



MÉTODOS DE AVALIAÇÃO E PARÂMETROS GENÉTICOS DE PINTA-PRETA EM FAMÍLIAS DE MEIOS-IRMÃOS DE MAMOEIRO

Karin Tesch Kuhlcamp¹, Iasmin Macêdo², Fabíola Lacerda de Souza Barros¹, Sarah Ola Moreira³

¹Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural / Centro Regional Centro Regional de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Norte, Rodovia BR 101 Norte, km 51, Linhares, ES. E-mail: karin.kuhlcamp@incaper.es.gov.br; ²Faculdade Pitágoras de Linhares. E-mail: iasminmacedo@yahoo.com.br; ³Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural / Centro Regional de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Serrano, Rodovia BR 262, km 94, Domingos Martins, ES. E-mail: sarah.moreira@incaper.es.gov.br

INTRODUÇÃO

As doenças são um dos principais fatores limitantes à produção do mamoeiro. Dentre elas, a pinta-preta causada pelo fungo *Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl., tem sido a principal doença foliar fúngica do mamoeiro no Brasil (REZENDE; MARTINS, 2005), requerendo a aplicação frequente de fungicidas. Além de atacar severamente as folhas, incide nos frutos, predispondo-os a podridões em pós-colheita, inviabilizando sua comercialização.

A resistência genética é a medida de controle mais indicada para a maioria das doenças de plantas, porém, no caso da pinta-preta, não existe cultivares resistentes que viabilizem essa prática. Na tentativa de identificar genótipos resistentes às principais doenças fúngicas foliares tem sido realizado vários estudos. No que se refere à pinta-preta em mamoeiro, Dianese et al. (2007) relatam a existência de variabilidade genética tanto nas folhas quanto nos frutos. Já Vivas et al. (2012; 2015) avaliaram progênies crioulas e também detectaram existência de variabilidade genética. Apesar dos avanços no estudo da resistência genética à pinta-preta, é preciso entender melhor os parâmetros genéticos das diferentes populações utilizadas em programas de melhoramento que visam a obtenção de cultivares resistentes.

Para melhor entender a intensidade de doença, podemos utilizar a incidência ou severidade. A incidência é determinada através do número de unidades visivelmente doente em relação ao número total de unidades avaliadas, está é fácil e rápida quantificação e mais utilizada em caso de viroses, quando o patógeno é de solo, em estudos de dinâmica populacional e na tomada decisão em sistema de manejo integrado. Já a severidade é uma medida que exige mais conhecimento da doença estudada, porém é a que melhor expressa a quantidade de tecido lesionado pela doença, é muito utilizada em doenças que ocorrem em parte aérea em estudos que consideram a eficiência de medidas de controle, condições favoráveis a epidemia e em estudos de

danos (VALE; JESUS JUNIOR; ZAMBOLIM, 2004).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes métodos de avaliação de pinta-preta em mamoeiro e quantificar parâmetros genéticos associados à resistência ao *Asperisporium caricae*, em famílias de meios irmãos da cultivar Rubi Incaper 511.

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi desenvolvido em condições de campo, no município de Sooretama – ES, entre os meses de entre novembro de 2015 e dezembro de 2016. Foram avaliadas 18 famílias de meios-irmãos (FMI) de mamoeiro oriundas da cultivar Rubi Incaper 511, bem como, a própria cultivar como testemunha. O experimento foi instalado em blocos ao acaso com cinco repetições e nove plantas por parcela, sendo considerada úteis as três plantas centrais. Os tratamentos foram dispostos em fileira simples no espaçamento 3,5 x 2,0 m. Para a avaliação da incidência e severidade de pinta-preta não foi necessária a inoculação devido a ocorrência natural da doença.

Foram comparados métodos de avaliação de pinta-preta e de quantificação dos sintomas para discriminação dos genótipos, realizada no mês de abril de 2016. Para tal, determinou-se em qual folha surgiram os primeiros sintomas de pinta-preta (FIS); a incidência de folhas com sintoma de pinta-preta (IPP) e a severidade da pinta-preta na folha com a primeira flor aberta com base em três metodologias: escala apresentado por Santo Filho et al. (2007) (SSF), que possui 4 níveis, sendo o nível 0 ausência de doença, nível 1 presença de até 5 lesões, nível 2 presença de mais de 5 lesões limitadas a 20 e nível 3 presença de mais de 20 lesões ou áreas coalescidas; escala apresentada por Vivas et al. (2011) (SV), possui 6 níveis, seguindo valores percentuais: 0,2; 1,6; 3,5; 5,4; 7,6; 12,8%; e escala proposta por Santos e Barreto (2003) (SSB), tendo 6 notas, nota 0 folhas sem lesões; nota 1 com até 25 lesões, nota 2 de 26 a 75 lesões, nota 3 com 76 a 150 lesões, nota 4 com 151 a 300 lesões, nota 5 com 301 a 600 lesões, e nota 6 com mais de 600 lesões. Para se estimar o valor de FIS, contou-se do ápice para a base qual folha estava com os primeiros sintomas da doença, considerando-se como primeira folha a folha mais jovem totalmente expandida (folhas cujo lóbulo central tinha comprimento igual ou inferior ao comprimento do pecíolo). A IPP (%) foi obtida relacionando-se o número de folhas com sintoma de pinta-preta e o número total de folhas por planta.

Em seguida, para todas essas variáveis foram estimados parâmetros genéticos que refletem a variabilidade genética da população estudada quanto a resistência à pinta-preta. Foi obtida a análise de variâncias e as médias dos genótipos (progênies e testemunha) foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Para as características com diferenças significativas entre os genótipos avaliados foram estimados os seguintes parâmetros genéticos: a) Variância fenotípica média; b) Variância ambiental média; c) Componente quadrático que expressa a variabilidade genética média; d) Coeficiente de determinação genotípico, com base na média de genótipos; e) Correlação intraclasse; f) Coeficiente de variação genético (CV_g); e g) Índice de variação - Razão CV_g/CV_e (Cruz et al., 2012). Considerando que as famílias foram escolhidas na população com base em seu potencial para resistência à pinta-preta e, portanto, não constituem

uma amostra aleatória da população, optou-se por considerar a fonte de variação genótipo como fixa. Para análise de variância, comparação dos métodos de avaliação e estimação dos parâmetros genéticos, utilizou-se o programa Genes (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa entre as famílias de meios irmãos para as variáveis IPP, SSF e SSB (Tabela 1). Este fato indica a existência de variabilidade genética entre as FMI's avaliadas possibilitando, assim, a seleção de genótipos com menor intensidade da pinta-preta. Embora tenha ocorrido variabilidade genética, não foi possível identificar FMI's sem sintomas da pinta-preta. Para a variável FIS e SV, não houve diferença significativa entre as FMI's, e a média variou de 6,87 (FMI 179) a 8,13(FMI 609) para FIS e 1,0 (FMI's 70, 119, 120, e 591) a 1,40 (FMI 695) para SV. Contrapondo o encontrado por Vivas et al, (2011b), que para variável incidência de pinta-preta, não encontrou diferença significativa entre as progênies crioulas de mamoeiro. No entanto ele constatou diferença significativa na avaliação através da severidade, usando a metodologia descrita por Terra et al. (2008), ocorrendo a formação de 3 grupos. Vivas et al. (2010) avaliando mancha de phoma em mamoeiro, constatou diferença significativa ao avaliar genótipos através da incidência e constatou a formação de 5 grupos, os genótipos que foram locados no primeiro e segundo grupo foram considerados resistentes, no terceiro moderadamente resistentes e os demais suscetíveis, quando avaliou através da severidade, observou-se a formação de apenas dois grupos. Evidenciando a importância de avaliar tanto pelo método da incidência quando da severidade, quanto maior a formação de grupos, conseguimos observar melhor a distinção entre eles, podendo assim indicar as mais promissoras para seleção em um programa de melhoramento.

Para a característica IPP, observaram-se diferenças significativas entre os genótipos, o que evidencia variabilidade nas FMI's avaliadas. Houve a formação de dois grupos constituídos pelos genótipos, sendo que as menores médias de IPP foram obtidas para as FMI's 120, 307, 327, 400, 438, 498, 609, 695 e 697 (Tabela 1). Dessas FMI's, os valores observados variaram de 67,8% (FMI 695) a 71,1% (FMI 307), indicando um estágio avançado a epidemia da doença, necessitando de medidas de controle para minimizar impactos na produção. Quando comparado com a testemunha, as FMI tiveram menor IPP, o que significa que será possível obter uma nova cultivar, mais tolerante a pinta-preta que a 'Rubi Incaper 511'.

O método IPP foi de fácil estimativa em campo, sendo apenas a contagem das folhas total e com sintomas da doença, porém mais dispendioso, por gastar tempo na contagem. O método que avaliam a severidade, foi apenas realizado em uma folha por planta dando agilidade ao processo de avaliação. O método SSF foi de mais difícil utilização pois o avaliador teve dificuldade em encaixar a variação grande de doenças, em uma escala com apenas 4 níveis, comparadas aos outros métodos, SV e SSB, que possuíam escalas com 6 níveis. Já entre as escalas SV e SSB, a que possuiu melhor utilização foi a SSB, por ter como base a folha completa, o que facilita a visualização em campo, já a SV, é apenas a parte central do limbo foliar, que com as folhas mais altas (cultivo em estágio avançado de produção) fica mais difícil a visualização.

Tabela 1. Resumo da análise de variância e agrupamento das médias para incidência e severidade de pinta-preta nas folhas avaliadas em famílias de meios-irmãos de mamoeiro em Sooretama, ES

FV		FIS ¹	IPP	SSF	SV	SSB
Blocos	4	0,98	98,74	0,16	0,19	0,26
Tratamento	18	0,70 ^{ns}	34,34*	0,78*	0,08 ^{ns}	0,79*
Resíduo	72	0,75	18,83	0,18	0,07	0,30
CV (%)		11,57	5,99	17,84	23,64	25,92
Média Geral		7,48	72,37	2,37	1,16	2,12
Genótipos		Médias ²				
FMI 70		7,80 A	76,4 A	1,60 C	1,00 A	1,60 B
FMI 113		7,40 A	75,4 A	2,87 A	1,07 A	2,20 A
FMI 119		7,00 A	76,7 A	2,33 A	1,00 A	1,60 B
FMI 120		7,33 A	67,9 B	2,13 B	1,00 A	2,00 B
FMI 179		6,87 A	74,5 A	2,80 A	1,27 A	2,60 A
FMI 307		7,53 A	71,1 B	2,60 A	1,07 A	1,80 B
FMI 327		7,93 A	69,3 B	2,33 A	1,27 A	2,87 A
FMI 400		7,67 A	71,1 B	2,60 A	1,27 A	2,27 A
FMI 408		7,40 A	74,0 A	2,87 A	1,40 A	2,53 A
FMI 426		7,20 A	73,5 A	2,20 B	1,13 A	1,73 B
FMI 438		7,87 A	70,7 B	2,33 A	1,27 A	2,33 A
FMI 463		7,53 A	74,7 A	2,73 A	1,20 A	2,00 B
FMI 497		7,33 A	73,2 A	1,93 B	1,13 A	2,33 A
FMI 498		6,87 A	71,6 B	2,73 A	1,27 A	2,40 A
FMI 591		7,67 A	73,2 A	1,53 C	1,00 A	1,53 B
FMI 609		8,13 A	70,2 B	2,47 A	1,13 A	2,13 A
FMI 695		8,07 A	67,8 B	2,47 A	1,40 A	2,60 A
FMI 697		7,67 A	70,9 B	2,53 A	1,07 A	2,27 A
Rubi Incaper 511		7,20 A	73,1 A	2,00 B	1,20 A	1,60 B

¹ FIS: Folhas com os primeiros sintomas de pinta-preta (unid); IPP: incidência de folhas com sintoma de pinta-preta (%); Severidade da pinta-preta em folha estimada com base nas escalas proposta por Santos Filho et al. (2007), Vivas et al. (2011) (SV) e Santos e Barreto (2003) (SSB). ² Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott. * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo.

Quanto à severidade, observou-se que o método de avaliação proposto por Vivas et al. (2011) - SV - não teve diferença significativa, ao contrário dos métodos propostos por Santos Filho et al. (2007) (SSF) e Santos e Barreto (2003) (SSB) que foram eficientes para discriminar as FMI's quanto à resistência à pinta-preta. Destes, o método SSF foi o mais eficiente, pois possibilitou que os genótipos testados fossem divididos em três grupos. No grupo com menores severidade ficou alocada as FMIs, 70 (1,60) e 591 (1,53), no grupo

intermediário ficou a Rubi Incaper 511 (2,00) e as FMI's 120 (2,13), 426 (2,20) e 497(1,93).

Para a severidade da pinta-preta estimada com base no método SSB, houve discriminação de dois grupos. A Rubi Incaper 511 foi estatisticamente igual as FMI'S 70, 119, 120, 307 e 426, sendo este grupo com menores severidades.

Para SSF e SSB, a variância genotípica foi maior do que a variância ambiental, sendo, portanto de menor interferência ambiental (Tabela 2). Para IPP, ao contrário, foi observada maior interferência ambiental. Isso explica os valores do coeficiente de determinação genotípico, que é equivalente a herdabilidade, e refletem a dificuldade em selecionar materiais mais tolerantes a pinta-preta, uma vez que uma planta fenotipicamente menos doentes pode não ter sido reflexo de sua constituição genética. A avaliação dos genótipos em ocorrência natural (ambiente não controlado e sem inoculação) pode ter contribuído para a maior interferência ambiental. O índice de variação genética (Razão CV_g/CV_e) também revelam outra dificuldade a ser superada pelo programa de melhoramento. Como esse índice teve valores inferiores a 1,0, tem-se uma situação não favorável a seleção. Assim, apesar de ser possível identificar genótipos com menor severidade e incidência de pinta-preta (Tabela 1), é preciso aumentar a variabilidade genética da população em estudo e ter maior controle ambiental para ser possível a seleção de materiais genéticos mais tolerantes.

Tabela 2. Estimativas de parâmetros genéticos associados à incidência de folhas com sintoma de pinta-preta (IPP, %) e severidade da pinta-preta em folha estimadas com base nas escalas apresentadas por Santos Filho et al. (2007) (SSF, %), e Santos e Barreto (2003) (SSB%) e avaliadas em famílias de meios-irmãos de mamoeiro. Sooretama (ES), em 2016

Parâmetros Genéticos	Estimativas dos parâmetros		
	IPP	SSF	SSB
Variância fenotípica	6,87	0,16	0,15
Variância ambiental	3,76	0,03	0,06
Variabilidade genotípica média	3,10	0,12	0,09
Coeficiente de determinação genotípico	45,18	77,00	61,48
Correlação intraclasses	14,15	40,11	24,20
CV_g	2,43	14,59	14,64
Razão CV_g/CV_e	0,41	0,81	0,56

CONCLUSÃO

O método de avaliação de severidade de pinta-preta proposto por Santos Filho et al. (2007) - SSF foi mais eficiente neste experimento, por apresentar maior número de grupos de diferenciação, e variância ambiental menor que a variância genotípica.

Há possibilidade de selecionar materiais genéticos com menor incidência e severidade de pinta-preta para a constituição de futuras populações de melhoramento, porém, é necessário aumentar a variabilidade

genética e controlar as variações ambientais para ter maior sucesso na seleção.

As famílias de meio irmãos FMI 70 e 591 são promissoras por ter menor severidade da pinta-preta em folhas de mamoeiro.

REFERÊNCIAS

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. UFV, Viçosa, Brasil, 2012, 514p.

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.

DIANESE, A. C.; et al. Reação de Genótipos de Mamoeiro à Varíola e à Podridão-do-pé. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n.5, p. 419-423. 2007

REZENDE, J. A. M.; MARTINS, M. C. Doenças do mamoeiro (*Carica papaya* L.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p.435-443.

SANTOS FILHO, H. P.; et al. **Monitoramento e controle da pinta-preta do mamoeiro**. Cruz das Almas: Embrapa, 2007. 5p. (Comunicado técnico 125).

SANTOS, M. C.; BARRETO, M. Estudo epidemiológico da varíola do mamoeiro em cultivares submetidos a tratamento com fungicidas. **Summa Phytopathologica**, v.29, p.141-146. 2003.

TERRA, C. E. P. S.; VIVAS, M.; MELO, C. S.; SILVEIRA, S. F.; PEREIRA, M. G. Elaboração de validação de escala diagramática para avaliação da severidade da pinta-preta (*Asperisporium caricae*) em folhas de mamoeiro. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 20, 2008. Vitória. **Anais**. Vitória: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008. CD-ROM.

Le, F.X.R.; et al. Quantificação de doenças e do crescimento do hospedeiro. In: VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W. C.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Editora Perfil, 2004).

VIVAS, M.; et al. Testers for combining ability and selection of papaya hybrids resistant to fungal diseases. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.11, p.36-42. 2011a.

VIVAS, M.; et al. Patometria, parâmetros genéticos 101 e reação de progênies de mamoeiro à pinta-preta. **Bragantia**, Campinas, v.71, n.2, p.235-238, 2012.

VIVAS, M.; et al. Resistance to multiple foliar diseases in papaya genotypes in Brazil. **Crop Protection**, 71:138-143. 2015

VIVAS, M.; et al. Reação de Progênies Crioulas de Mamoeiro à Pinta-Preta. In: XV Encontro Latino

Americano de Iniciação Científica e XI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, (2011b). **Anais eletrônico**. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/arquivos/RE_0592_0689_01.pdf; Acesso em: 30 de maio de 2018.

VIVAS M.; et al. Reação de germoplasma e híbridos de mamoeiro à mancha-de-phoma (*Phoma caricae-papayae*) em condições de campo. **Trop. Plant Pathol.** 35: 323-328, 2010.