Inexperientes		Sem escala			Sem escala		
		<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2
G1	1	-1,21	1,12*	0,91	2,79*	0,93*	0,95
	2	-3,38*	1,17*	0,98	4,07*	0,97	0,96
	3	-1,08	1,00	0,97	-2,45*	1,06*	0,98
	4	5,00*	0,90*	0,97	6,58*	0,92*	0,98
	5	-3,20*	1,06*	0,97	2,30*	0,98	0,98
	Média	-0,77	1,05	0,96	2,66	0,97	0,97
Experientes		Sem escala			Sem escala		
G2	6	-1,99*	0,99	0,98	-1,52*	0,97	0,99
	7	-0,65	0,98	0,97	7,71*	0,91*	0,98
	8	2,78*	0,94*	0,97	1,84*	0,95*	0,98
	9	3,21*	0,87*	0,95	3,53*	0,92*	0,96
	10	-0,60	0,96	0,98	2,94*	0,94*	0,99
	Média	0,55	0,95	0,97	2,90	0,94	0,98
Inexperientes		Sem escala			Com escala		
G3	11	3,47*	0,87*	0,97	1,93*	1,02	0,98
	12	7,37*	0,84*	0,95	4,19*	0,96	0,98
	13	3,04*	1,02	0,96	2,25*	1,01	0,96
	14	5,33*	0,91	0,86	1,50*	1,04	0,97
	15	7,73*	0,97	0,94	0,51	1,04	0,98
	Média	6,66	0,91	0,93	2,10	1,02	0,98
Experientes		Sem escala			Com escala		
G4	16	-1,54	1,05	0,97	4,50*	0,99	0,95
	17	-2,89*	1,08*	0,98	-0,06	1,08*	0,98
	18	1,02	1,06*	0,97	2,65*	1,01	0,97
	19	10,70*	0,87*	0,95	2,28*	1,00	0,98
	20	-3,24*	1,06*	0,97	1,54	1,02	0,97
	Média	0,81	1,02	0,97	2,18	1,02	0,97

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2

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

Tabela 3.17. Erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) das estimativas de severidade da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores	A1	A2
Inexperientes	Sem escala	Sem escala
1	5,6 a	3,7 a
2	4,3 a	4,3 a
3	2,7 a	2,9 a
4	4,5 a	5,4 a
5	4,0 b	2,9 a
Média	4,2 a	3,9 a
Experientes	Sem escala	Sem escala
6	3,0 a	2,4 a
7	2,7 a	6,3 b
8	3,6 a	2,9 a
9	4,3 a	4,1 a
10	2,4 a	2,6 a
Média	3,2 a	3,6 a
Inexperientes	Sem escala	Com escala
11	3,8 a	3,0 a
12	5,9 b	3,9 a
13	4,2 a	3,5 a
14	5,5 b	3,3 a
15	7,4 b	2,7 a
Média	5,4 b	3,3 a
Experientes	Sem escala	Com escala
16	3,4 a	5,3 b
17	3,2 a	2,8 a
18	3,7 a	3,6 a
19	8,7 b	3,3 a
20	3,4 a	3,3 a
Média	4,5 a	3,7 a

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2.

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student ($P \leq 0,05$).

Tabela 3.18. Erro máximo, em valor absoluto, valores na faixa de variação de 10% (valores = $x \pm 10$) e valores na faixa de variação de 5% (valores = $x \pm 5$) das estimativas em relação ao valor de severidade real da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliação	Parâmetros	Grupos			
		1	2	3	4
1	EMVA	15,6	13,2	22,3	15,3
	% valores = $x \pm 5$	72,0	78,4	58,8	67,2
	% valores = $x \pm 10$	92,4	97,6	88,0	87,6
2	EMVA	14,1	12,5	14,2	14,0
	% valores = $x \pm 5$	74,0	74,4	78,8	76,8
	% valores = $x \pm 10$	96,4	97,2	97,2	92,8

Tabela 3.19. Coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear relacionadas às estimativas visuais da bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims), entre pares de avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática. Brasília, DF, Brasil, 2018.

	Sem escala					Com escala				
	Avaliadores	12	13	14	15	Avaliadores	12	13	14	15
G3	11	0,96	0,93	0,78	0,93	11	0,96	0,94	0,96	0,96
	12		0,89	0,79	0,89	12		0,96	0,95	0,97
	13			0,85	0,91	13			0,94	0,96
	14				0,82	14				0,96
G4	16	0,95	0,94	0,89	0,94	16	0,92	0,92	0,93	0,91
	17		0,94	0,93	0,97	17		0,96	0,96	0,95
	18			0,91	0,94	18			0,97	0,97
	19				0,93	19				0,96

Tabela 3.20. Valores de correlação entre severidades estimada e real (r), fator de correção do desvio (C_b) e coeficiente de correlação concordante de Lin (ρ_c) para a bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1			A2		
Inexperientes		Sem escala			Sem escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G1	1	0,96	0,99	0,94	0,98	1,00	0,97
	2	0,99	0,99	0,98	0,98	0,99	0,97
	3	0,99	1,00	0,99	0,99	1,00	0,99
	4	0,98	0,99	0,97	0,99	0,97	0,96
	5	0,98	0,99	0,98	0,99	1,00	0,99
	Média	0,98	0,99	0,97	0,99	0,99	0,97
Experientes		Sem escala			Sem escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G2	6	0,99	1,00	0,98	0,99	1,00	0,99
	7	0,99	1,00	0,98	0,99	0,96	0,95
	8	0,98	1,00	0,98	0,99	1,00	0,99
	9	0,97	0,99	0,97	0,98	0,99	0,97
	10	0,99	1,00	0,99	0,99	1,00	0,99
	Média	0,98	1,00	0,98	0,99	0,99	0,98
Inexperientes		Sem escala			Com escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G3	11	0,98	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99
	12	0,97	0,97	0,94	0,99	0,99	0,98
	13	0,98	0,99	0,97	0,98	0,99	0,98
	14	0,93	0,99	0,92	0,99	0,99	0,98
	15	0,97	0,95	0,92	0,99	1,00	0,99
	Média	0,97	0,98	0,95	0,99	0,99	0,98
Experientes		Sem escala			Com escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G4	16	0,98	1,00	0,98	0,97	0,98	0,95
	17	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	0,98
	18	0,98	0,99	0,97	0,99	0,99	0,98
	19	0,97	0,93	0,90	0,99	0,99	0,98
	20	0,99	0,99	0,98	0,98	1,00	0,98
	Média	0,98	0,98	0,96	0,98	0,99	0,98

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2.

3.3.5. Escala diagramática para a quantificação da severidade da septoriose em folhas inteiras

As severidades de septoriose, obtidas em folhas inteiras do maracujazeiro naturalmente infectadas sob cultivo protegido, foram compreendidas entre 1% e 30,5%. A severidade média observada foi de 8,2% e 72% das folhas apresentaram severidades inferiores a 10%. Níveis de severidade superiores a 30% normalmente não são encontrados uma vez que abscisão parcial ou completa é observada quando a doença atinge 15 a 20% das folhas na mesma planta (LOUW, 1941). Ataques severos promovem até a queda das folhas mais velhas, no campo ou em viveiros, resultando em desfolha da planta, reduzindo seu potencial produtivo e retardando seu completo desenvolvimento (SUSSEL, 2010). A partir das amplitudes de severidade encontradas, foi proposta uma escala diagramática composta por seis níveis de severidade: 1; 3; 5; 12; 20 e 31% de área foliar lesionada (Figura 3.25), as quais foram retratadas em diagramas em preto e branco, respeitando o padrão sintomático da doença.

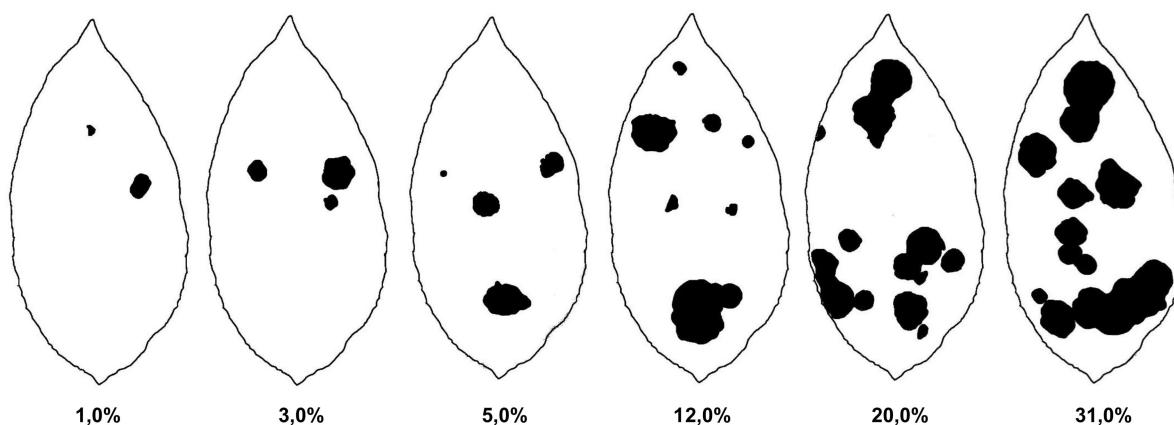


Figura 3.25. Escala diagramática para avaliação de severidade (%) da septoriose (*Septoria passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

De um modo geral, as avaliações sem auxílio da escala diagramática foram pouco acuradas, visto que 85% dos avaliadores apresentaram erros constantes e/ou sistemáticos, com tendência de superestimação da severidade da doença. Quando a segunda avaliação foi realizada sem escala, 100% (G1) e 60% (G2) dos avaliadores apresentaram erros constantes, ou seja, valores de intercepto diferentes de 0 ($P \leq 0,05$). Em contrapartida, com o emprego da escala, 80% dos avaliadores em G3 e 60% em G4 apresentaram valores de intercepto iguais a 0 ($P \leq 0,05$) (Tabela 3.21), indicando uma redução dos erros constantes verificados para todos os níveis de severidade da doença. Em relação ao coeficiente angular da reta, a utilização da

escala diagramática foi mais eficiente para a redução dos erros sistemáticos no grupo de avaliadores inexperientes, já que 60% dos avaliadores em G3 apresentaram valores de coeficiente angular iguais a 1 ($P \leq 0,05$) (Tabela 3.21). Esse resultado foi superior àqueles observados em G4 e nos grupos que realizaram a segunda avaliação sem auxílio da escala.

A tendência de superestimação da severidade foi observada em todos os grupos na primeira avaliação. Com a utilização da escala, tanto os valores superestimados quanto o número de avaliadores que apresentavam esta tendência foram reduzidos (Tabela 3.21). Esses resultados corroboram diversos estudos de validação de escalas diagramáticas que usaram a análise de regressão linear e também mostraram uma tendência de superestimação dos valores de severidade, quando sem auxílio da escala, e aumentos significativos de acurácia e precisão das estimativas por avaliadores, quando com auxílio das escalas propostas (FISCHER et al., 2009; CELOTO; PAPA, 2010; SCHWANCK; DEL PONTE, 2014; SOUSA et al., 2014; DUAN et al., 2015).

Observaram-se valores médios de intercepto de 2,69 e 0,21 (G3) e de 0,35 e -0,07 (G4), respectivamente, antes e depois da utilização da escala pelos avaliadores. Para os valores médios de coeficiente angular, foram obtidos 1,70 e 1,19 (G3) e 1,36 e 1,13 (G4), respectivamente, antes e depois do uso da escala (Tabela 3.21). Segundo Nutter e Schultz (1995), avaliações acuradas são aquelas em que os valores de intercepto estão mais próximos de 0 e os valores de coeficiente angular estão mais próximos de 1, pois tais valores equivalem à reta de regressão da situação ideal, sem erros constantes e sistemáticos. Portanto, o emprego da escala proposta contribuiu significativamente para a melhoria dos níveis de acurácia dos avaliadores experientes e inexperientes, uma vez que as médias de severidade estimadas estiveram próximas aos valores reais (Tabela 3.21). Como consequência, as linhas com tendência de severidade estimada determinadas para cada avaliador pelo uso da escala ficaram mais próximas à linha 1:1 quando comparado à avaliação da doença destes grupos sem a utilização da escala e também quando comparado ao desempenho dos grupos que realizaram dupla avaliação sem escala (Figuras 3.26 a 3.29).

O coeficiente de determinação pode ser considerado uma medida quantitativa de precisão (KRANZ, 1998). Quanto mais próximo de 100%, maior a precisão da estimativa (NUTTER; SCHULTZ, 1995). A escala diagramática aumentou a precisão das estimativas em ambos os grupos, de acordo com os coeficientes de determinação observados. Os valores de R^2 obtidos pelos avaliadores sem o uso da escala variaram de 0,66 a 0,92 (G3) e de 0,73 a 0,92 (G4). Com a utilização da escala, os valores de R^2 variaram de 0,82 a 0,96 (G3) e de 0,78

a 0,96 (G4). Tais resultados representam incrementos de 17,3% (G3) e 4,7% (G4) nos valores médios de R^2 , com o uso da escala, enquanto nenhum incremento foi observado em G1 e apenas 2,2% foi verificado em G2, sem o uso da escala na segunda avaliação (Tabela 3.21).

Além do coeficiente de correlação, a precisão dos avaliadores pode ser determinada pela análise dos erros absolutos (severidade estimada menos severidade real). Usando este critério, as estimativas realizadas com o uso da escala apresentaram maior precisão que aquelas realizadas pelo mesmo grupo, sem a sua utilização. Esses resultados podem ser confirmados pela menor dispersão dos dados na regressão (Figuras 3.26 a 3.29) e pela redução dos erros absolutos ($P \leq 0,05$) (Tabela 3.22, Figura 3.30). Deste modo, foram identificadas diferenças entre as avaliações realizadas sem e com auxílio da escala por um mesmo grupo ($P \leq 0,05$). Enquanto G1 e G2 apresentaram reduções de 2,5% e 13,5%, respectivamente, no erro absoluto médio na segunda avaliação sem escala, o uso da escala propiciou reduções de 77,3% (G3) e de 51,6% (G4) (Tabela 3.22).

A utilização da escala contribuiu para que os avaliadores apresentassem menor tendência de superestimar ou subestimar os valores de severidade, em relação aos valores de severidade real (Figuras 3.28 e 3.29). Assim, sem a utilização da escala as estimativas exibiram erros absolutos variando entre -15,0 e +64,5 (G3) e entre -15,0 e +44,5 (G4), enquanto com a escala, os erros absolutos variaram de -10,0 a +4,3 e de -6,1 a +20,0 em G3 e G4, respectivamente (Figura 3.30). O erro máximo da severidade real, em valor absoluto, diminuiu em 7,7% (G1) e 26,3% (G2). Por sua vez, o erro máximo observado com o uso da escala correspondeu a um valor 72,1% menor para os avaliadores inexperientes e 47,1% menor para os avaliadores experientes em relação à avaliação sem escala (Tabela 3.23, Figura 3.30).

As reduções dos erros absolutos observadas com a utilização da escala resultaram em decréscimos de 94,3% (G3) e 77,3% (G4) na porcentagem de estimativas com erros superiores a 10% (-10 a +10) (Tabela 3.23). Com isso, 98% das estimativas concentraram-se dentro da faixa de variação de 10% em G3 e G4, considerada como satisfatória de acordo com os critérios adotados por softwares computacionais voltados ao treinamento da quantificação de doenças, como o Distrain e o Disease.Pro (TOMERLIN; HOWELL, 1988; NUTTER; WORAWITLIKIT, 1989). Quando a escala foi utilizada, a porcentagem de estimativas dentro da faixa de variação de 5% (-5 a +5) também foi maior em G3 e G4, o que indica que as estimativas dos avaliadores foram mais próximas ao valor real da severidade quando eles tiveram auxílio da escala proposta. Embora as porcentagens das estimativas com erros até 5%

tenham aumentado na segunda avaliação de G1 e G2, estes incrementos (3,1% em G1 e 3,4% em G2) foram muito mais discretos do que aqueles observados para os grupos que utilizaram a escala diagramática (95,6% e 18,8% para G3 e G4, respectivamente) (Tabela 3.23).

A reprodutibilidade das estimativas entre os avaliadores também pode ser utilizada como indicativo de análise da precisão da escala (NUTTER; SCHULTZ, 1995). Quando a escala não foi utilizada, as regressões lineares entre as severidades estimadas aos pares pelos avaliadores produziram coeficientes de determinação variando entre 0,35 e 0,78 (G3) e entre 0,60 e 0,90 (G4). Com a escala, os valores de R^2 variaram de 0,66 a 0,93 e de 0,76 a 0,93 em G3 e G4, respectivamente. O uso da escala proporcionou maiores valores de R^2 para 80% das combinações em G3 e 70% das combinações em G4, indicando aumento da concordância entre as avaliações e evidenciando o aumento da precisão das estimativas com a sua utilização (Tabela 3.24).

O coeficiente de correlação de concordância de Lin (ρ_c) fornece uma medida geral de concordância ou acurácia, levando em consideração a precisão (coeficiente de correlação, r) e o fator de correção do erro (C_b), um coeficiente calculado com base no erro sistemático e no erro constante (LIN, 1989). Uma vez que a acurácia é dividida nos componentes de erro e precisão, o efeito da precisão é removido na determinação do erro, permitindo que o coeficiente de Lin segregue inacurácia de imprecisão (SHOUKRI; PAUSE, 1999; LIN et al., 2002). De acordo com a análise de concordância de Lin (Tabela 3.25), as avaliações realizadas por 100% dos avaliadores estiveram mais próximas ao valor real com o uso da escala proposta, quando comparada com as avaliações realizadas sem auxílio da escala. Esse resultado pode ser confirmado pela aproximação entre a linha ajustada da regressão (reta gerada entre as severidades real e estimada) e a linha 1:1 (severidade real igual à estimada) nos grupos que utilizaram a escala proposta (Figuras 3.28 e 3.29).

Na primeira avaliação, os grupos G1 e G2 apresentaram maiores valores de ρ_c , indicando que as avaliações apresentaram estimativas mais próximas da severidade real em relação aos grupos G3 e G4. Todavia, quando a escala foi empregada, a concordância aumentou consideravelmente em G3 e G4 (Tabela 3.25). Os valores de ρ_c variaram de 0,83 a 0,96 (G3) e de 0,80 a 0,97 (G4), representando um aumento de 73,1% e 18,2% em G3 e G4, respectivamente, em comparação às avaliações sem escala destes grupos. Não foi observado aumento na concordância entre os valores em G1 enquanto G2 mostrou um incremento de apenas 5,1%. Os valores de r e de C_b também apresentaram incrementos na segunda avaliação de G3 e G4, os quais não foram observados em G1 e foram mais discretos em G2 que aqueles

identificados nos grupos que utilizaram a escala (Tabela 3.25). O aumento da concordância identificado com o uso da escala foi devido à redução dos erros, medido por C_b , especialmente em G3, que apresentou aumento de acurácia de 81,1% em relação à avaliação anterior. Os ganhos mais expressivos em acurácia, precisão e concordância foram observados para os avaliadores que apresentaram as piores estimativas sem o uso da escala. Assim, o uso da escala mostrou-se mais vantajoso para os avaliadores inexperientes em relação aos experientes, corroborando resultados reportados por diferentes estudos (FISCHER et al., 2009; YADAV et al., 2013; GONZÁLEZ-DOMÍNGUEZ et al., 2014; VENTURINI et al., 2015; NUÑEZ et al., 2017).

O coeficiente de Lin foi proposto para determinar a reprodutibilidade em processos de validação de métodos e instrumentos. Entretanto, apenas recentemente esse coeficiente tem adquirido maior popularidade em estudos de validação de escalas diagramáticas (NITA et al., 2003; SPOLTI et al., 2011; RIOS et al., 2013; SCHWANCK; DEL PONTE, 2014; CORREIA et al., 2017; SACHET et al., 2017a). Segundo Madden et al. (2007), o coeficiente de Lin é uma métrica apropriada para análise de concordância, possuindo uma interpretação mais simples que a análise de regressão, já que considera acurácia e precisão em um único coeficiente. A regressão linear, por outro lado, pode induzir a rejeição de modelos pertinentes devido a inconsistências que podem ocorrer em algumas situações pela análise separada da significância dos parâmetros da acurácia (intercepto e coeficiente angular) e precisão (R^2). Apesar disso, 82% das escalas validadas nos últimos 20 anos utilizaram a análise de regressão linear, enquanto apenas 3% aplicaram o coeficiente de Lin e 15% combinaram as duas análises (Tabela 1).

Na literatura, há relatos de escalas diagramáticas validadas para a quantificação da severidade de doenças causadas por *Septoria* sp. (MARTINS et al., 2004; LENZ et al., 2009; MESQUINI et al., 2009). O emprego destas escalas tem contribuído para estudos epidemiológicos, permitindo a compreensão do progresso da doença (ALMEIDA et al., 2015), para estudos do impacto econômico provocado pela doença por meio da análise da redução da produtividade (CRUZ et al., 2010), ou simplesmente para a avaliação da severidade da doença sob diferentes manejos (CABRAL et al., 2013). A escala diagramática proposta é o primeiro registro de uma escala validada para estimar a severidade da septorrose em folhas do maracujazeiro azedo.

O uso de uma escala diagramática agiliza as avaliações de severidade da doença e permite a padronização das estimativas dos avaliadores (NUÑEZ et al., 2017). Neste estudo, a

validação da escala com a análise de regressão linear e com o coeficiente de concordância de Lin resultou em conclusões semelhantes sobre o desempenho dos avaliadores. As comparações das análises de regressão dos avaliadores, sem e com o auxílio da escala, bem como a comparação entre grupos que realizaram avaliação sem e com a sua utilização, mostraram que a escala proposta foi eficiente em aumentar a acurácia e precisão na avaliação da doença, melhorando a qualidade das estimativas dos avaliadores experientes e inexperientes. A escala aumentou a concordância entre os valores estimados e o real e pode ser utilizada como ferramenta para abreviar o processo de treinamento de avaliadores, permitindo que estimativas acuradas e precisas sejam alcançadas em menor tempo. Além disso, poderá ser empregada como uma importante ferramenta em programas de melhoramento genético do maracujazeiro para avaliar a resistência de genótipos à septoriose e para estudar o progresso da doença, no campo ou em casa de vegetação, tanto em mudas quanto em plantas adultas.

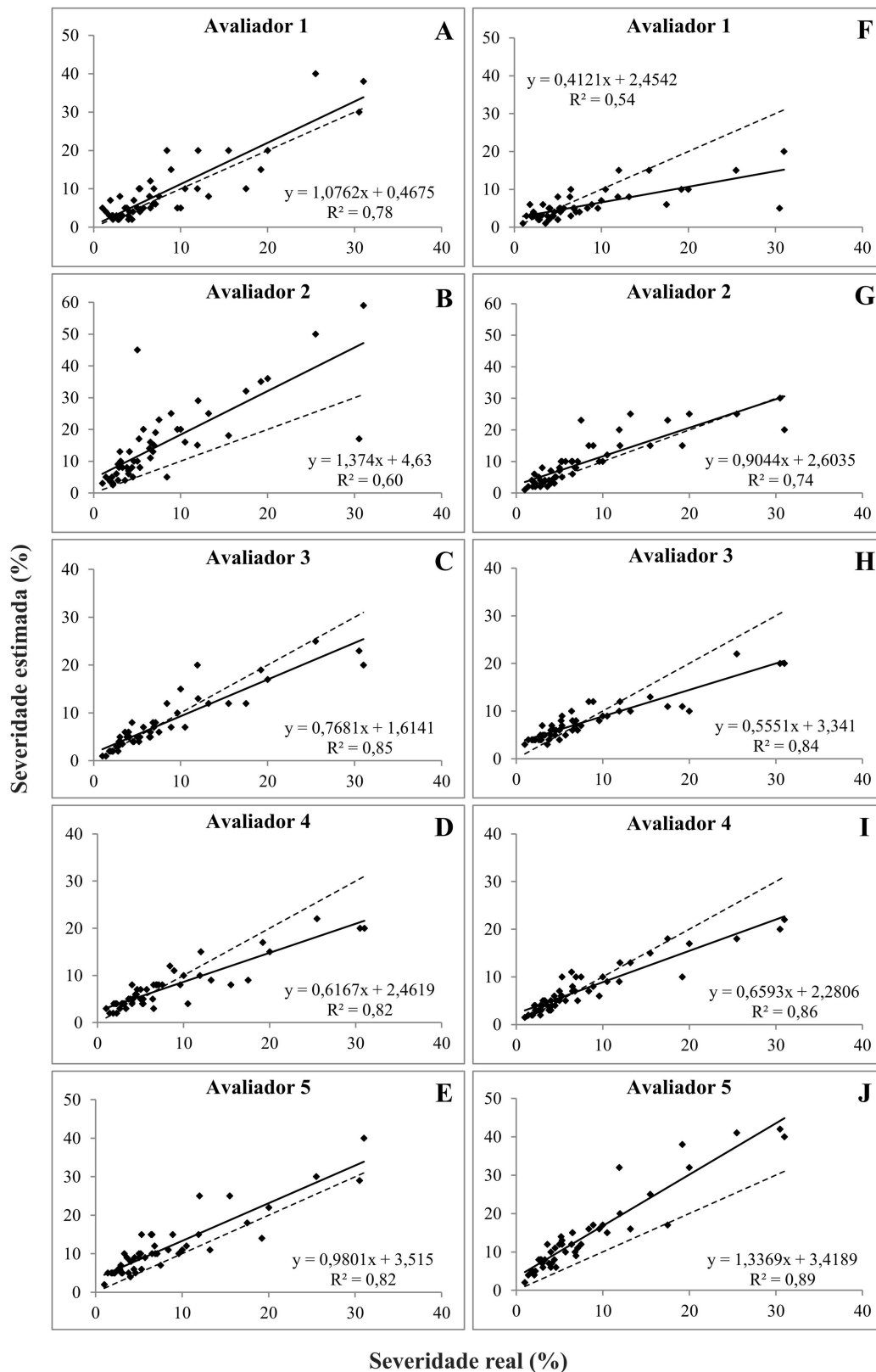


Figura 3.26. Severidade da septoriose (*Septoria passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem uso de escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

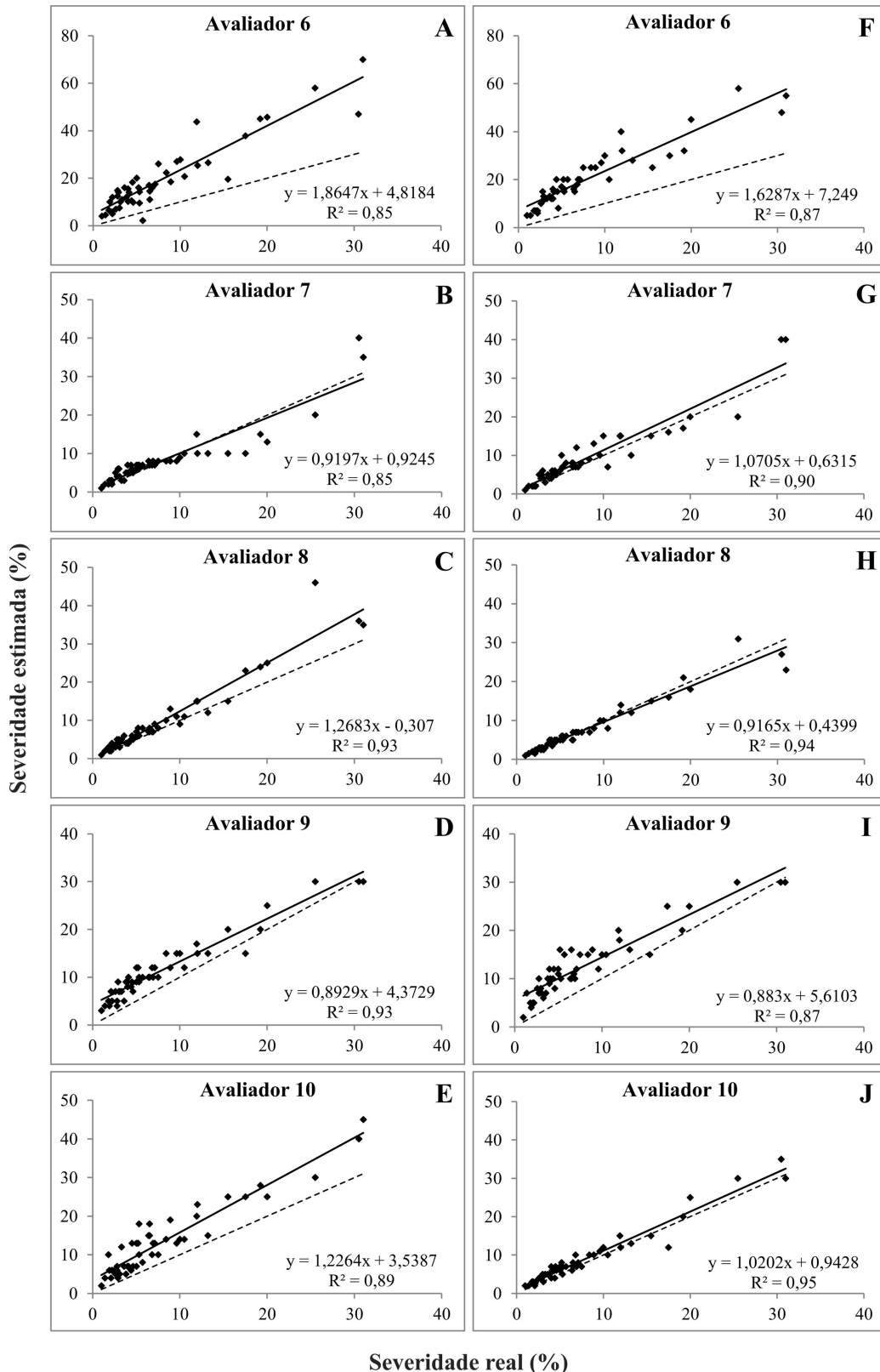


Figura 3.27. Severidade da septoriose (*Septoria passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

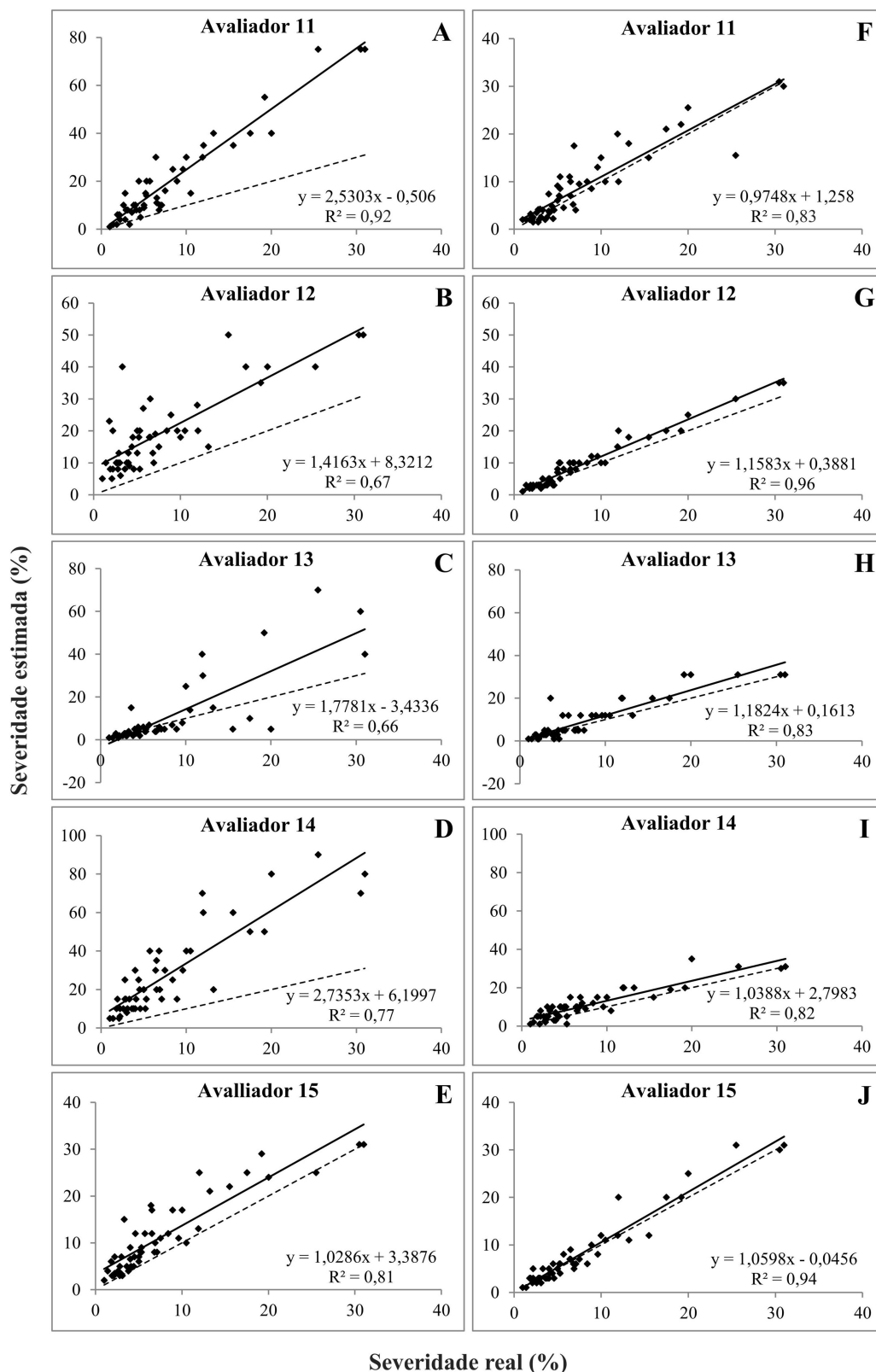


Figura 3.28. Severidade da septoriose (*Septoria passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação 1ª (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

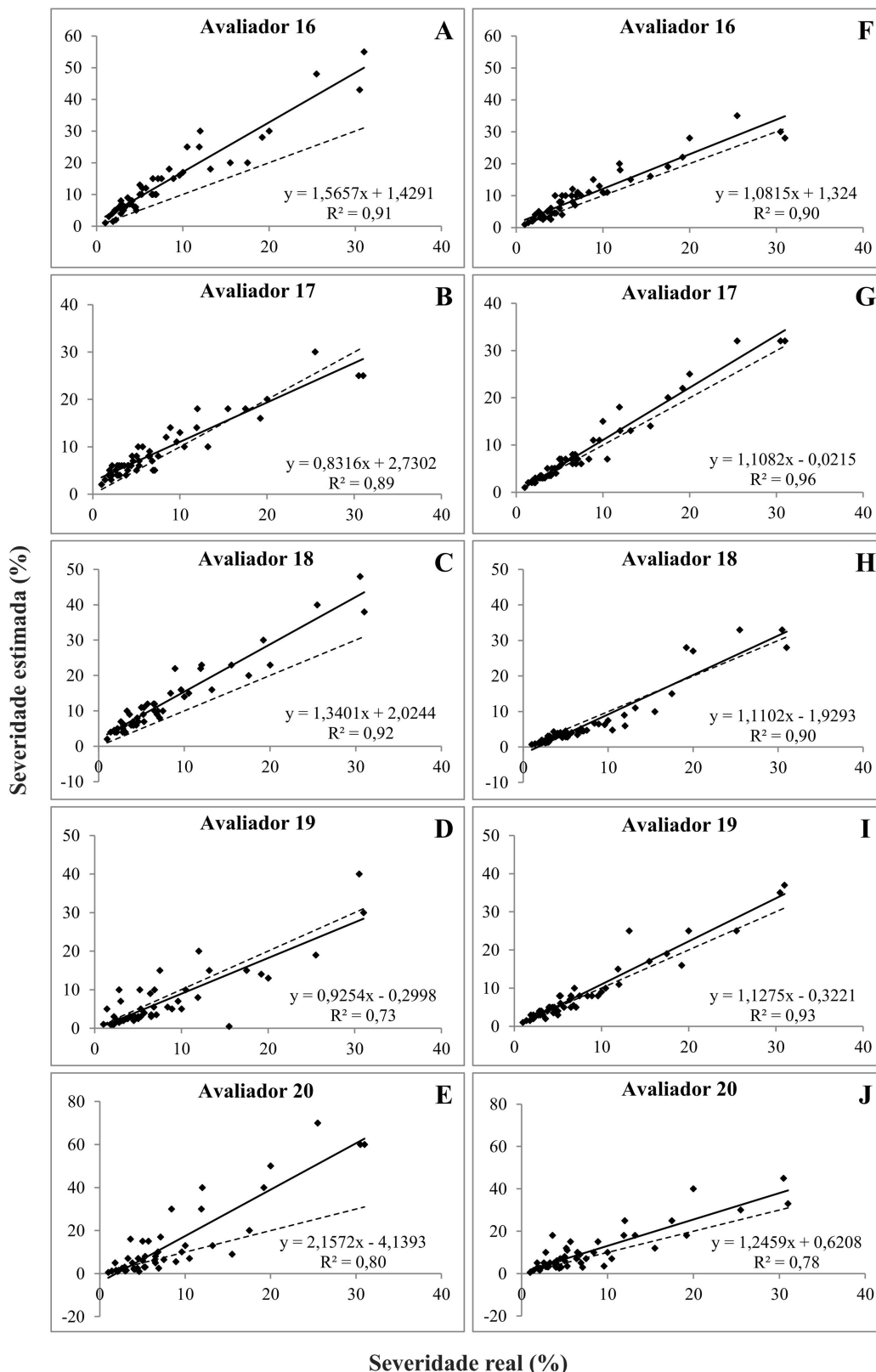


Figura 3.29. Severidade da septoriose (*Septoria passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

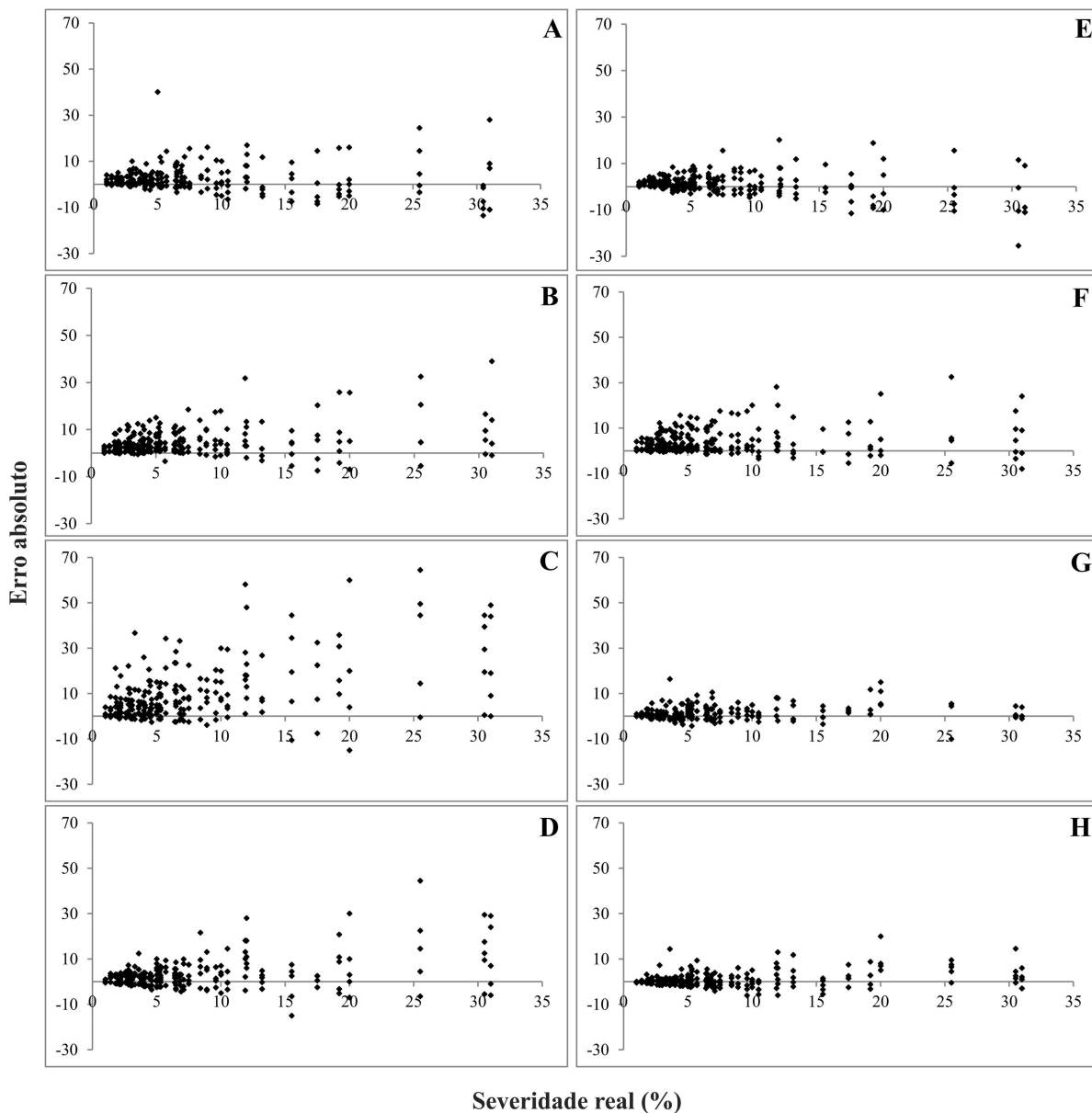


Figura 3.30. Distribuição dos erros absolutos (severidade estimada - severidade real) das estimativas de severidade da septoriose (*Septoria passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) na 1ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (A), 2 (B), 3 (C) e 4 (D); e na 2ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (E) e 2 (F), e com auxílio da escala, nos grupos 3 (G) e 4 (H). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Tabela 3.21. Intercepto (*a*), coeficiente angular da reta (*b*) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear calculadas entre severidade real e severidade estimada da septoriose (*Septoria passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1			A2		
Inexperientes	Sem escala			Sem escala			
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	
G1	1	0,47	1,08	0,78	2,45*	0,41*	0,54
	2	4,63*	1,37*	0,60	2,60*	0,90	0,74
	3	1,61*	0,77*	0,85	3,34*	0,56*	0,84
	4	2,46*	0,62*	0,82	2,28*	0,66*	0,86
	5	3,52*	0,98	0,82	3,42*	1,34*	0,89
	Média	2,54	0,96	0,77	2,82	0,77	0,77
Experientes	Sem escala			Sem escala			
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	
G2	6	4,82*	1,86*	0,85	7,25*	1,60*	0,87
	7	0,92	0,92	0,85	0,63	1,07	0,90
	8	-0,31	1,27*	0,93	0,44	0,92*	0,94
	9	4,37*	0,89*	0,93	5,61*	0,88*	0,87
	10	3,54*	1,23*	0,89	0,94*	1,02	0,95
	Média	2,67	1,23	0,89	2,97	1,10	0,91
Inexperientes	Sem escala			Com escala			
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	
G3	11	-0,51	2,53*	0,92	1,26	0,97	0,83
	12	8,32*	1,42*	0,67	0,39	1,16*	0,96
	13	-3,43	1,78*	0,66	0,16	1,18*	0,83
	14	6,20*	2,74*	0,77	2,80*	1,04	0,82
	15	3,39*	1,03	0,81	-0,05	1,06	0,94
	Média	2,69	1,70	0,75	0,21	1,19	0,88
Experientes	Sem escala			Com escala			
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	
G4	16	1,43	1,57*	0,91	1,32*	1,08	0,90
	17	2,73*	0,83*	0,89	-0,02	1,11*	0,96
	18	2,02*	1,34*	0,92	-1,93*	1,11*	0,90
	19	-0,30	0,93	0,73	-0,32	1,13*	0,93
	20	-4,14*	2,16*	0,80	0,62	1,25*	0,78
	Média	0,35	1,36	0,85	-0,07	1,13	0,89

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2

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

Tabela 3.22. Erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) das estimativas de severidade da septoriose (*Septoria passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1	A2
G1	Inexperientes	Sem escala	Sem escala
	1	2,8 a	3,2 a
	2	8,2 b	2,8 a
	3	1,7 a	2,5 a
	4	2,3 a	1,9 a
	5	3,7 a	6,1 b
	Média	3,8 a	3,3 a
G2	Experientes	Sem escala	Sem escala
	6	11,7 a	12,1 a
	7	1,9 a	1,9 a
	8	1,9 b	0,9 a
	9	3,7 a	4,8 b
	10	5,3 b	1,5 a
	Média	4,9 a	4,2 a
G3	Inexperientes	Sem escala	Com escala
	11	11,5 b	2,3 a
	12	11,6 b	1,9 a
	13	5,4 a	2,7 a
	14	19,7 b	3,6 a
	15	3,7 b	1,3 a
	Média	10,4 b	2,4 a
G4	Experientes	Sem escala	Com escala
	16	5,9 b	2,3 a
	17	2,3 b	1,3 a
	18	4,7 b	2,1 a
	19	3,0 b	1,5 a
	20	6,7 a	3,7 a
	Média	4,5 b	2,2 a

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2.

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student ($P \leq 0,05$).

Tabela 3.23. Erro máximo, em valor absoluto, valores na faixa de variação de 10% (valores = $x \pm 10$) e valores na faixa de variação de 5% (valores = $x \pm 5$) das estimativas em relação ao valor de severidade real da septoriose (*Septoria passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliação	Parâmetros	Grupos			
		1	2	3	4
1	EMVA	17,9	18,0	41,6	21,4
	% valores = $x \pm 5$	77,6	69,6	45,2	74,4
	% valores = $x \pm 10$	91,6	88,0	64,8	91,2
2	EMVA	16,5	13,3	11,6	11,3
	% valores = $x \pm 5$	80,0	72,0	88,4	88,4
	% valores = $x \pm 10$	94,0	88,0	98,0	98,0

Tabela 3.24. Coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear relacionadas às estimativas visuais da septoriose (*Septoria passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims), entre pares de avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática. Brasília, DF, Brasil, 2018.

	Sem escala					Com escala				
	Avaliadores	12	13	14	15	Avaliadores	12	13	14	15
G3	11	0,56	0,72	0,72	0,78	11	0,82	0,66	0,72	0,74
	12		0,35	0,59	0,70	12		0,80	0,84	0,93
	13			0,57	0,50	13			0,80	0,83
	14				0,69	14				0,84
G4	Sem escala					Com escala				
	Avaliadores	17	18	19	20	Avaliadores	17	18	19	20
	16	0,86	0,89	0,68	0,86	16	0,93	0,84	0,80	0,77
	17		0,90	0,60	0,79	17		0,92	0,87	0,81
	18			0,69	0,81	18			0,81	0,76
19				0,61	19				0,76	

Tabela 3.25. Valores de correlação entre severidades estimada e real (r), fator de correção do desvio (C_b) e coeficiente de correlação concordante de Lin (ρ_c) para a septoriose (*Septoria passiflorae*) em folhas inteiras do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1			A2		
Inexperientes		Sem escala			Sem escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G1	1	0,88	0,97	0,86	0,73	0,80	0,59
	2	0,77	0,67	0,52	0,86	0,97	0,83
	3	0,92	0,98	0,90	0,92	0,89	0,81
	4	0,91	0,93	0,84	0,93	0,94	0,87
	5	0,91	0,90	0,82	0,94	0,76	0,71
	Média	0,88	0,89	0,79	0,88	0,87	0,76
Experientes		Sem escala			Sem escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G2	6	0,92	0,52	0,48	0,94	0,50	0,46
	7	0,92	1,00	0,92	0,95	0,98	0,93
	8	0,96	0,94	0,91	0,97	1,00	0,97
	9	0,96	0,88	0,84	0,93	0,81	0,75
	10	0,95	0,80	0,75	0,98	0,99	0,96
	Média	0,94	0,83	0,78	0,95	0,85	0,82
Inexperientes		Sem escala			Com escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G3	11	0,96	0,50	0,48	0,91	0,99	0,90
	12	0,82	0,52	0,42	0,98	0,96	0,94
	13	0,81	0,74	0,60	0,91	0,95	0,86
	14	0,88	0,33	0,29	0,90	0,91	0,83
	15	0,90	0,89	0,80	0,97	0,99	0,96
	Média	0,87	0,59	0,52	0,93	0,96	0,90
Experientes		Sem escala			Com escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G4	16	0,96	0,75	0,72	0,95	0,96	0,91
	17	0,94	0,97	0,91	0,98	0,99	0,97
	18	0,96	0,82	0,79	0,95	0,98	0,93
	19	0,85	0,99	0,84	0,96	0,98	0,95
	20	0,90	0,66	0,59	0,88	0,90	0,80
	Média	0,92	0,84	0,77	0,94	0,96	0,91

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2.

3.3.6. Escala diagramática para a quantificação da severidade da verrugose em folhas trilobadas

A escala proposta para a avaliação da verrugose em folhas do maracujazeiro azedo apresentou seis níveis de severidade da doença, tendo como limites inferior e superior os valores de 10% e 33% de área foliar lesionada, respectivamente (Figura 3.31). Severidades acima deste limite são raramente encontradas em folhas no campo uma vez que as lesões ocasionam destruição do limbo foliar e outras partes da planta passam a ser afetadas em severidades mais intensas, como ramos novos, flores e frutos. Portanto, o número de diagramas proposto foi suficiente para representar o intervalo das intensidades da verrugose observado no campo. Poucos diagramas em uma escala podem comprometer a acurácia e a precisão das estimativas, enquanto um número excessivo de diagramas pode estender em demasia o tempo de análise, afetando a eficiência da avaliação (MADDEN et al., 2007; CORREA et al., 2009). A severidade média observada foi de 10,3% e 47,2% das folhas apresentaram severidades inferiores a 10%.

De acordo com as análises de regressão calculadas entre severidade real e severidade estimada, os valores estimados pela maioria dos avaliadores ficaram mais próximos ao valor real quando a escala diagramática foi empregada, comparada aos valores estimados quando os avaliadores acessaram a severidade nas folhas sem o uso da escala (Tabela 3.26, Figuras 3.32 a 3.35). De fato, os parâmetros das regressões lineares mostraram que a acurácia melhorou com a utilização da escala para a maioria dos avaliadores (Tabela 3.26), resultando numa maior aproximação entre a linha ajustada da regressão (reta gerada entre as severidades real e estimada) e a linha concordante (severidade real igual à estimada) em G3 (Figura 3.34) e G4 (Figura 3.35) em relação às avaliações de G1 (Figura 3.32) e G2 (Figura 3.33). Na primeira avaliação, todos os avaliadores que apresentaram erros constantes e/ou sistemáticos superestimaram a severidade da verrugose. Esta tendência, no entanto, foi mais acentuada em avaliadores inexperientes (G1 e G3), os quais apresentaram maiores valores de intercepto e coeficiente angular da reta (Tabela 3.26, Figuras 3.32 a 3.35).

A segunda avaliação dos grupos G1 e G2 também foi caracterizada por valores superestimados, com exceção do avaliador 6, sendo que não houve aumento do número de estimativas sem erros constantes ou sistemáticos em relação à avaliação anterior. Em cada avaliação de G1, apenas 20% dos avaliadores apresentaram valores de intercepto iguais a 0 (P

$\leq 0,05$), indicando ausência de erros constantes, ou valores de coeficiente angular iguais a 1 ($P \leq 0,05$), que significa ausência de erros sistemáticos. Em G2, 60% e 20% dos avaliadores apresentaram valores de intercepto iguais a 0 ($P \leq 0,05$) nas avaliações 1 e 2, respectivamente, enquanto a porcentagem de avaliadores com valores de coeficiente angular iguais a 1 ($P \leq 0,05$) manteve-se em 40% nas duas avaliações (Tabela 3.26).

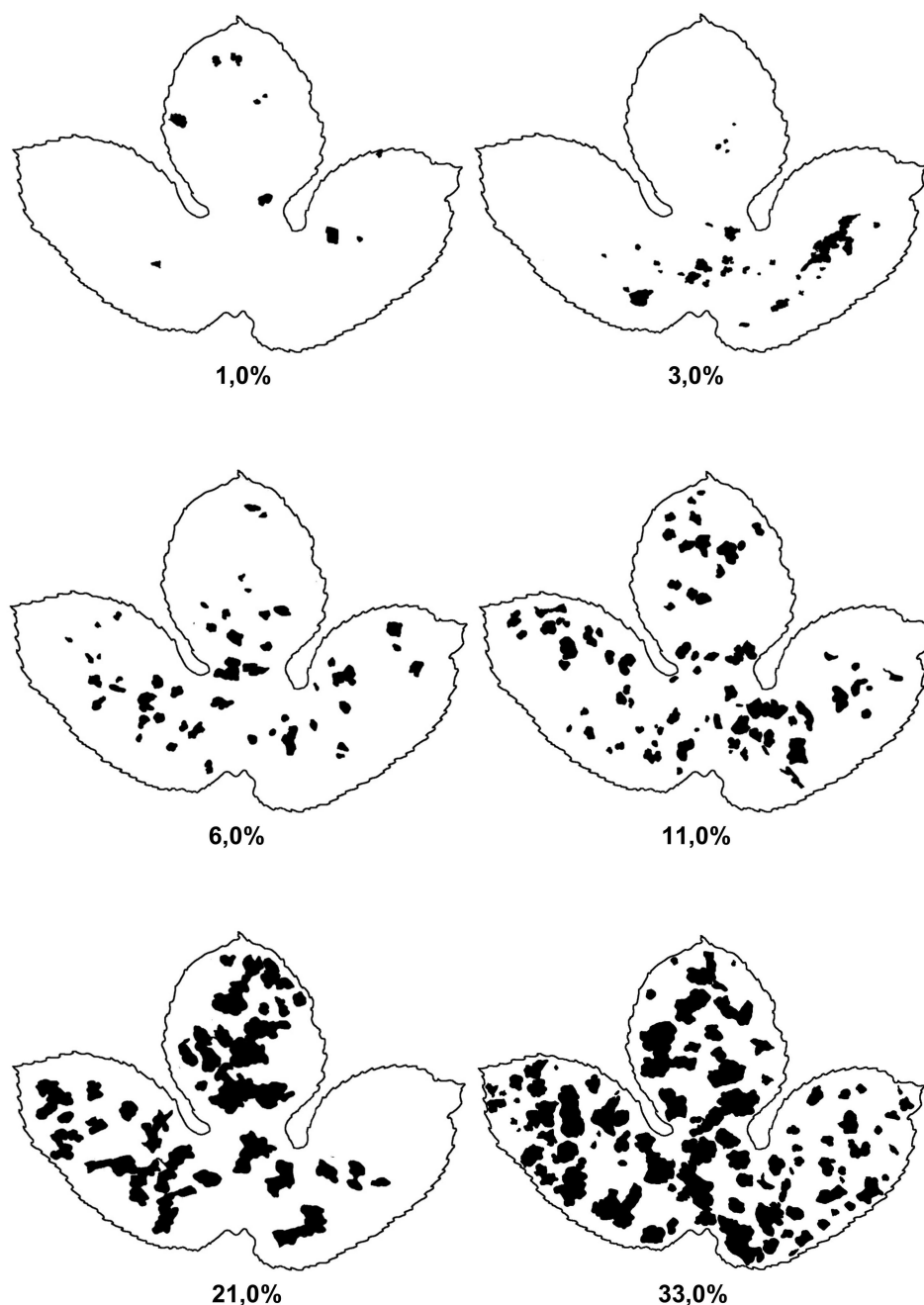


Figura 3.31. Escala diagramática para avaliação de severidade (%) da verrugose (*Cladosporium* spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Na primeira avaliação dos grupos G3 e G4, 40% dos avaliadores apresentaram valores de intercepto iguais a 0 ($P \leq 0,05$) enquanto erros sistemáticos foram verificados em 100% dos casos em G3 e em 60% dos avaliadores em G4. Quando a escala foi utilizada, a tendência de superestimar as severidades foi mantida. Contudo, tanto os valores superestimados quanto o número de avaliadores que apresentavam esta tendência foram reduzidos. Com exceção do avaliador 14, todos os avaliadores inexperientes apresentaram valores de intercepto iguais a 0 ($P \leq 0,05$). Além disso, 100% dos avaliadores deste grupo apresentaram valores de coeficiente angular iguais a 1 ($P \leq 0,05$). Já em G4, 60% dos avaliadores apresentaram valores de intercepto iguais a 0 ($P \leq 0,05$) ou valores de coeficiente angular iguais a 1 ($P \leq 0,05$) (Tabela 3.26). Conseqüentemente, os níveis de acurácia de todos os avaliadores em G3 e 80% dos avaliadores em G4 foram melhorados com a utilização da escala diagramática, por meio da redução de erros constantes e/ou erros sistemáticos dos avaliadores.

A tendência de superestimar a severidade de uma doença é inversamente proporcional ao logaritmo da área lesionada e diretamente proporcional ao número de lesões (SHERWOOD et al., 1983; NITA et al., 2003; BOCK et al., 2008). Esta tendência é maior para doenças que apresentam grande número de lesões de menor tamanho (FORBES et al., 1987; HOCK et al., 1992; GODOY et al., 1997), particularmente em níveis de severidade mais baixos, gerando maiores erros nas estimativas (SUSSEL et al., 2009; BOCK et al., 2010). De fato, Duan et al. (2015) observou que os avaliadores apresentaram tendência de superestimar a severidade da doença quando a área lesionada era inferior a 40% e tendência a subestimar a severidade quando a área lesionada era superior a 40%.

A superestimação da severidade tem sido reportada na maioria dos estudos de validação de escalas (CAPUCHO et al., 2011; CUSTÓDIO et al., 2011; BRAIDO et al., 2015; NICOLI et al., 2015; DUAN et al., 2015; VENTURINI et al., 2015). Raramente a severidade das doenças tem sido subestimada (NASCIMENTO et al., 2005; BRAIDO et al., 2014; DUAN et al., 2015). Valores de severidade de doenças superestimados resultam em grandes conseqüências para estudos epidemiológicos na projeção de perdas de produção. Além disso, os erros dos avaliadores que superestimam a severidade real da doença podem afetar adversamente o avanço genético de programas de melhoramento de plantas (SHERWOOD et al., 1983).

A precisão das estimativas sem o auxílio da escala também foi baixa, apresentando valores médios para os coeficientes de determinação de 0,72 (G1 e G3), 0,73 (G2) e 0,78 (G4). Por outro lado, com o uso da escala, a precisão aumentou em 100% dos avaliadores e os

valores médios de R^2 foram incrementados para 0,88 (G3) e 0,90 (G4). O mesmo comportamento, todavia, não foi observado na segunda avaliação de G1. Além disso, os incrementos médios observados em G3 (22,2%) e G4 (15,4%) foram superiores àquele apresentado em G2 (9,6%) (Tabela 3.26).

O aumento da precisão também foi confirmado pela redução da amplitude dos erros absolutos dos avaliadores com o uso da escala ($P \leq 0,05$) (Tabela 3.27, Figura 3.36) e pela menor dispersão dos dados na regressão (Figuras 3.34 e 3.35), os quais não foram observados nos casos de dupla avaliação sem escala (Tabela 3.27, Figuras 3.32 e 3.33). A distribuição dos resíduos das avaliações realizadas sem o auxílio da escala apresentou estimativas com erros variando de -10,0 a +69,5 em G3 (Figura 3.36C) e de -5,0 a +59,0 em G4 (Figura 3.36D). Com a utilização da escala, houve uma redução acentuada nos erros, que variaram de -9,0 a +16,3 e de -9,0 a +16,0 em G3 (Figura 3.36G) e G4 (Figura 3.36H), respectivamente. Esses resultados indicam uma aproximação entre as estimativas dos avaliadores inexperientes e as dos avaliadores experientes, auxiliando na padronização das avaliações para a severidade da verrugose em folhas trilobadas.

A segunda avaliação sem escala proporcionou uma redução de 16,2% no erro máximo médio da severidade real em G1 e um aumento deste valor em G2. Por outro lado, o erro máximo apresentou uma redução com o uso da escala, correspondendo a um valor 77,9% menor para os avaliadores inexperientes e 71,5% menor para os avaliadores experientes (Tabela 3.28). Logo, diferenças foram detectadas entre as avaliações realizadas sem e com auxílio da escala por um mesmo grupo ($P \leq 0,05$) (Tabela 3.27), bem como entre as avaliações 2 dos grupos com o mesmo tipo de experiência (dados não apresentados) ($P \leq 0,05$).

Os avaliadores apresentaram erros com maiores magnitudes na segunda avaliação em G2, havendo um incremento na porcentagem das estimativas com erros superiores a 10% (-10 a +10). Em contrapartida, com a utilização da escala diagramática, houve um decréscimo de 93,9% (G3) e 96,8% (G4) na porcentagem de estimativas com erros superiores a 10% em relação à avaliação sem escala. Com isso, 97,6% (G3) e 98,8% (G4) das estimativas concentraram-se dentro da faixa de variação de 10%, correspondendo a aumentos de 61,6% (G3) e 58,3% (G4) em relação à avaliação 1 (Tabela 3.28). Embora comportamento similar também tenha sido verificado em G1, a redução e o incremento, ambos de 4%, foram mais discretos do que aqueles observados para os grupos que utilizaram a escala diagramática. Segundo NUTTER e WORAWITLIKIT (1989) e TOMERLIN e HOWELL (1988),

avaliadores cujos erros concentram-se na faixa de variação de 5% (-5 a +5) são classificados como excelentes. Com o uso da escala diagramática, a porcentagem de estimativas dentro desta variação foi superior a 82% em G3 e G4. Esta porcentagem é maior que o dobro do valor identificado em G1 e G2. Além disso, a escala proposta aumentou em 123,9 (G3) e 149,4% (G4) o número de estimativas com erros de até 5%, indicando uma aproximação entre os valores estimados e os reais (Tabela 3.28).

A reprodutibilidade pode ser estimada pela correlação das severidades estimadas pelos avaliadores aos pares. Quando o coeficiente de determinação na comparação de dois avaliadores aproxima-se de 100%, as estimativas dos avaliadores se repetem (BELASQUE et al., 2005). Sem a utilização da escala diagramática, em somente 20% dos casos, a reprodutibilidade das estimativas da severidade da doença foi maior do que 80%. Com o uso da escala diagramática, esse nível foi atingido em 70% dos casos para os dois grupos (Tabela 3.29), ou seja, a confiabilidade das estimativas entre avaliadores aumentou. Deste modo, na prática, diferentes experimentos conduzidos por avaliadores distintos poderão ser comparados desde que utilizem a escala diagramática (FISCHER et al., 2009).

A análise de correlação de concordância de Lin corroborou os resultados da análise de regressão e revelou que as estimativas realizadas pelos avaliadores ficaram mais próximas aos valores reais quando a escala diagramática foi utilizada, podendo ser confirmada pela proximidade entre a linha ajustada da regressão e a linha concordante (Figuras 3.34 e 3.35). Os valores de C_b e r aumentaram em 100% dos casos em que a escala foi empregada para auxiliar nas quantificações de severidade da doença, demonstrando que tanto a acurácia quanto a precisão das estimativas visuais foram melhoradas. Além disso, 100% dos avaliadores apresentaram melhoria nos valores de concordância (ρ_c) com o uso da escala. Na avaliação sem escala, os valores de ρ_c variaram de 0,16 a 0,67, com média igual a 0,45 (G3), e de 0,36 a 0,86, com média igual a 0,56 (G4). Entretanto, com o auxílio da escala, os valores de ρ_c aumentaram, variando de 0,68 a 0,97, com média igual a 0,89 (G3), e de 0,85 a 0,96, com média de 0,92 (G4) (Tabela 3.30). Incrementos tão acentuados, no entanto, não foram verificados para nenhum dos três parâmetros nos grupos que realizaram dupla avaliação sem escala diagramática. Esses resultados demonstram a relevância da escala desenvolvida como um auxílio para a estimativa da severidade da verrugose, mesmo para avaliadores experientes.

Escala diagramáticas, quando desenvolvidas adequadamente, reduzem os erros das estimativas dos avaliadores e aumentam a eficácia das leituras no campo (LAGE et al., 2015), demonstrando grande importância para a quantificação da severidade de doenças em estudos

epidemiológicos (MORAIS et al., 2014), identificação de fontes de resistência em programas de melhoramento genético (FADEL et al., 2014; SAITO et al., 2016; RIAZ et al., 2017), avaliação de métodos de manejo de doenças (MARCUIZZO et al., 2016; MENECHINI et al., 2017) e estimativas de perdas por doenças (AGOSTINETTO et al., 2015; GOMES et al., 2017). Apesar dos danos causadas pela verrugose em diferentes culturas, não existe registro na literatura de escalas diagramáticas validadas para a avaliação da severidade desta doença em nenhuma cultura (NUÑEZ et al., 2017). A escala proposta é, portanto, a primeira escala desenvolvida e validada para a quantificação da severidade da verrugose em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo.

A validação da escala diagramática por meio da análise de regressão linear e o coeficiente de concordância de Lin produziu resultados similares acerca do desempenho dos avaliadores. Ambos os métodos detectaram melhoria na acurácia, precisão e reprodutibilidade das estimativas. O uso da escala resultou em uma redução dos erros constantes e dos erros sistemáticos, que são componentes da acurácia, medidos pela regressão linear e pelo coeficiente de Lin. A precisão, baseada no coeficiente de determinação, coeficiente de correlação e nos erros absolutos, também aumentou com o emprego da escala diagramática, assim como a confiabilidade das estimativas entre pares de avaliadores. Portanto, a escala proposta pode ser utilizada como ferramenta para padronização de estimativas visuais bem como para a potencialização dos resultados de treinamentos de avaliadores, reduzindo o tempo de capacitação dos mesmos. Além disso, pode ser empregada com o intuito de aumentar a qualidade das estimativas da severidade da verrugose do maracujazeiro em estudos epidemiológicos, estudos comparativos de métodos de controle de doenças e outros estudos em que a sintomatologia esteja bem expressa e os materiais genéticos necessitem ser adequadamente avaliados, uma vez que são componentes de um extenso programa de melhoramento genético do maracujazeiro que visa a resistência a múltiplas doenças.

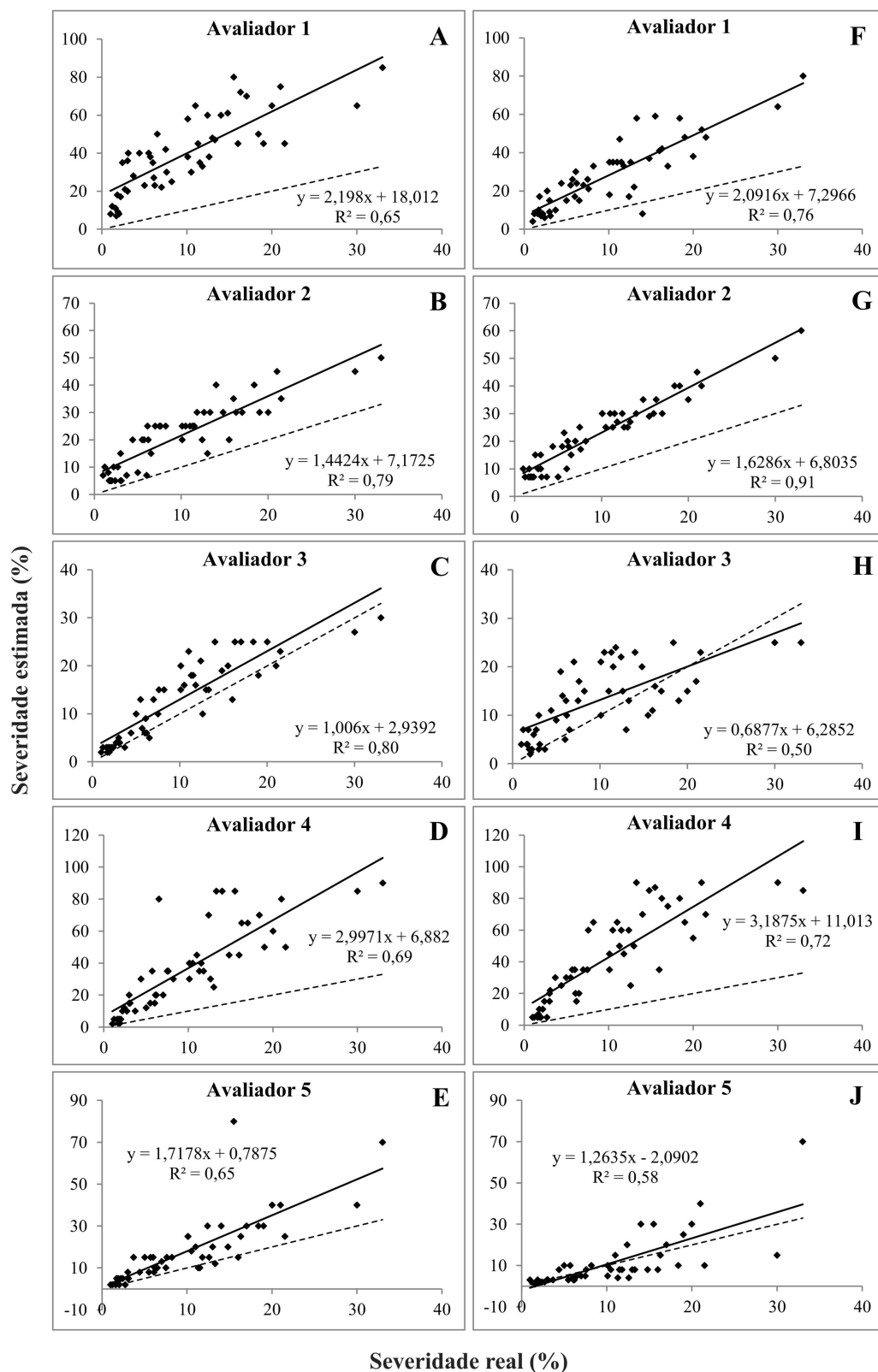


Figura 3.32. Severidade da verrugose (*Cladosporium* spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem uso de escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

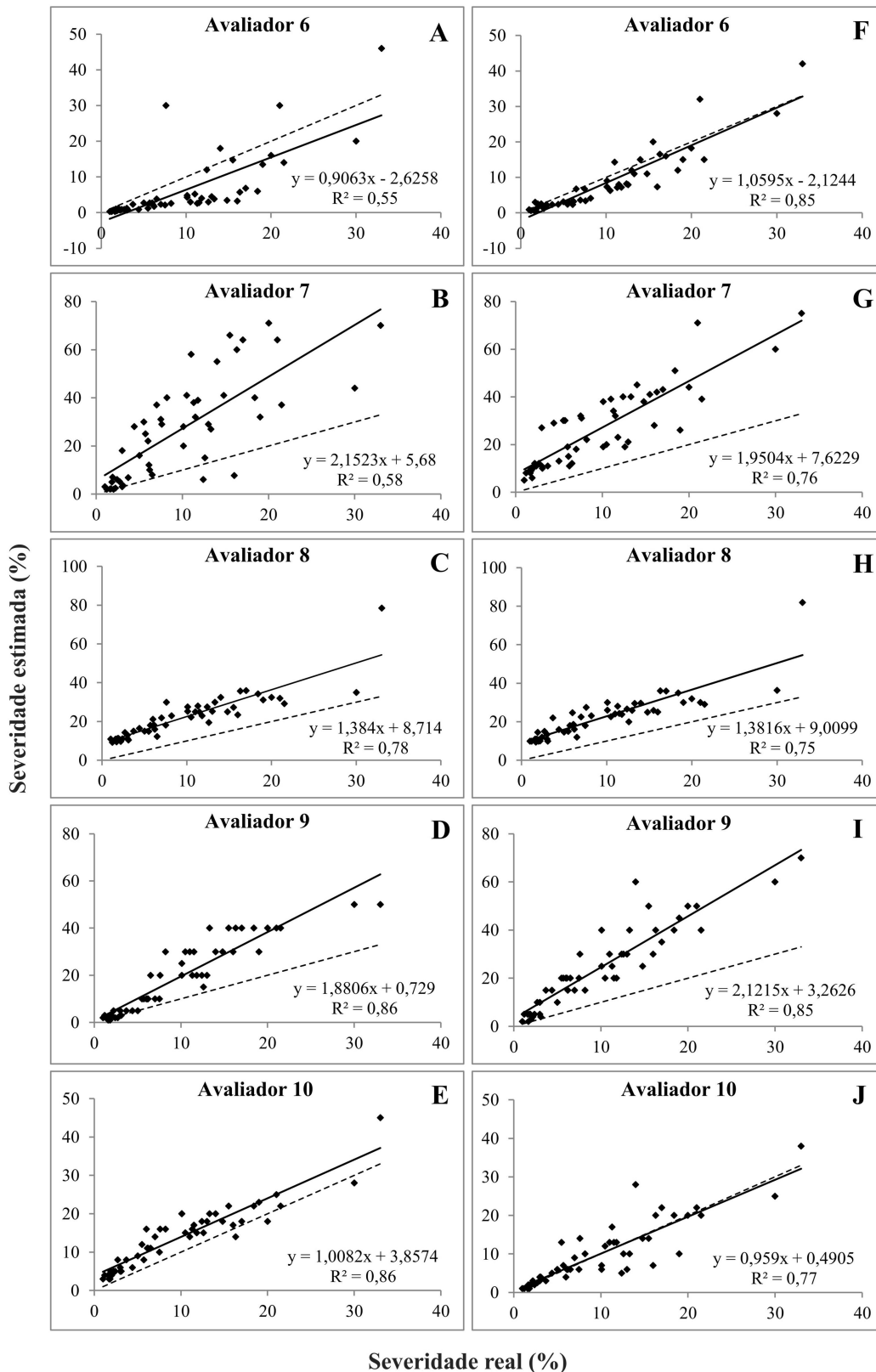


Figura 3.33. Severidade da verrugose (*Cladosporium* spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª (A-E) e na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear, severidade real x estimada Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

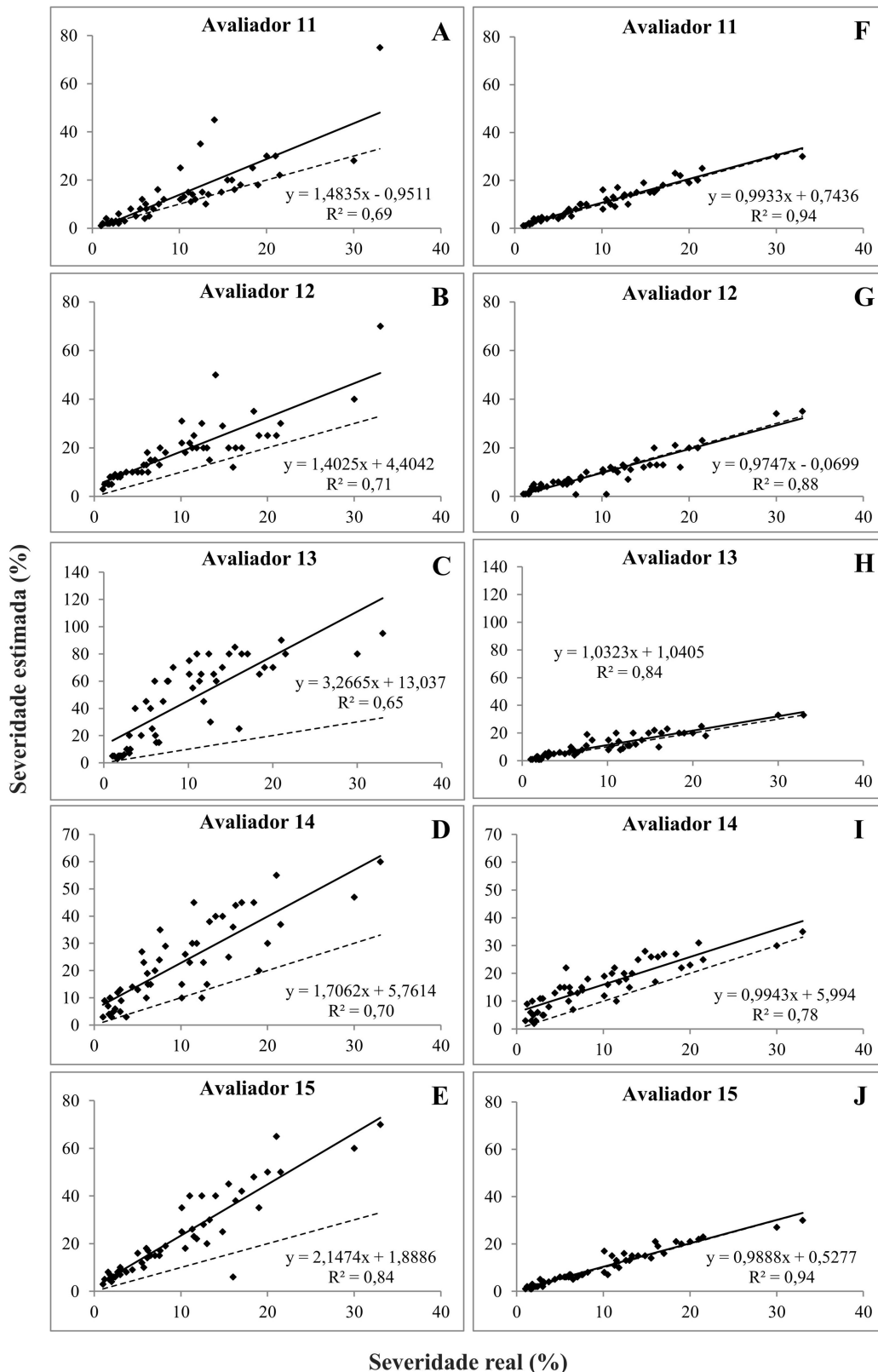


Figura 3.34. Severidade da verrugose (*Cladosporium* spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores inexperientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação 1ª (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear, severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

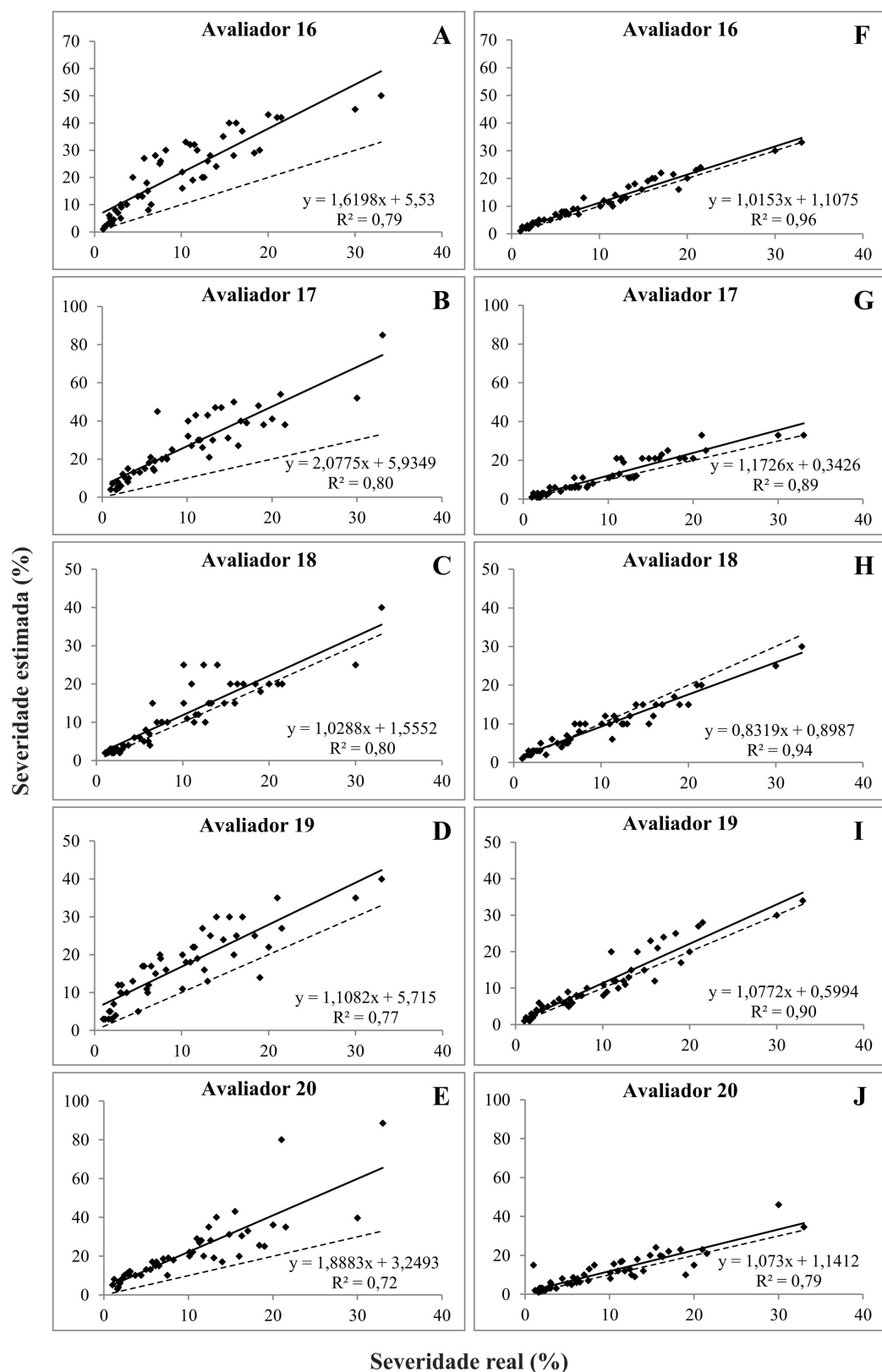


Figura 3.35. Severidade da verrugose (*Cladosporium* spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) estimada por avaliadores experientes, sem o uso da escala diagramática na 1ª avaliação (A-E) e com escala na 2ª avaliação (F-J). Linha sólida = regressão linear, severidade real x estimada. Linha tracejada = concordância perfeita (regressão linear severidade real = estimada). Brasília, DF, Brasil, 2018.

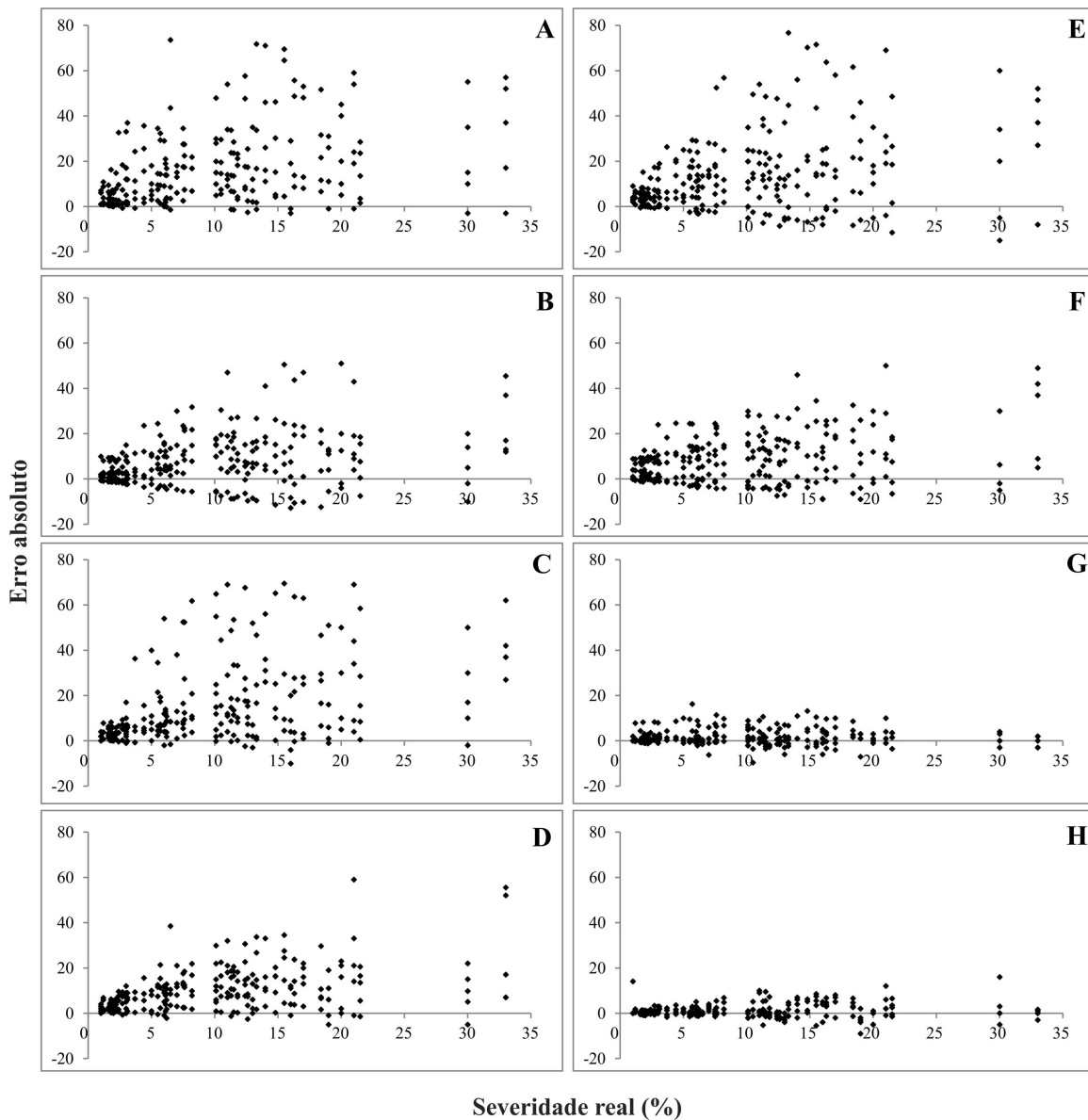


Figura 3.36. Distribuição dos erros absolutos (severidade estimada - severidade real) das estimativas de severidade da verrugose (*Cladosporium* spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) na 1ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (A), 2 (B), 3 (C) e 4 (D); e na 2ª avaliação, sem auxílio da escala diagramática, nos grupos 1 (E) e 2 (F), e com auxílio da escala, nos grupos 3 (G) e 4 (H). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Tabela 3.26. Intercepto (*a*), coeficiente angular da reta (*b*) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear calculadas entre severidade real e severidade estimada da verrugose (*Cladosporium* spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1			A2		
Inexperientes	Sem escala			Sem escala			
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	
G1	1	18,01*	2,20*	0,65	7,30*	2,09*	0,76
	2	7,17*	1,44*	0,79	6,80*	1,63*	0,91
	3	2,94*	1,01	0,80	6,29*	0,69*	0,50
	4	6,88*	3,00*	0,69	11,01*	3,19*	0,72
	5	0,79	1,72*	0,65	-2,09	1,26	0,58
	Média	7,16	1,87	0,72	5,86	1,77	0,69
Experientes	Sem escala			Sem escala			
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	
G2	6	-2,63	0,91	0,55	-2,12*	1,06	0,85
	7	5,68	2,15*	0,58	7,62*	1,95*	0,76
	8	8,71*	1,38*	0,78	9,01*	1,38*	0,75
	9	0,73	1,88*	0,86	3,26*	2,12*	0,85
	10	3,86*	1,01	0,86	0,49	0,96	0,77
	Média	3,27	1,47	0,73	3,65	1,49	0,80
Inexperientes	Sem escala			Com escala			
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	
G3	11	-0,95	1,48*	0,69	0,74	0,99	0,94
	12	4,40*	1,40*	0,71	-0,07	0,97	0,88
	13	13,04*	3,27*	0,65	1,04	1,03	0,84
	14	5,76*	1,71*	0,70	5,99*	0,99	0,80
	15	1,89	2,15*	0,84	0,53	0,99	0,94
	Média	4,83	2,00	0,72	1,65	1,00	0,88
Experientes	Sem escala			Com escala			
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	
G4	16	5,53*	1,62*	0,79	1,11*	1,02	0,96
	17	5,93*	2,08*	0,80	0,34	1,17*	0,89
	18	1,56	1,03	0,80	0,90*	0,83*	0,94
	19	5,72*	1,11	0,77	0,60	1,08	0,90
	20	3,25	1,89*	0,72	1,14	1,07	0,79
	Média	4,40	1,54	0,78	0,82	1,03	0,90

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2

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

Tabela 3.27. Erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) das estimativas de severidade da verrugose (*Cladosporium* spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1	A2
G1	Inexperientes	Sem escala	Sem escala
	1	29,8 b	18,3 a
	2	11,5 a	13,0 a
	3	3,6 a	5,2 b
	4	26,5 a	32,5 a
	5	8,1 a	5,0 a
	Média	15,9 a	14,8 a
G2	Experientes	Sem escala	Sem escala
	6	5,5 b	2,8 a
	7	17,6 a	17,0 a
	8	12,5 a	12,8 a
	9	9,5 a	14,3 b
	10	4,2 b	2,6 a
	Média	9,8 a	9,9 a
G3	Inexperientes	Sem escala	Com escala
	11	4,3 b	1,4 a
	12	8,5 b	1,7 a
	13	35,3 b	2,5 a
	14	12,8 b	6,0 a
	15	13,6 b	1,3 a
	Média	14,9 b	2,6 a
G4	Experientes	Sem escala	Com escala
	16	11,6 b	1,5 a
	17	16,5 b	2,6 a
	18	2,6 b	1,5 a
	19	7,0 b	2,0 a
	20	12,0 b	3,0 a
	Média	9,9 b	2,1 a

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2.

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student ($P \leq 0,05$).

Tabela 3.28. Erro máximo, em valor absoluto, valores na faixa de variação de 10% (valores = $x \pm 10$) e valores na faixa de variação de 5% (valores = $x \pm 5$) das estimativas em relação ao valor de severidade real da verrugose (*Cladosporium* spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliação	Parâmetros	Grupos			
		1	2	3	4
1	EMVA	48,1	31,5	45,3	33,3
	% valores = $x \pm 5$	32,4	41,2	36,8	35,6
	% valores = $x \pm 10$	50,4	64,0	60,4	62,4
2	EMVA	40,3	34,0	10,0	9,5
	% valores = $x \pm 5$	30,8	40,8	82,4	88,8
	% valores = $x \pm 10$	52,4	63,6	97,6	98,8

Tabela 3.29. Coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear relacionadas às estimativas visuais da verrugose (*Cladosporium* spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims), entre pares de avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática. Brasília, DF, Brasil, 2018.

	Sem escala					Com escala				
	Avaliadores	12	13	14	15	Avaliadores	12	13	14	15
G3	11	0,87	0,49	0,70	0,69	11	0,82	0,81	0,87	0,90
	12		0,56	0,67	0,70	12		0,70	0,77	0,86
	13			0,69	0,72	13			0,81	0,79
	14				0,85	14				0,81
G4	Sem escala					Com escala				
	Avaliadores	17	18	19	20	Avaliadores	17	18	19	20
	16	0,66	0,65	0,74	0,62	16	0,89	0,92	0,92	0,80
	17		0,91	0,81	0,74	17		0,86	0,89	0,74
	18			0,76	0,63	18			0,86	0,76
19				0,69	19				0,74	

Tabela 3.30. Valores de correlação entre severidades estimada e real (r), fator de correção do desvio (C_b) e coeficiente de correlação concordante de Lin (ρ_c) para a verrugose (*Cladosporium* spp.) em folhas trilobadas do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília, DF, Brasil, 2018.

Avaliadores		A1			A2		
Inexperientes		Sem escala			Sem escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G1	1	0,81	0,22	0,18	0,87	0,38	0,33
	2	0,89	0,53	0,47	0,96	0,49	0,46
	3	0,89	0,93	0,83	0,71	0,91	0,64
	4	0,83	0,27	0,22	0,85	0,22	0,18
	5	0,80	0,64	0,51	0,76	0,88	0,67
	Média	0,84	0,52	0,44	0,83	0,57	0,46
Experientes		Sem escala			Sem escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G2	6	0,74	0,90	0,66	0,92	0,97	0,89
	7	0,76	0,39	0,30	0,87	0,39	0,34
	8	0,89	0,49	0,44	0,87	0,49	0,42
	9	0,93	0,60	0,56	0,92	0,46	0,42
	10	0,93	0,88	0,82	0,88	1,00	0,87
	Média	0,85	0,65	0,56	0,89	0,66	0,59
Inexperientes		Sem escala			Com escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G3	11	0,83	0,80	0,67	0,97	1,00	0,96
	12	0,84	0,66	0,56	0,94	1,00	0,94
	13	0,81	0,20	0,16	0,92	0,98	0,90
	14	0,84	0,50	0,42	0,88	0,77	0,68
	15	0,92	0,48	0,44	0,97	1,00	0,97
	Média	0,85	0,53	0,45	0,94	0,95	0,89
Experientes		Sem escala			Com escala		
		r	C_b	ρ_c	r	C_b	ρ_c
G4	16	0,89	0,53	0,48	0,98	0,99	0,96
	17	0,90	0,41	0,36	0,94	0,95	0,89
	18	0,90	0,96	0,86	0,97	0,98	0,95
	19	0,88	0,73	0,64	0,95	0,98	0,93
	20	0,85	0,52	0,44	0,89	0,96	0,85
	Média	0,88	0,63	0,56	0,95	0,97	0,92

A1 = avaliação 1; A2 = avaliação 2.

3.4. CONCLUSÕES

- O uso das escalas diagramáticas propostas para a quantificação da antracnose, bacteriose, septoriose e verrugose em folhas inteiras e trilobadas do maracujazeiro azedo aumentaram a acurácia e precisão das estimativas de severidade das doenças, indicando que as estimativas dos avaliadores ficaram mais próximas do valor real quando a escala foi utilizada, resultando em maior padronização entre as avaliações dos diferentes avaliadores.
- Para as seis escalas diagramáticas validadas, o incremento da acurácia foi observado por meio da redução dos erros constantes e sistemáticos. A melhoria da precisão dos avaliadores foi verificada através do aumento dos valores dos coeficientes de determinação, pela acentuada redução dos erros absolutos e incremento da reprodutibilidade das estimativas entre pares de avaliadores.
- O aumento da acurácia e da precisão nos grupos que realizaram dupla avaliação sem escala, quando ocorreu, foi mais discreta que os incrementos observados nos grupos que utilizaram as escalas, em todas as doenças e escalas avaliadas.
- Os avaliadores inexperientes apresentaram maiores incrementos nos níveis de acurácia e precisão em relação aos experientes com o uso das escalas desenvolvidas para a avaliação da severidade da bacteriose em folhas inteiras e trilobadas.
- A análise de concordância de Lin confirmou os incrementos na acurácia e precisão dos avaliadores, detectados pela análise de regressão linear, para as avaliações com o uso das seis escalas diagramáticas. Essa análise identificou um aumento na concordância entre os valores estimados pelos avaliadores e os valores reais.

3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINETTO, L.; CASA, R. T.; BOGO, A. SACHS, C.; SOUZA, C. A.; REIS, E. M.; CUNHA, I. C. Barley spot blotch intensity, damage, and control response to foliar fungicide application in southern Brazil. **Crop Protection**, v. 67, p. 7-12, 2015.
- ALMEIDA, A. M. R.; HAU, B.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; MARIANO, J. C. Tillage system effect on the epidemic of soybean brown spot. **Tropical Plant Pathology**, v. 40, n. 6, p. 362-367, 2015.
- ALVES, G. C. S.; CASTRO SANTOS, L.; DUARTE, H. S. S.; DIAS, V.; ZAMBOLIM, L.; ROCHA, M. R. Escala diagramática para quantificação da ferrugem da folha do trigo. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 1, p.128-133, 2015.
- ANGELOTTI, F.; BUFFARA, C. R. S.; TESSAMNN, D. J.; VEIRA, R. A.; VIDA, J. B. Atividade protetora, curativa e erradicante de fungicidas no controle de ferrugem da videira. **Ciência Rural**, v. 44, n. 8, p. 1367-1370, 2014.
- BABIKER, E. M.; GORDON, T. C.; BONMAN, J. M.; CHAO, S.; ROUSE, M. N.; JIN, Y.; BHAVANI, S. Genetic loci conditioning adult plant resistance to the Ug99 race group and seedling resistance to races TRTTF and TTTTF of the stem rust pathogen in wheat landrace Citr 15026. **Plant Disease**, v. 101, n. 3, p. 496-501, 2017.
- BARDSLEY, S. J.; NGUGI, H. K. Reliability and accuracy of visual methods used to quantify severity of foliar bacterial spot symptoms on peach and nectarine. **Plant Pathology**, v. 62, p. 460-74, 2013.
- BARGUIL, B. M.; ALBERT, I. C. L.; MICHEREFF, S. J.; OLIVEIRA, S. M. A. Escala diagramática para avaliação da severidade da antracnose em bastão do imperador. **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 807-810, 2008.
- BASNET; B. R.; SINGH; R. P.; IBRAHIM, A. M. H.; HERRERA-FOESSEL, S. A.; HUERTA-ESPINO, J.; LAN, C.; RUDD, J. C. Characterization of Yr54 and other genes

associated with adult plant resistance to yellow rust and leaf rust in common wheat Quaiu 3. **Molecular Breeding**, v. 33, n. 2, p. 385–399, 2014.

BASTIANEL, M.; CRISTOFANI-YALY, M.; OLIVEIRA, A.C.; FREITAS-ASTU, J.; GARCIA, A. A. F.; RESENDE, M. D. V.; RODRIGUES, V.; MACHADO, M. A. Quantitative trait loci analysis of citrus leprosis resistance in an interspecific backcross family of (*Citrus reticulata* Blanco × *C. sinensis* L. Osbeck) × *C. sinensis* L. Osb. **Euphytica**, v. 169, n. 1, p. 101-111, 2009.

BELASQUE JÚNIOR, J.; BASSANEZI, R. B.; SPÓSITO, M. B.; RIBEIRO, L. M.; JESUS JÚNIOR, W. C.; AMORIM, L. Escalas diagramáticas para avaliação da severidade do cancro cítrico. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 387-393, 2005.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1996. 299p.

BERGER, R. D. Measuring disease intensity. In: TENG, P. S.; KRUPA, S. V. (Ed.). **Crop loss assessment which constrain production and crop improvement in agriculture and forestry**. Saint Paul: University of Minnesota, 1980. p. 28-31.

BERRUETA, M. C.; GIMENEZ, G.; GALVAN, G. A.; BORGES, A. New sources of partial resistance to bacterial spot race T2 in processing tomatoes. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 326-332, 2016.

BOCK, C. H.; CHIANG, K. S.; DEL PONTE, E. M. Accuracy of plant specimen disease severity estimates: concepts, history, methods, ramifications and challenges for the future. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v. 11, n. 39, p. 1-13, 2016.

BOCK, C. H.; POOLE, G.; PARKER, P. E.; GOTTWALD, T. R. Plant disease severity estimated visually, by digital photography and image analysis, and by hyperspectral imaging. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 29, p. 59-107, 2010.

BOUZA, R. B.; PIRES, M. C.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BLUM, L. E. B. Reação em progênies de maracujá-azedo à antracnose em condições de campo. **Bioscience Journal**, v. 30, supplement 2, p. 571-581, 2014.

BRAIDO, R.; GONÇALVES-ZULIANI, A. M. O.; JANEIRO, V.; CARVALHO, S. A.; BELASQUE JUNIOR, J.; BOCK, C. H.; NUNES, W. M. C. Development and validation of standard area diagrams as assessment aids for estimating the severity of citrus canker on unripe oranges. **Plant Disease**, v. 98, n. 11, p. 1543-1550, 2014.

BRAIDO, R.; GONÇALVES-ZULIANI, A. M. O.; NOCCHI, P. T. R.; BELASQUE JUNIOR, J.; JANEIRO, V.; BOCK, C. H., NUNES, W. M. C. A standard area diagram set to aid estimation of the severity of Asiatic citrus canker on ripe sweet orange fruit. **European Journal of Plant Pathology**, v. 141, p. 327-337, 2015.

CABRAL, R. N.; MAROUELLI, W. A.; LAGE, D. A. C.; CAFÉ-FILHO, A. C. Septoria leaf spot in organic tomatoes under diverse irrigation systems and water management strategies. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 3, p. 392-400, 2013.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. 1. ed. New York: John Wiley, 1990. 532p.

CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIM, L.; DUARTE, H. S. S.; PARREIRA, D. F.; FERREIRA, P. A.; LANZA, F. E.; COSTA, R. V.; CASELA, C. R.; COTA, L. V. Development and validation of a standard area diagram set to estimate severity of leaf rust in *Coffea Arabica* and *C. canephora*. **Plant Pathology**, v. 60, p. 1144-1150, 2011.

CARVALHO, S. L. C.; STENZEL, N. M. C.; AULER, P. A. M. **Maracujá-amarelo: Recomendações técnicas para cultivo no Paraná**. Londrina: IAPAR, 2015. 54 p.

CELOTO, M. I. B.; PAPA, M. F. S. Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da mancha alvo em folhas de acerola. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, p. 258-262, 2010.

CITADIN, I.; ASSMANN, A. P.; MAZARO, S. M.; GOUVEA, A.; DANNER, M. A.; MALAGI, G. Escala diagramática para avaliação da severidade de bacteriose em pessegueiro. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 327-330, 2008.

CORREA, F. M.; BUENO FILHO, J. S. S.; CARMO, M. G. F. Comparison of three diagrammatic keys for the quantification of late blight in tomato leaves. **Plant Pathology**, v. 58, p. 1128-1133, 2009.

CORREIA, K. C.; MARTINS, R. B.; CAMARA, M. P. S.; MICHEREFF, S. J. Escala diagramática para avaliação da severidade da antracnose em pinha. **Ciência Rural**, v. 41, n. 1, p. 1-4, 2011.

CORREIA, K. C.; QUEIROZ, J. V. J.; MARTINS, R. B.; NICOLI, A.; DEL PONTE, E. M.; MICHEREFF, S. J. Development and evaluation of a standard area diagram set for the severity of phomopsis leaf blight on eggplant. **European Journal of Plant Pathology**, v. 149, p. 269-276, 2017.

COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N.; VENTURA, J. A.; FANTON, C. J.; LIMA, I. M.; CAETANO, L. C. S.; SANTANA, E. N. **Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro**. Vitória: Incaper, 2008. 56 p.

CRUZ, C. D.; MILLS, D.; PAUL, P. A.; DORRANCE, A. E. Impact of brown spot caused by *Septoria glycines* on soybean in Ohio. **Plant Disease**, v. 94, n. 7, p. 820–826, 2010.

CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

CUSTÓDIO, A. A. P.; POZZA, E. A.; GUIMARÃES, S. D. S. C.; KOSHIKUMO, E. S. M.; HOYOS, J. M. A.; SOUZA, P. E. D. Comparison and validation of diagrammatic scales for brown eye spot in coffee tree leaves. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1067-1076, 2011.

DAMASCENO, V. F. F. **Comparação entre métodos de elaboração e validação de escala diagramática de bacteriose foliar em diferentes clones de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis***. 2016. 49f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Curso de Pós-graduação em Ciência Florestal, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

DEBONA, D.; NASCIMENTO, K. J. T.; REZENDE, D.; RIOS, J. A.; BERNARDELI, A. M. A.; SILVA, L. C.; RODRIGUES, F. A. A set of standard area diagrams to assess severity of frogeye leaf spot on soybean. **European Journal of Plant Pathology**, v. 142, p. 603-614, 2015.

DE PAULA, P. V. A. A.; POZZA, E. A.; SANTOS, L. A.; CHAVES, E.; MACIEL, M. P.; PAULA, J. C. A. Diagrammatic scales for assessing brown eye spot (*Cercospora coffeicola*) in red and yellow coffee cherries. **Journal of Phytopathology**, v. 164, n. 10, p. 791-800, 2016.

DIAS, M. S. C. Principais doenças fúngicas e bacterianas do maracujazeiro. **Informe Agropecuário**, v. 21, n. 206, p. 34-38, 2000.

DIAZ, C. G.; BASSANEZI, R. B.; BERGAMIN FILHO, A. Desenvolvimento e validação de uma escala diagramática para *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* em feijoeiro. **Summa Phytopatologica**, v. 27, n. 7, p. 35-39, 2001.

DOMICIANO, G. P.; DUARTE, H. S. S.; MOREIRA, E. N.; RODRIGUES, F. A. Development and validation of a set of standard area diagrams to aid in estimation of spot blotch severity on wheat leaves. **Plant Pathology**, v. 63, p. 922–928, 2014.

DUAN, J.; ZHAO, B.; WANG, Y.; YANG, W. Development and validation of a standard area diagram set to aid estimation of bacterial spot severity on tomato leaves. **European Journal of Plant Pathology**, v. 142, p. 665–675, 2015.

DUARTE, H. S. S.; ZAMBOLIM, L.; CAPUCHO, A. S.; NOGUEIRA JR., A. F.; ROSADO, A. W. C.; CARDOSO, C. R.; PAUL, P. A.; MIZUBUTI, E. S. G. Development and validation

of a set of standard area diagrams to estimate severity of potato early blight. **European Journal of Plant Pathology**, v. 137, n. 2, p. 249–257, 2013.

FADEL, A. L.; STUCHI, E.S.; CARVALHO, S. A.; FEDERICI, M. T.; COLETTA-FILHO, H. D. Navelina ISA 315: A cultivar resistant to citrus variegated chlorosis. **Crop Protection**, v. 64, p. 115-121.

FARIA, J. R. M. C. **Severidade e controle da bacteriose foliar em mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* em função do nível tecnológico do viveiro**. 2013. 45f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Curso de Pós-graduação em Ciência Florestal, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

FEIJÓ, F. M.; SILVA, W. C.; ASSUNÇÃO, I. P.; MARTINS, R. B.; MICHEREFF, S. J.; LIMA, G.S.A. Análise de escala diagramática para avaliação da severidade da antracnose das vagens de feijão-fava. **Ciência Agrícola**, v.15, n.1, p. 43-51, 2017.

FISCHER, I. H.; ALVES, S. A. M.; ALMEIDA, A. M.; ARRUDA, M. C.; BERTANI, R. M. A.; GARCIA, M. J. M. Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da severidade da antracnose em frutos de maracujá amarelo. **Summa Phytopathologica**, v. 35, n. 3, p. 226-228, 2009.

FISCHER, I. H.; BUENO, C. J.; ALMEIDA, A. M.; GARCIA, M. J. M. Principais doenças do maracujazeiro na região centro-oeste paulista e medidas de manejo preconizadas. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 4, n. 1, p. 1-5, 2007.

FISCHER, I. H.; LOURENÇO, S. A.; MARTINS, M. C.; KIMATI, H.; AMORIM, L. Seleção de plantas resistentes e de fungicidas para o controle da podridão do colo do maracujazeiro causada por *Nectria hematococca*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 250-258, 2005.

FISCHER, I. H.; REZENDE, J. A. M. Diseases of Passion Flower. **Pest Technology**, v. 2, n. 1, p. 1-19, 2008.

FORBES, G. A.; JEGER, M. J. Factors affecting the estimation of disease intensity in simulated plant structures. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, v. 94, p. 113-120, 1987.

FREITAS, M. L. O.; POZZA, E. A.; BELAN, L. L.; SILVA, J. L.; ABREU, M. S. Diagrammatic scale for blister spot in leaves of coffee tree. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 19, p. 2068-2075, 2015.

GODOY, C. V.; CARNEIRO, S. M. T. P. G.; IMAUTI, M. T.; DALLA PRIA, M.; AMORIM, L.; BERGER, R. D.; BERGAMIN FILHO, A. Diagrammatic scales for bean disease: development and validation. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, v. 104, n. 4, p. 336-345, 1997.

GOMES, D. P.; ROCHA, V. S.; PEREIRA, O. L.; SOUZA, M. A. Damage of wheat blast on the productivity and quality of seeds as a function of the initial inoculum in the field. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 1, p. 66-74, 2017.

GONZÁLEZ-DOMÍNGUEZ, E.; MARTINS, R. B.; DEL PONTE, E. M.; MICHEREFF, S. J.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; ARMENGOL, J. Development and validation of a standard area diagram set to aid assessment of severity of loquat scab on fruit. **European Journal of Plant Pathology**, v. 139, p. 413-422, 2014.

HOCK, J.; KRANZ, J.; RENFRO, B. L. Tests of standard diagrams for field use in assessing the tarspot disease complex of maize. **Tropical Pest Management**, v. 38, p. 314–318, 1992.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal – Culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 57 p.

ISHIDA, A. K. N.; HALFED-VIEIRA, B. A. **Mancha-Bacteriana do Maracujazeiro (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*): Etiologia e Estratégias de Controle**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 23 p.

ISHIDA, A. K. N.; PROTAZIO, D. C.; OLIVEIRA, L. C. **Preservação de Isolados de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* em Água Destilada Esterilizada.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2017. 18 p.

ITAKO, A. T.; TOLENTINO JÚNIOR, J. B.; SILVA JÚNIOR, T. A. F.; SOMAN, J. M.; MARINGONI, A. C. Chemical products induce resistance to *Xanthomonas perforans* in tomato. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 46, n. 3, p. 701-706, 2015.

JOY, P. P.; SHERIN, C. G. Diseases of Passion Fruit (*Passiflora edulis*) and their Management. In: PANDEY, A. K.; MALL, P. (Ed.). **Insect pests managements of fruit crops.** 1. ed. New Delhi: Biotech Books, 2016. p. 453-470.

JUNQUEIRA, N. T. V.; ANJOS, J. R. N.; SILVA, A. P. O.; CHAVES, R. C.; GOMES, A. C. Reação às doenças e produtividade de onze cultivares de maracujá-azedo cultivadas sem agrotóxicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 8, p. 1005-1010, 2003.

JUNQUEIRA, N. T. V.; ANJOS, J. R. N.; JUNQUEIRA, L. P.; SHARMA, R. D. Principais Doenças e Pragas: Doenças do Maracujá-Doce. In: MANICA, I.; BRANCHER, A.; ICUMA, I.M.; AGUIAR, J. L. P.; AZEVEDO, J. A.; VASCONCELLOS, M. A. S.; JUNQUEIRA, N. T. V. (Org.). **Maracujá-doce: Tecnologia de Produção, pós-colheita, mercado.** 1 ed. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2005, v. 1, p. 113-152.

JUNQUEIRA, N. T. V.; SUSSEL, A. A. B.; JUNQUEIRA, K. P.; ZACARONI, A. B.; BRAGA, M. F. Doenças. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. (Ed.). **Maracujá: O produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2016. p. 169-180. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

KLOSOWSKI, A. C.; RUARO, L.; BESPALHOK FILHO, J. C.; DE MIO, L. L. M. Proposta e validação de escala para a ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, n. 2, p. 166-171, 2013.

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

LAGE, C. A. C.; MAROUELLI, W. A.; DUARTE, H. S. S.; CAFÉ-FILHO, A. C. Standard area diagrams for assessment of powdery mildew severity on tomato leaves and leaflets. **Crop Protection**, v. 67, p. 26-34, 2015.

LEITE, R. M. V. B. C.; AMORIM, L. Elaboração e validação de escala diagramática para mancha de *Alternaria* em girassol. **Summa Phytopathologica**, v. 28, n. 1, p. 14-19, 2002.

LENZ, G.; COSTA, I. D.; BALARDINI, R. S.; STEFANELO, M. S.; MARQUES, L. N.; ARRUE, A. Escala diagramática para avaliação de severidade de mancha-de-septoria em girassol. **Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 2527-2530, 2009.

LEÓN, M. J. Z.; ALEJO, J. C. Escala logarítmica diagramática de severidad de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en papaya (*Carica papaya*). **Fitosanidad**, v. 16, n. 2, p. 83-86, 2012.

LIBRELON, S. S.; SOUZA, E. A.; PEREIRA, R.; POZZA, E. A.; ABREU, A. F. B. Diagrammatic scale to evaluate angular leaf spot severity in primary leaves of common bean. **Australasian Plant Pathology**, v. 44, p.3 85–395, 2015.

LIMA, H. E.; NECHET, K. L.; HALFELD-VIEIRA, B. A.; OLIVEIRA, J. R.; DUARTE, H. S. S.; QUEIROZ, E. S.; OLIVEIRAM F. L. Elaboração e validação de escalas diagramáticas para avaliação da severidade da mancha-bacteriana do feijão-caupi em cultivares com trifólios morfológicamente distintos. **Ciência Rural**, v. 43, n. 10, p. 1735-1743, 2013.

LIMA, M. A. G.; PEIXOTO, A. R.; BORGES, I. V.; BARBOSA, M. A. G.; CAVALCANTI, L. S. Induction of resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *viticola* in grapevine plants. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 2, e-669, 2017.

LIN, L. I. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. **Biometrics**, v. 45, p. 255-268, 1989.

LIN, L.; HEDAYAT, A. S.; SINHA, B.; YANG, M. Statistical Methods in Assessing Agreement: Models, Issues, and Tools. **Journal of the American Statistical Association**, v. 97, n. 457, p. 257-270, 2002.

LOUW, A. J. **Studies on *Septoria passiflorae* n. sp. occurring on passion fruit with special reference to its parasitism and physiology.** Scientific Bulletin of the South African Department of Agriculture 229, 1941. 51 p.

MADDEN, L. V.; HUGHES, G.; VAN DEN BOSCH, F. **The study of plant disease epidemics.** St. Paul: APS Press, 2007. 421 p.

MARCUZZO, L. L.; DUARTE, T. S.; ROSA NETO, A. J.; HOFFMANN, F. Efeito de fosfito de potássio e de fungicidas no controle da cercosporiose (*Cercospora beticola*) da beterraba. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 2, p. 186-187, 2016.

MARTINS, J. A. S.; JULIATTI, F. C. Genetic control of partial resistance to Asian soybean rust. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 36, n. 1, p. 11-17, 2014.

MARTINS, M. C.; GUERZONI, R. A.; CÂMARA, G. M. S.; MATTIAZZI, P.; LORENÇO, S. A.; AMORIM, L. Escala diagramática para quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 179-184, 2004.

MCBRIDE, G. B. **A proposal for strength-of-agreement criteria for Lin's Concordance Correlation Coefficient.** National Institute of Water & Atmospheric Research Client Report: HAM2005-062, 2005. 10 p.

MEDEIROS, J. G. S.; CITADIN, I.; SANTOS, I.; ASSMANN, A. P. Reação de genótipos de pessegueiro a mancha foliar causada por *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*. **Scientia Agricola**, v. 68, n. 1, p. 57-61, 2011.

MELLO, S. C.; TAKATSU, A.; LOPES, C. A. Escala diagramática para avaliação da mancha-bacteriana do tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 22, n. 3, p. 447-448, 1997.

MENECHINI, W.; MAGGI, M. F.; JADOSKI, S. O.; LEITE, C. D.; CAMICIA, R. M. Aerial and ground application of fungicide in corn second crop on diseases control. **Engenharia Agrícola**, v. 37, n. 1, p. 116-127, 2017.

MESQUINI, R. M.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; GODOY, C. V.; VIEIRA, R. A.; ZARATE, N. A. H.; VIEIRA, M. C. Escala diagramática para a quantificação de *Septoria apiicola* e *Cercospora arracacina* em mandioquinha-salsa. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n. 4, p. 250-255, 2009.

MORAIS, M. S.; MEDEIROS, É. V.; MOREIRA, K. A.; CAVALCANTI, M. S.; OLIVEIRA, N. T. Epidemiologia das doenças da parte aérea da mandioca no Município de Alagoa Nova, Paraíba. **Summa Phytopathologica**, v. 40, n. 3, p. 264-269, 2014.

MORAIS JR., O. P.; DUARTE, J. B.; BRESEGHELLO, F.; COELHO, A. S. G.; BORBA, T. C. O.; AGUIAR, J. T.; NEVES, P. C. F.; MORAIS, O. P. Relevance of additive and non-additive genetic relatedness for genomic prediction in rice population under recurrent selection breeding. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 4, gmr16039849, 2017.

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

NICOLI, A.; COSTA, R. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; ZAMBOLIM, L.; LANZA, F. E.; GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. Validação de escala diagramática para quantificação da severidade da antracnose do colmo do milho. **Ciência Rural**, v. 45, n. 10, p. 1720-1726, 2015.

NITA, M.; ELLIS, M. A.; MADDEN, L. V. Reliability and accuracy of visual estimation of *Phomopsis* leaf blight of strawberry. **Phytopathology**, v. 93, p. 995-1005, 2003.

NUNES, C. C.; ALVES, S. A. M. Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da severidade de entomosporiose em folhas de pereira. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 3, p. 239-244, 2012.

NUÑEZ, A. M. P.; MONTEIRO, F. P.; PACHECO, L. P.; RODRÍGUEZ, G. A. A.; NOGUEIRA, C. C. A.; PINTO, F. A. M. F.; MEDEIROS, F. A. V.; SOUZA, J. T. Development and validation of a diagrammatic scale to assess the severity of black rot of crucifers in Kale. **Journal of Phytopathology**, v. 165, n. 3, p. 195-203, 2017.

NUTTER JR., F. W.; ESKER, P. D.; COELHO NETTO, R. A. Disease assessment concepts and the advancements made in improving the accuracy and precision of plant disease data. **European Journal of Plant Pathology**, v. 115, n. 1, p. 95-103, 2006.

NUTTER JR., 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**, v. 83, p. 806–812, 1993.

NUTTER JR., F. W.; SCHULTZ, P. M. Improving the accuracy and precision of disease assessment: selection of methods and use of computer-aided training programs. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 17, n. 2, p. 174-184, 1995.

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

NUTTER, F. W.; WORAWITLIKIT, O. Disease.Pro: a computer program for evaluating and improving a person ability to assess disease proportion. **Phytopathology**, v. 79, p. 1135, 1989.

ORTEGA-ACOSTA, S. Á.; VELASCO-CRUZ, C.; HERNÁNDEZ-MORALES, J.; OCHOA-MARTÍNEZ, D. L.; HERNÁNDEZ-RUIZ, J. Escalas logarítmicas diagramáticas para evaluar la severidad del manchado de hojas y cálices de jamaica. **Revista Mexicana de Fitopatología**, v. 34, n. 3, p. 270-285, 2016.

PEDROSO, C.; LAGE, D. A. C.; HENZ, G. P.; CAFÉ-FILHO, A. C. Development and validation of a diagrammatic scale for estimation of anthracnose on sweet pepper fruits for epidemiological studies. **Journal of Plant Pathology**, v. 93, n. 1, p. 219-225, 2011.

PEIXOTO-JUNIOR, R. F.; CRESTE, S.; LANDELL, M. G. A.; NUNES, D. S.; SANGUINO, A.; CAMPOS, M. F.; VENCOVSKY, R.; TAMBARUSSI, E. V.; FIGUEIRA, A. Genetic diversity among *Puccinia melanocephala* isolates from Brazil assessed using simple sequence repeat markers. **Genetics and Molecular Research**, v. 13, n. 3, p. 7852-7863, 2014.

PERUCH, L. A. M.; COLARICCIO, A.; SCHROEDER, A. L. Sintomas e controle das principais doenças do maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 24, n. 2, p. 42-45, 2011.

PETHYBRIDGE, S. J.; NELSON, S. C. Estimate, a New iPad Application for Assessment of Plant Disease Severity Using Photographic Standard Area Diagrams. **Plant Disease**, v. 102, n. 2, p. 276-281, 2018.

PIO-RIBEIRO, G.; MARIANO, L. R. Doenças do maracujazeiro (*Passiflora* spp.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v.2.

RAMOS, J. P.; ANDRIOLO, J. L.; BALARDIN, R. S.; MARQUES, L. N.; SERAFINI, P. T.; STEFANELO, M. T. Nitrogen doses on soybean growth and Asian rust progress in two cultivars. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 4, p. 440-449, 2016.

RIAZ, A.; ATHIYANNAN, N.; PERIYANNAN, S.; AFANASENKO, O.; MITROFANOVA, O.; AITKEN, E. A. B.; LAGUDAH, E.; HICKEY, L. T. Mining Vavilov's Treasure Chest of Wheat Diversity for Adult Plant Resistance to *Puccinia triticina*. **Plant Disease**, v. 101, n. 2, p. 317-323, 2017.

RIOS, J. A.; AUCIQUE-PÉREZ, C. E.; DEBONA, D.; CRUZ NETO, L. B. M.; RIOS, V. S.; RODRIGUES, F. A. Changes in leaf gas exchange, chlorophyll a fluorescence and antioxidant metabolism within wheat leaves infected by *Bipolaris sorokiniana*. **Annals of Applied Biology**, v. 170, n. 2, p. 189–203, 2017a.

RIOS, J. A.; DEBONA, D.; DUARTE, H. S. S.; RODRIGUES, F. A. Development and validation of a standard area diagram set to assess blast severity on wheat leaves. **European Journal of Plant Pathology**, v. 136, p. 603-611, 2013.

RIOS, J. A.; RIOS, V. S.; AUCIQUE-PÉREZ, C. E.; CRUZ, M. F. A.; MORAIS, L. E.; DAMATTA, F. M.; RODRIGUES, F. A. Alteration of photosynthetic performance and source–sink relationships in wheat plants infected by *Pyricularia oryzae*. **Plant Pathology**, v. 66, n. 9, p. 1496-1507, 2017b.

RIVERA-ZABALA, N.; OCHOA-MARTÍNEZ, D. L.; ROJAS-MARTÍNEZ, R. I.; RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, D.; ARANDA-OCAMPO, S.; ZAPIÉN-MACÍAS, J. M. Variabilidad genética de *Xanthomonas fragariae* y su severidad en genotipos de fresa (*Fragaria×ananassa* Duch). **Agrociencia**, v. 51, n. 3, p. 329-341, 2017.

RODRIGUES, V. W. B.; BUENO, T. V.; TEBALDI, N. D. Biofertilizantes no controle da mancha bacteriana (*Xanthomonas* spp.) do tomateiro. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 1, p. 94-96, 2016.

SACHET, M. R.; CITADIN, I.; DANNER, M. A.; GUERREZI, M. T.; PERTILLE, R. H. DiseasePlan - a spreadsheet application for training people to assess disease severity and to assist with standard area diagram development. **Ciência Rural**, v. 47, n. 6, e20160924, 2017b.

SACHET, M. R.; DANNER, M. A.; CITADIN, I.; PERTILLE, R. H.; GUERREZI, M. T. Standard area diagram set for olive leaf spot assessment. **Ciência Rural**, v. 47, n. 6, e20160923, 2017a.

SACHS, P. J. D.; NEVES, C. C. S. V. J.; CANTERI, M. G.; SACHS, L. G. Diagrammatic scale for assesment of the *Phaeosphaeria* leaf spot severity in maize. **Summa Phytopathologica**, v. 37, p. 202-204, 2011.

SAITO, B. C.; SILVA, L. Q.; ANDRADE, J. A. C.; GOODMAN, M. M. Resistance of corn inbred lines to foliar diseases in two planting dates. **International Journal of Environmental & Agriculture Research**, v. 2, n. 10, p. 21-28, 2016

SANTOS, P. H. D.; MUSSI-DIAS, V.; FREIRE, M. G. M.; CARVALHO, B. M.; SILVEIRA, S. F. Diagrammatic scale of severity for postharvest black rot (*Ceratocystis paradoxa*) in coconut palm fruits. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 4, p. 269-275, 2017.

SANTOS FILHO, H. P.; SANTOS, C. C. F. Doenças causadas por fungos. In: SANTOS FILHO, H.P.; JUNQUEIRA, N.T.V. (Ed.). **Frutas do Brasil**: Maracujá: fitossanidade. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 12-21.

SCHNEIDER, C. A.; RASBAND, W. S.; ELICEIRI, K. W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. **Nature Methods**, v. 9, p. 671-675, 2012.

SCHWANCK, A. A.; DEL PONTE, E. M. Accuracy and reliability of severity estimates using linear or logarithmic disease diagram sets in true colour or black and white: A study case for rice brown spot. **Journal of Phytopathology**, v. 162, p. 670-682, 2014.

SERRA, I. M. R. S.; SILVA, G. S. Caracterização Morfofisiológica de Isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* Agentes de Antracnose em Frutíferas no Maranhão. **Summa Phytopathologica**, v. 30, n. 4, p. 475-480, 2004.

SHERWOOD, R. T.; BERG, C. C.; HOOVER, M. R.; ZEIDERS, K. E. Illusions in visual assessment of *Stagonospora* leaf spot of orchardgrass. **Phytopathology**, v. 73, p. 173-177, 1983.

SILVA, K. S.; REBOUÇAS, T. N. H.; LEMOS, O. L.; BOMFIM, M. P.; BOMFIM, A. A.; ESQUIVEL, G. L.; BARRETO, A. P. P.; SÃO JOSÉ, A. R.; DIAS, N. O.; TAVARES, G. M.. Patogenicidade causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) em diferentes espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 131-133, 2006.

SHOUKRI, M. M.; PAUSE, C. A. **Statistical Methods for Health Science**. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 1999. 384 p.

SOUSA, S. C. R.; SANTOS, G. R.; RODRIGUES, A. C.; BONIFÁCIO, A.; DALCIN, M. S.; JULIATTI, F. C. Escala diagramática para avaliação da severidade do crestamento gomoso do caule em melancia. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 5, p. 1314-1324, 2014.

SPOLTI, P.; SCHNEIDER, L.; SANHUEZA, R. M. V.; BATZER, J. C.; GLEASON, M. L.; DEL PONTE, E. M. Improving sooty blotch and flyspeck severity estimation on apple fruit with the aid of standard area diagrams. **European Journal of Plant Pathology**, n. 129, p. 21-29, 2011.

STONEHOUSE, J. Assessment of Andean bean diseases using visual keys. **Plant Pathology**, v. 43, p. 519-527, 1994.

SUSSEL, A. A. B. **Estudo da Epidemiologia da Verrugose-do-Maracujazeiro**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2015. 33 p.

SUSSEL, A. A. B. **Manejo de Doenças Fúngicas em Goiaba e Maracujá**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2010. 43 p.

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

TERAMOTO, A.; AGUIAR, R. A.; GARCIA, R. A.; MARTINS, M. C.; CUNHA, M. G. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha alvo em folhas de pepineiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 3, p. 439-445, 2011.

TOMERLIN, J. R.; HOWELL, T. A. Distrain: a computer program for training people to estimate disease severity on cereal leaves. **Plant Disease**, v. 72, p. 455-459, 1988.

TOVAR-SOTO, A.; HERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, M.; CRISTÓBAL-ALEJO, J.; ROMERO-HIJO, R.; MORA-AGUILERA, G.; Escala logarítmica Diagramática de Severidad de la Mancha Negra (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) en Chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.). **Revista Mexicana de Fitopatología**, v. 20, n. 1, p. 103-109, 2002.

VARAGO, A. L.; CITADIN, I.; SACHET, M. R.; PENSO, G. A.; RASEIRA, M. C. B. Heritability of peach tree resistance to bacterial leaf spot. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 5, p. 366-369, 2017.

VENTURINI, M. T.; SANTOS, L. R.; OLIVEIRA, E. J. Development of a diagrammatic scale for the evaluation of postharvest physiological deterioration in cassava roots. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 8, p. 658-668, 2015.

VIANA, F. M. P.; FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E.; VIDAL, J. C. **Principais doenças do maracujazeiro na Região Nordeste e seu controle**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 11 p.

VIVAS, M.; SILVEIRA, S. F.; PIO VIANA, A.; AMARAL JR., A. T.; FERREGUETTI, G. A.; PEREIRA, M. G. Resistance to multiple foliar diseases in papaya genotypes in Brazil. **Crop Protection**, v. 71, p. 138-143, 2015.

YADAV, N. V.; VOS, S. M.; BOCK, C. H.; WOOD, B. W. Development and validation of standard area diagrams to aid assessment of pecan scab symptoms on fruit. **Plant Pathology**, v. 62, n. 2, p. 325-335, 2013.

WAMSER, A. F.; VALMORBIDA, J.; SUZUKI, A.; HAHN, L.; MUELLER, S.; BECKER, W. F.; ANDERSON LUIZ FELTRIM, A. F.; ENDER, M. M. Planting density and arrangement for the mechanized spraying of vertically staked tomatoes. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 519-526, 2017.