

MELHORAMENTO GENÉTICO DO MAMOEIRO VISANDO
RESISTÊNCIA À PINTA-PRETA, MANCHA-DE-PHOMA E OÍDIO

MARCELO VIVAS

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
DEZEMBRO – 2012.

MELHORAMENTO GENÉTICO DO MAMOEIRO VISANDO
RESISTÊNCIA À PINTA-PRETA, MANCHA-DE-PHOMA E OÍDIO

MARCELO VIVAS

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas.

Orientador: Prof. Silvaldo Felipe da Silveira.

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
DEZEMBRO – 2012.

MELHORAMENTO GENÉTICO DO MAMOEIRO VISANDO
RESISTÊNCIA À PINTA-PRETA, MANCHA-DE-PHOMA E OÍDIO

MARCELO VIVAS

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas.

Aprovada em 12 de dezembro de 2012.

Comissão Examinadora:

Prof. Messias Gonzaga Pereira (Ph.D., Plant Breeding) – UENF

Prof. Antônio Teixeira do Amaral Júnior (D. Sc., Melhoramento Vegetal) – UENF

Dr. Hércio Costa (D.Sc., Fitopatologia) – Incaper

Prof. Silvaldo Felipe da Silveira (D.Sc., Fitopatologia) – UENF
Orientador

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sua presença forte e constante em minha vida;

A todos os meus familiares, em especial aos meus pais Ely José Vivas e Santinha de Fati Favaris Vivas, responsáveis diretos pela minha existência, e às minhas irmãs Izabel Cristina V. M. de Oliveira e Ana Paula Vivas de Faria, pelo afetuoso convívio;

À minha querida Janieli Maganha Silva Vivas, pelo amor, carinho e companheirismo;

À minha orientadora de “Iniciação Científica” e eterna amiga, professora Dalza Gomes da Silva, por aguçar em mim o interesse pela ciência;

Ao meu orientador, professor Silvaldo Felipe da Silveira, pela oportunidade, pela confiança e por todos os ensinamentos, além do grande incentivo;

Ao professor Messias Gonzaga Pereira, por todo o suporte e incentivo, além da colaboração nas análises dos dados;

Ao professor Antônio Teixeira do Amaral Júnior, pela colaboração nas análises dos dados;

Ao Membro externo Dr. Hécio Costa, pela participação da banca e pelas sugestões para a melhoria do trabalho;

Ao secretário José Daniel Valle de Almeida, pela disposição em sempre ajudar.

Aos colegas e professores do LEF e LMGV, pelo convívio e ensinamentos;

Aos funcionários da Empresa Caliman Agrícola S.A., em especial ao Geraldo Antônio Ferreguetti;

A CAPES, pela concessão da bolsa nos dois primeiros anos do doutorado;

A FAPERJ, pela concessão da bolsa nos dois anos finais do doutorado;

A UENF, pela oportunidade de cursar o Doutorado.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	04
2.1. Características botânicas e morfológicas da cultura	04
2.2. Principais doenças na cultura do mamoeiro	06
2.2.1. Pinta-preta [<i>Asperisporium caricae</i> (Speg.) Maubl.]	06
2.2.2. Mancha-de-phoma [<i>Stagonosporopsis caricae</i> (Sydow & P. Sydow) Aveskamp, Gruyter & Verkley]	08
2.2.3. Oídio [<i>Streptopodium caricae</i> Liberato & R.W. Barreto]	09
2.3. Melhoramento genético visando resistência as doenças	10
3. TRABALHOS	14
3.1. PATOMETRIA, PARÂMETROS GENÉTICOS E REAÇÃO DE PROGÊNIES DE MAMOEIRO À PINTA-PRETA	14
Resumo	14
Abstract	15
1. Introdução	16
2. Material e métodos	17
3. Resultados e discussão	19
4. Conclusão	22
Referências	23
3.2. REAÇÃO DE GERMOPLASMA DE MAMOEIRO À PINTA-PRETA, OÍDIO E MANCHA-DE-PHOMA	28
3.2.1. Resumo	28
3.2.2. Abstract	29
3.2.3. Introdução	29
3.2.4. Material e métodos	31

3.2.5. Resultados e discussão	33
3.2.6. Conclusão	53
3.2.7. Referências bibliográficas	54
3.3. CAPACIDADE COMBINATÓRIA E HETEROSE PARA RESISTÊNCIA À PINTA-PRETA EM MAMOEIRO POR MEIO DE ANÁLISE DIALÉLICA	57
Resumo	57
Abstract	58
Introdução	59
Material e métodos	61
Resultados e discussão	62
Conclusão	69
Referências bibliográficas	69
3.4. ANÁLISE DIALÉLICA EM MAMOEIRO PARA RESISTÊNCIA À MANCHA-DE-PHOMA	77
Resumo	77
Abstract	78
Introdução	79
Material e métodos	81
Resultados e discussão	82
Conclusão	84
Referências	84
3.5. CAPACIDADE COMBINATÓRIA EM MAMOEIRO PARA RESISTÊNCIA À OÍDIO	93
Resumo	93
Abstract	94
1. Introdução	95
2. Material e métodos	96
3. Resultados e discussão	97
4. Conclusão	100
Referências	100
3.6. HERANÇA DA RESISTÊNCIA DE MAMOEIRO A DOENÇAS FÚNGICAS COM BASE EM ANÁLISE DIALÉLICA DE HAYMAN	105
3.6.1. Resumo	105
3.6.2. Abstract	106
3.6.3. Introdução	106
3.6.4. Material e métodos	108
3.6.5. Resultados e discussão	110
3.6.6. Conclusão	119
3.6.7. Referências bibliográficas	119
4. RESUMO E CONCLUSÃO GERAL	122
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124

RESUMO

VIVAS, Marcelo D.Sc, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Dezembro de 2012. Melhoramento genético do mamoeiro visando resistência à pinta-preta, mancha-de-phoma e oídio. Orientador: Prof. Silvaldo Felipe da Silveira. Conselheiros: Profs. Messias Gonzaga Pereira e Antônio Teixeira do Amaral Júnior.

O mamoeiro pode ser atacado por diversas doenças. Como inexistem cultivares resistentes, a pulverização de fungicidas tornou-se a principal medida de controle. Porém, há necessidade de se buscar alternativas de controle de maior sustentabilidade, como o melhoramento. Neste trabalho, avaliou-se a reação de progênies oriundas de mamoeiro crioulo quanto à reação a pinta-preta. Avaliaram-se, também, os genótipos da coleção de germoplasma UENF/CALIMAN quanto à resistência à pinta-preta, mancha-de-phoma e oídio. Em outro estudo, avaliou-se a reação de genitores e híbridos às doenças supracitadas, sendo os híbridos obtidos em esquema de dialelo completo. Com a média das variáveis avaliadas, estimou-se a heterose, as capacidades específica e geral de combinação e a ação gênica. Os resultados da reação das progênies crioulas a pinta-preta indicam variabilidade genética, com coeficientes de variação genética variando de 39% a 70%, denotando-se, assim, ampla possibilidade para a seleção de progênie. Na avaliação da coleção de germoplasma, os resultados indicam variabilidade entre os genótipos para resistência à pinta-preta, oídio e mancha-de-phoma. Em condições de campo, os genótipos 'BSA', 'Waimanalo', 'Mamão Bené', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Sekati', 'JS 12', 'JS 11', 'Sekati FLM', 'SS PB' e

'JS 12-4' foram alocados no grupo de menor intensidade de doença para pinta-preta em folha e fruto. Para oídio, os genótipos 'Caliman M5', 'SS 783', 'Grampola', 'SS 72/12', 'Tailândia', 'KS PV', 'Waimanalo', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Calimosa', 'JS 12', 'GTF', 'SH 11-08', 'SH 04-02', 'SH 12-06', 'Papaya 46', 'FMV', 'JS 11', 'Tainung', 'Gran Golden', 'FG' e 'JS 12-4' estão no grupo de menor intensidade. Para mancha-de-phoma, o grupo com as menores médias foi formado pelos genótipos 'Taiwan et', 'Tailândia', 'São Mateus', 'Mamão Roxo', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Calimosa', 'SH 11-08', 'FMV', 'JS 11', 'Tainung' e 'JS 12-4'. Em condições de telado, 'Caliman M5', 'Tailândia', 'JS 12', 'Cariflora' e 'SH 12-07' se destacaram por apresentar baixos valores médios de pinta-preta. Para oídio, os genótipos que apresentaram as menores médias foram 'KS PA', 'SH 12-07' e 'SH 15-04'. Na avaliação do dialelo, considerando as estimativas de heterose, evidenciou-se a possibilidade de obtenção de híbridos com potencial para redução da severidade da pinta-preta, provenientes de cruzamentos entre genótipos dos grupos 'Solo' e 'Formosa' e também em cruzamentos dentro do grupo 'Solo'. Os genótipos 'Sunrise Solo 72/12', 'Waimanalo', 'Sekati' e 'JS12-N' apresentaram as menores estimativas de capacidade geral de combinação (CGC) em folha. Enquanto no fruto, além destes, 'Maradol' também apresentou estimativa negativa de CGC. Para mancha-de-phoma, os genótipos 'Maradol', 'JS12-N', 'Sekati' e 'São Mateus' apresentaram as melhores estimativas de CGC, nas duas épocas de avaliação. 'JS-12-4' e 'Sekati' apresentaram estimativa negativa de CGC quando avaliados, respectivamente, na primeira e segunda época. Para severidade de oídio, os genótipos 'Maradol', 'Waimanalo' e 'São Mateus' apresentaram estimativas negativas de CGC. Segundo metodologia de Hayman, observou-se a existência de pelo menos quatro genes ou blocos gênicos com dominância para severidade de oídio e, ao menos um, para severidade de pinta-preta em folha e fruto. Conclui-se, ainda, que efeitos gênicos aditivos foram mais importantes para severidade de oídio. Por sua vez, tanto para severidade de pinta-preta em folha como em fruto, efeitos gênicos aditivos e não aditivos foram importantes. Constatou-se efeito de dominância parcial para severidade de oídio e dominância completa para severidade de pinta-preta em folha e fruto.

ABSTRACT

VIVAS, Marcelo; D. Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; December, 2012; Papaya breeding for resistance to black spot, phoma spot and powdery mildew. Adviser: Silvaldo Felipe da Silveira. Committee members: Messias Gonzaga Pereira and Antônio Teixeira do Amaral Júnior.

Papaya can be attacked by various diseases. As there are no resistant cultivars, spraying fungicides became the primary control measure. However, there is need to seek alternatives to control with greater sustainability, as breeding strategies. In this study we evaluated the reaction of progenies originated from landraces for black spot disease resistance. It was evaluated the genotypes from UENF/CALIMAN germplasm collection to black spot, phoma spot and powdery mildew resistance. In other study, it was evaluated the reaction of parents and hybrids for the diseases mentioned above, being the hybrids obtained in a complete diallel scheme. With the mean of variables it was estimated heterosis, general and specific combining ability and gene action. The results of the reaction of the progenies originated from landraces for resistance to black spot, indicated genetic variability, with coefficients of genetic variation ranging from 39% to 70%. Thus, it ss denoted wide possibility for selecting progeny, and therefore, recurrent selection method may be used to improve gradually the level of resistance in this population. In the evaluation of germplasm collection, the results indicated variability among genotypes for resistance to black spot, powdery mildew and phoma spot. Under field conditions, the genotypes 'BSA', 'Waimanalo', 'Mamão Bené', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Sekati', 'JS 12', 'JS 11', 'Sekati FLM', 'SS PB' and

'JS 12-4' were grouped as resistant to black spot in leaf and fruit. To powdery mildew 'Caliman M5', 'SS 783', 'Grampola', 'SS 72/12', 'Tailândia', 'KS PV', 'Waimanalo', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Calimosa', 'JS 12', 'GTF', 'SH 11-08', 'SH 04-02', 'SH 12-06', 'Papaya 46', 'FMV', 'JS 11', 'Tainung', 'Gran Golden', 'FG' and 'JS 12-4' are in the resistant group. To phoma spot, 'Taiwan et', 'Tailândia', 'São Mateus', 'Mamão Roxo', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Calimosa', 'SH 11-08', 'FMV', 'JS 11', 'Tainung' and 'JS 12-4' formed the more resistant group. Under greenhouse conditions, 'Caliman M5', 'Tailândia', 'JS 12', 'Cariflora' and 'SH 12-07' were in the group more resistant in all evaluations of black spot. To powdery mildew, 'Golden', 'KS PA', 'Maradol GL', 'Sekati', 'Americano', 'Cariflora', 'GTF', 'STZ – 03', 'SH 12-07', 'SH 15-04' e 'Tainung' presented the lowest means. In evaluating the diallel, considering the estimates of heterosis, it was observed the possibility of obtaining hybrids with potential for reducing the severity of black spot, from crosses between 'Solo' and 'Formosa' genotypes and also in crosses within group 'Solo'. Genotypes 'Sunrise Solo 72/12', 'Waimanalo', 'Sekati' and 'JS12-N' showed the lowest estimates of general combining ability (GCA) in leaf. While for fruit, besides these genotypes, 'Maradol' also showed negative estimate of GCA. To phoma spot, 'Maradol', 'JS12N', 'Sekati' and 'São Mateus' showed the best estimates of GCA in both evaluation periods. 'JS-12-4' and 'Sekati' showed negative GCA estimate when evaluated respectively in the first and second periods. To severity of powdery mildew 'Maradol', 'Waimanalo' and 'São Mateus' showed negative GCA estimates. According to Hayman methodology, the estimated number of genes or gene blocks with dominance indicated the existence of at least four genes or gene blocks to powdery mildew and at least one for black spot in leaf and fruit. For powdery mildew additive gene effects were more important. By the way, both to the black spot in leaf and fruit, additives and non-additive gene effects were important. It was observed effect of partial dominance for powdery mildew and complete dominance for black spot in leaf and fruit, to the control traits.

1. INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma fruta típica das regiões tropicais e subtropicais, originário das Américas, com maior distribuição na América do Sul, onde ocorre maior diversidade genética. O mamão é a sétima fruta “in natura” mais exportada no País, sendo cultivado em cerca de 30mil hectares, que estão concentrados nos estados do Espírito Santo, Bahia, Ceará e Rio Grande do Norte (Agriannual, 2011).

A cultura enfrenta vários problemas que estão sendo solucionados via melhoramento genético, dentre os quais se destaca a falta de alternativas quanto à escolha de cultivares. Visando preencher esta lacuna, em 1995, a UENF iniciou um programa de melhoramento genético para a cultura e, no ano de 2001, registrou no Ministério da Agricultura nove híbridos, sendo estes, os primeiros híbridos nacionais de mamão. O primeiro deles, ‘UENF/CALIMAN01’ (‘Calimosa’), foi recomendado aos agricultores e vêm sendo cultivado nas diferentes regiões produtoras do Brasil, nos Estados do Rio Grande do Norte, Bahia e Espírito Santo. Merece salientar que, apesar dos esforços dos programas de melhoramento do mamoeiro, o Brasil ainda é um importador de sementes de mamão, caracterizando a importância e a necessidade de se intensificar os trabalhos de melhoramento com esta cultura.

O lançamento do primeiro híbrido nacional pela UENF e CALIMAN constitui um marco para esta cultura, contribuindo para a redução na dependência da importação de sementes. Com a disponibilização de sementes do híbrido

nacional, houve, de imediato, uma redução na quantidade de sementes importadas e, ainda, uma redução no preço das sementes importadas no comércio. Ratifica-se, portanto, a grande importância do trabalho já realizado e a necessidade de continuidade, visando, em futuro próximo, não mais dependermos de importação de sementes.

Não obstante os esforços de programas em andamento no país, com destaque para a UENF, a realidade é ainda uma grande vulnerabilidade das lavouras em função da limitação varietal. Por exemplo, ainda não se dispõe de um sistema diferenciado de recomendação de cultivares para diferentes regiões produtoras, bem como de variedades resistentes e/ou tolerantes às diferentes doenças que ocorrem nesta cultura.

As doenças constituem um dos principais fatores limitantes do aumento da produtividade e expansão da cultura do mamoeiro, além das doenças causadas por vírus, que vêm constituindo-se no principal problema da cultura. Algumas doenças fúngicas, como a pinta-preta [*Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl.], a mancha-de-phoma [*Stagonosporopsis caricae* (Sydow & P. Sydow) Aveskamp, Gruyter & Verkley, (Syn. *Phoma caricae-papayae* (Tarr) Punith) (Aveskamp et al., 2010)] e a mancha-de-corynespora [*Corynespora cassiicola* (Berk & Curt) Wei], também vem merecendo atenção dos melhoristas e fitopatologistas.

A pinta-preta, causada pelo fungo *Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl. é doença comum na maioria das regiões do mundo onde se cultiva o mamoeiro (Liberato et al., 2007). Atualmente, a pinta-preta é de expressiva importância econômica em todas as regiões onde ocorre, pois afeta o desenvolvimento da planta por reduzir a área foliar devido à alta severidade expressa pelo grande número de lesões necróticas. Quando as lesões acometem os frutos, estes se tornam inadequados à comercialização (Rezende & Martins, 2005). Santos & Barreto (2003) relatam perdas devido à pinta-preta de 30% na comercialização de frutos de mamão em São Paulo. Segundo Liberato & Zambolim (2002), plantas muito afetadas podem perder de 50 a 60% de suas folhas em um período de dois a três meses e a incidência da doença em frutos pode atingir quase 100%.

O fungo, *Stagonosporopsis caricae* (Sydow & P. Sydow) Aveskamp, Gruyter & Verkley, (Syn. *Phoma caricae-papayae*), é o segundo mais importante na fase de pós-colheita (Rezende & Martins, 2005). Na fase de produção, *P. caricae-papayae* também causa a mancha-de-phoma, que é uma mancha foliar

necrótica, a qual vem se tornando importante doença foliar. A doença tem-se mostrado de difícil controle nas áreas comerciais da Empresa Caliman Agrícola S/A, no município de Linhares, no Estado do Espírito Santo. É sabido que o controle do inóculo em campo, nas folhas, pode reduzir a incidência de podridão peduncular em pós-colheita. Suzuki et al. (2007) observaram ganhos de até 24% na redução de podridão-peduncular, quando foi efetuada a sanitização, com remoção das folhas senescentes e doentes. Portanto, há que se considerar que o fungo presente em folhas senescentes pode servir de fonte de inóculo de *P. caricae-papayae* para os frutos. Desta forma, o controle do patógeno nas folhas terá reflexo na qualidade do fruto.

Neste contexto, neste projeto almeja-se encontrar alternativas de controle de pinta-preta e mancha-de-phoma em mamoeiro pelo o uso da resistência genética, agregando, desta forma, valor a cultivar e/ou híbrido gerado no programa de melhoramento. Ademais, considerando-se que houve ocorrência de outras doenças, julgou-se oportuno avaliar a reação dos genótipos ao fungo *Streptopodium caricae* Liberato & R.W. Barreto, o qual, segundo Liberato et al. (2004), está frequentemente associado ao oídio do mamoeiro na região de Linhares, ES.

Para tal, os principais objetivos e/ou ações desenvolvidas foram: i) avaliação (em condições de campo e telado) da reação à pinta-preta, oídio e mancha-de-phoma, de uma gama de genótipos de mamoeiro, na busca de fontes de resistência; ii) estabelecimento e avaliação de híbridos em um esquema dialélico para estudos de resistência à pinta-preta, oídio e mancha-de-phoma; iii) estudo da herança, heterose e capacidade combinatória com base na análise dialélica; iv) avaliação de genótipos crioulos quanto a resistência à pinta-preta.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O local de origem do mamoeiro (*Carica papaya* L.) ainda é discutido, sendo que alguns autores mencionam o sul do México, outros citam as terras baixas da América Central e as Antilhas. Lorenzi et al. (2006) consideram o centro de origem e dispersão a América tropical como um todo. O mamoeiro é uma das plantas tropicais de maior importância na produção nacional e mundial de fruteiras, sendo a sétima fruta “*in natura*” mais exportada no País, cultivado em cerca de 30mil hectares, que estão concentrados nos estados do Espírito Santo, Bahia, Ceará e Rio Grande do Norte (Agrianual, 2011).

Entretanto, a cultura necessita superar uma série de problemas, especialmente os de natureza fitossanitária. As doenças constituem um dos principais fatores que limitam o aumento da produtividade e expansão da cultura do mamoeiro, além das doenças causadas por vírus, que vêm constituindo-se no principal problema da cultura. Doenças fúngicas também merecem atenção de fitopatologistas e melhoristas, por causarem enormes danos à cultura.

2.1. Características botânicas e morfológicas da cultura

Os mamoeiros cultivados, atualmente, se dividem em dois grupos heteróticos: ‘Solo’ (frutos menores) e ‘Formosa’ (frutos maiores). Em pomares domésticos ainda são encontrados mamoeiros comuns ou dióicos, com características distintas ou intermediárias entre os dois grupos heteróticos.

Segundo Serrano & Cattaneo (2010), os municípios de Pinheiros-ES, Prado-BA e Porto Seguro-BA são os maiores produtores de mamão do grupo 'Formosa' (principalmente o híbrido importado 'Tainung 01'), e Linhares-ES e Sooretama-ES são os maiores produtores de mamão do grupo 'Solo' (principalmente 'Golden' para exportação e 'Sunrise Solo' para o mercado nacional).

De acordo com Joly (1993), os gêneros da família *Caricaceae* são encontrados em formas nativas nas regiões tropicais e subtropicais das Américas e da África. Caracterizam-se por apresentar plantas arbustivas, provida de látex branco e abundante, particularmente nos frutos. Oliveira et al. (1994); Silva & Tassara (1996) e Lorenzi et al. (2006) descrevem o mamoeiro como uma árvore tipicamente tropical, lactescente, de tronco oco, não lenhoso (herbáceo), de 3 a 6 m de altura, ereto, podendo atingir até 8 metros, encimado por uma coroa de folhas. Folhas alternadas, grandes, com 20 a 60 cm de comprimento e até 70 cm de diâmetro, membranáceas e glabras, recortadas, com pecíolo também oco. Sistema radicular pivotante com raiz principal muito desenvolvida. Flores brancas ou amareladas. Ovário unilocular, o que o diferencia do gênero *Vasconcella*. Frutos alongados, lisos, de tamanho variável, podendo chegar a 3 kg. Polpa carnosa, de coloração vermelho-alaranjada, com numerosas sementes pretas. (Andrade, 1980; Marin & Gomes, 1986; Silva & Tassara, 1996; Dantas et al., 2002).

Segundo Storey (1941), o mamoeiro apresenta número de cromossomos $2n = 2x = 18$, sendo uma planta alógama, podendo, contudo, ser autopolinizada sem perda de vigor. No entanto, Damasceno Junior et al. (2009) estudando o sistema reprodutivo preferencial de plantas hermafroditas, encontraram resultados que apontam para a predominância do sistema reprodutivo autógamo. Tais resultados indicaram que o modo de reprodução preferencial do mamoeiro hermafrodita é autógamo facultativo.

No que tange a biologia floral, o IBPIGRI (1988), em sua publicação sobre "Descritores para mamão", sugere apenas três tipos de formação sexual: hermafrodita, feminina e masculina. As demais variações são atualmente consideradas anomalias florais. Segundo Horovitz & Jiménez (1967), o mamoeiro apresenta plantas unissexuais femininas e/ou masculinas e plantas hermafroditas, de modo que as populações oriundas destes diferentes tipos de indivíduos distinguem-se em: a) Dióicas – Constituídas por plantas com flores femininas

(ginóica) e plantas com flores masculinas (andróicas); b) Ginóicas-andromonóicas – Constituídas por plantas com flores femininas (ginóicas) e plantas com flores hermafroditas (andromonóicas); e, c) Andromonóicas-trióicas – Constituídas por indivíduos ginóicos, andróticos e andromonóicos.

2.2. Principais doenças na cultura do mamoeiro

As viroses constituem o principal grupo de doenças que se manifestam no mamoeiro. O vírus da mancha anelar do mamoeiro (Papaya ringspot virus, PRSV), o vírus do amarelo letal do mamoeiro (Papaya lethal yellowing virus, PLYV) e vírus da meleira do mamoeiro (Papaya meleira virus, PMeV) são as três viroses mais comuns no Brasil. Antes da prática do rouging de plantas infectadas em pomares comerciais, a cultura do mamoeiro era condicionada a situação nômade. Hoje, o rouging sistemático viabiliza o controle econômico das viroses e a produção em áreas fixas no Estado do Espírito Santo e sul da Bahia.

Além das viroses, doenças causadas por fungos ocorrem na cultura em diversas fases de desenvolvimento e em diferentes órgãos da planta. Mendes & Urban (2012) relatam no Brasil a ocorrência de 46 gêneros de fungo ocorrendo em mamoeiro. Liberato et al. (1996) relataram no estado do Espírito Santo a ocorrência dos fungos *Asperisporium caricae*, *Botryodiplodia* sp., *Colletotrichum gloeosporioides*, *Corynespora* sp., *Fusarium* sp., *Oidium* sp., *Ovulariopsis* sp., *Phoma caricae-papayae*, *Phomopsis* sp., *Phytophthora palmivora*, *Rhizoctonia* sp. e *Sclerotium rolfsii*. Dos fungos mencionados acima, Liberato et al. (2004) relatam que a espécie descrita com *Ovulariopsis* sp. na verdade tratava-se de *Streptopodium caricae* Liberato & R.W. Barreto, espécie comumente observada ocasionando sintomas de oídio em folhas de mamoeiro na região norte do Espírito Santo.

2.2.1. Pinta-preta [*Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl.]

A pinta-preta, ocasionada por *Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl. é uma das doenças mais comumente observadas tanto em pomares comerciais quanto em plantios de fundo de quintal, sendo uma doença fúngica bastante difundida, encontrada na Argentina, Austrália, Ilhas Bermudas, Brasil, Canadá, Colômbia,

Cuba, El Salvador, E.U.A., Flórida, Índia, Jamaica, Japão, Quênia, México, Peru, Porto Rico, Ilhas Salmão, África do Sul, Sri Lanka, Tanzânia, Venezuela e Zimbábue (Liberato et al., 2007). Os mesmos autores ainda relatam a ocorrência de pinta-preta na África, na Oceania, América do Sul e Central, Sul e Sudeste da Ásia.

O desenvolvimento da planta, principalmente as mais novas, pode ser afetado quando a incidência da doença for muito elevada. Nas folhas afetadas aparecem manchas marrons de no máximo 4 mm de diâmetro, circundadas por um halo clorótico. A frutificação do fungo, pulverulenta e escura, ocorre na página inferior da folha, dando à mancha um aspecto cinzento a preto. Nos frutos, inicialmente, aparecem áreas circulares encharcadas, que evoluem para pústulas marrons e salientes, podendo atingir 5 mm de diâmetro. Estas lesões não atingem a polpa do fruto, causando apenas um endurecimento da casca na parte afetada. Porém, tais sintomas desvalorizam o produto para o comércio. (Rezende & Martins, 2005).

A. caricae (= *Pucciniopsis caricae* Earle) é um hifomiceto que produz conídios uni ou bicelulares escuros, em esporodóquios formados por conidióforos curtos, escuros e densamente agrupados. Lesões secas, sem esporos, assumem coloração cinza e parda, principalmente na face adaxial das folhas, circundadas por estreito halo amarelo (Ellis, 1971). O fungo apresenta estroma subepidérmico com 60 x 200 µm de diâmetro e 60-80 µm de altura, produzindo conidióforos fasciculados, eretos e septados com 40-45 µm de comprimento. Os conídios são piriformes ou oblongos com dimensões de 10-24 x 8-10 µm, escuros, equinulados e bicelulares. Os conídios são disseminados pelo vento a longas distâncias. Respingos de chuva e água de orvalho também contribuem para a disseminação.

Estudos sobre a patogênese de *A. caricae* em mamoeiro são raros, os únicos trabalhos neste sentido são muito antigos, datados de 1925 e 1939 por Uphof e Stevens, citados por Holliday (1980), respectivamente. Embora estudos epidemiológicos e de controle tenham sido realizados, pouco se sabe sobre o processo de infecção e a cronologia da germinação dos esporos nas folhas.

A infecção dá-se, comumente, na face inferior das folhas mais velhas. Nela o fungo desenvolve frutificações pulverulentas que formam manchas pequenas, geralmente menores do que 4 mm de diâmetro, circulares, ligeiramente angulosas de coloração escura. Correspondente à lesão, na face superior, formam-se lesões

semelhantes de coloração pardo-clara envolvida por uma pequena depressão e halo amarelo. Nas áreas secas da folha, a lesão circular torna-se branca, diferenciando-se, assim, das lesões de antracnose. Em época de chuvas e alta umidade as lesões podem aparecer nas folhas jovens e nos frutos, (Manica, 1982; Luna, 1986).

Os primeiros sintomas nos frutos são verificados quando estes ainda estão verdes, na forma de manchas circulares, circundadas por um encharcamento, escuras e com pontos esbranquiçados no centro. O tamanho das manchas acompanha o desenvolvimento dos frutos, tornam-se então pretas, salientes, ásperas ao tato, porém limitando-se à camada superficial do fruto (Liberato et al., 2007).

2.2.2. Mancha-de-phoma [*Stagonosporopsis caricae* (Sydow & P. Sydow) Aveskamp, Gruyter & Verkley, (Syn. *Phoma caricae-papayae* (Tarr) Punith]

A mancha-de-phoma, ocasionada por *Stagonosporopsis caricae* (Sydow & P. Sydow) Aveskamp, Gruyter & Verkley, [Syn. *Phoma caricae-papayae* (Tarr) Punith] (Aveskamp et al., 2010), é considerada a segunda doença mais importante em pós-colheita no Brasil (Rezende & Martins, 2005). O fungo é bastante disseminado em regiões tropicais (Hine et al., 1965; Hunter & Buddenhagen, 1972) e mostra sintomatologia variada. Nas folhas de mamoeiro completamente desenvolvidas, inicialmente surgem manchas claras na superfície inferior e, posteriormente, tornam-se aparentes também na superfície superior, sendo mais numerosas próximo à margem da folha. As pequenas manchas tornam-se necróticas, crescem e podem atingir 4 cm de diâmetro. As lesões são arredondadas, de cor marrom, com aspecto de mancha zonada, devido ao desenvolvimento de numerosos e minúsculos pontos escuros na superfície da lesão, que são os picnídios ou peritécios do patógeno, frequentemente dispostos em anéis concêntricos (Liberato & Zambolim, 2002).

Nos frutos, pequenas dobras na superfície são os primeiros sintomas. Lesões com margens translúcidas marrons desenvolvem-se mais tarde. A lesão no pedúnculo é caracterizada por tecido preto, rugoso e seco, de margens translúcidas, aparecendo, às vezes, um micélio branco (Rezende & Francelli, 1997).

O inóculo do fungo é constituído por conídios e ascósporos, produzidos em picnídios e peritécios, respectivamente, nas lesões no tronco, em frutos e, principalmente, no limbo foliar (Liberato & Zambolim, 2002). *P. caricae-papayae* produz conídios uni ou bicelulares, de 9-15 x 3-5 µm, produzidos em picnídios. A forma perfeita, *Mycosphaerella* sp. produz peritécios de coloração marrom escuro a preto, com dimensões de 100-180 x 70-200 µm, ascos (29-53 x 7-13 µm) e ascósporos hialinos, retos ou ligeiramente curvos, septados, com dimensões de 8-15 x 3-5 µm (Rezende & Martins, 2005).

O fungo coloniza folhas senescentes e pecíolos, produzindo abundantes estruturas de frutificação em folhas mortas, servindo como fonte de inóculo primário no campo. Conídios são depositados na superfície do fruto durante as chuvas e permanecem até ocorrer fermentos, oriundos da colheita e manuseio pós-colheita. Estes são rapidamente colonizados durante o armazenamento se as condições forem favoráveis ao fungo. (Rezende & Francelli, 1997).

2.2.3. Oídio [*Streptopodium caricae* Liberato & R.W. Barreto]

As doenças conhecidas como oídios são causadas por fungos parasitas obrigatórios, pertencentes à ordem *Erysiphales*. Em frutíferas tropicais e subtropicais estes patógenos ocorrem em latitudes que variam de 40º norte a 40º ao sul do equador (Freire & Viana, 2001). A doença incide sobre o mamoeiro e, ainda que não se inclua entre as doenças mais importantes da cultura, o oídio pode, sob condições ambientais favoráveis, causar danos à cultura.

Liberato (2006) cita as regiões da Austrália, Oceania, América do sul e Central, Europa e Norte da Ásia. Segundo este mesmo autor, há relato da ocorrência de oídio no Brasil, Nova Zelândia, Portugal e Venezuela.

Os sintomas iniciais nas folhas caracterizam-se pela presença de discretas áreas verde-claras ou clóricas, irregulares, geralmente nas proximidades das nervuras. Com o desenvolvimento da infecção surgem as estruturas vegetativas e reprodutivas do patógeno, na forma de um revestimento pulverulento, branco-acinzentado, na maioria das vezes na face inferior das folhas. Além das folhas, o patógeno pode infectar pecíolos, inflorescências e frutos (Freire & Viana, 2001). Sobre os frutos, o patógeno forma manchas de coloração branco-acinzentada. Após a queda das estruturas do fungo permanecem áreas verde-claras,

superficiais e de aspecto redilhado, podendo provocar perdas pós-colheita em virtude da má formação dos frutos.

Embora quase a totalidade dos autores cite apenas como agente etiológico do oídio do mamoeiro o fungo *Oidium caricae* Noack, descrito no Brasil em 1898, pelo menos três outras espécies já foram também relatadas como causadoras de oídio nesta cultura. Viégas (1944) descreveu *Phyllactinia caricaefolia* Viégas em folhas de mamoeiro coletadas em Campinas, São Paulo. Liberato et al. (1995) e Ribeiro et al. (1998) relataram ocorrência de *Ovulariopsis papayae* Bijl em folhas de mamoeiro, sendo o primeiro material coletado no Norte do Espírito Santo e o segundo em Lins e Ribeirão Preto, São Paulo. Porém, o material coletado no Espírito Santo foi reexaminado e o fungo foi reclassificado *Streptopodium caricae* (Liberato et al., 2004).

3.3. Melhoramento genético do mamoeiro visando resistência as doenças

De forma geral, objetiva-se inicialmente em qualquer programa de melhoramento de plantas, desenvolver variedades mais produtivas. Com o avanço dos trabalhos e conhecimentos na área pretendida, os objetivos avançam para o desenvolvimento de plantas com características agronômicas desejáveis e resistentes às pragas e doenças. Esses objetivos podem ser alcançados pela aplicação de métodos de melhoramento e seleção de genótipos com resistência a doença e que apresentem características desejáveis.

Em mamoeiro, considerando características morfoagronômicas, os programas de melhoramento já estão avançados, o que permitiu o registro no Ministério da Agricultura de nove híbridos, pela UENF, sendo estes os primeiro híbridos nacionais. Recentemente, o INCAPER, instituição de pesquisa que já havia melhorado algumas variedades do grupo 'Solo', lançou sua primeira variedade de mamão do grupo 'Formosa', batizada de 'Rubi Incaper 511', planta vigorosa cujos frutos apresentam peso médio de 1,5 kg, com polpa consistente, de cor laranja-avermelhado e sabor suave (Cattaneo et al., 2010).

Entretanto, no que tange as doenças, notadamente as em estudo nesta tese, ainda são poucos os trabalhos presentes na literatura. Os poucos trabalhos encontrados englobam principalmente dois tipos de estudos: i) Introdução,

caracterização e avaliação de acessos; e ii) Avaliação de heterose e seleção de híbridos superiores.

A introdução, caracterização e avaliação de acessos de mamoeiro podem permitir a identificação de genótipos superiores, além de fornecer o material básico para programas de melhoramento genético. Ide et al. (2001), na Estação Experimental de Macaé, Pesagro-Rio, trabalhando com 18 genótipos, concluíram que existem fatores genéticos que conferem resistência à pinta-preta. Estes autores observaram que 'Maradol' apresentou menor número de pintas no lóbulo central em relação à 'Sunrise Solo 72/12'. Em 2003, Santos & Barreto apontam a cultivar 'Cariflora' como mais resistente à pinta-preta. Dianese et al. (2007) avaliaram 9 genótipos (5 do grupo 'Formosa' e 4 do grupo 'Solo'), destes, 'Sekati' apresentou menor valor médio de severidade de pinta-preta nas folhas. Nos frutos, o genótipo Tailândia Roxão (grupo formosa) apresentou a média mais baixa de doença, porém não diferiu estatisticamente dos demais genótipos. Vivas et al. (2012), avaliando a reação de progênies crioulas de mamoeiro à pinta-preta, apontaram as progênies 'STA-02', 'STA-04', 'STA-08', 'STA-13', 'STA-15' e 'STA-16' como promissoras para composição de uma população de mamoeiro com objetivo de se obter genótipos com menores valores de pinta-preta. Os autores relataram que algumas das cultivares tiveram valores de severidade de pinta-preta abaixo do encontrado para o genótipo 'Maradol'.

Assim como para pinta-preta, são poucos os trabalhos com mancha-de-phoma. Sanchez et al. (1991) avaliaram a reação à mancha-de-phoma em frutos de *Carica goudotiana*, *Carica cauliflora* (atualmente reclassificados no gênero *Vasconcellea*) e em duas cultivares de *Carica papaya* (Sunrise Solo 72/12 e Formoso) e mais quatro linhagens (DCG-434(4pa), DCG-422, DCG-435-5 e SS₂). Os autores observaram resistência à mancha-de-phoma na espécie *C. goudotiana* em condições de campo e em pós-colheita. Para oídio e mancha-chocolate não foram encontrados informações quanto à reação de genótipos a duas doenças ou mesmo outras fontes de resistência. Vivas et al. (2010a) relataram que os genótipos que apresentaram menores severidades foram 'Maradol', 'Maradol GL', 'Papaya 46', 'Tailândia' e 'SH 15-04' e os que apresentaram menores incidências foram 'Maradol', 'Maradol GL', 'Americano', 'Tailândia' e 'Baixinho de Santa Amália'. De posse dos resultados, os autores

concluíram haver possibilidade de seleção de materiais com baixos valores de mancha-de-phoma.

Entretanto, embora haja diferença entre os materiais avaliados, em mamoeiro, a resistência total não tem sido observada em genótipos comerciais que já tenham passado por ciclos de seleção. Existe, no entanto, a possibilidade de cruzamentos gerarem híbridos que ofereçam níveis maiores de resistência às doenças fúngicas. Assim, o melhoramento da cultura pode contribuir com a seleção de genótipos resistentes e/ou destacar as melhores combinações híbridas, fazendo-se uso do vigor híbrido também conhecido como heterose.

Vivas et al. (2010) apontaram os híbridos 'Americano x Waimanalo', 'Sekati x JS 12', 'Maradol x Taiwan et' e 'Maradol x Caliman G' com menores médias de incidência de mancha-phoma, enquanto que as menores severidades foram observadas em 'Calimosa x Tailândia', 'Calimosa x Maradol', 'Sekati x Caliman AM' e 'Sekati x JS 12'. Vivas (2009) relata que o híbrido 'Americano x Waimanalo' apresentou-se como o mais resistente para resistência à pinta-preta, oídio e mancha-de-phoma, evidenciando, assim, a possibilidade de ocorrência de heterose.

Parteniani (2001) relata que melhoristas exploraram a heterose, também conhecido como vigor híbrido, em prática até mesmo do conceito do termo ser proposto. Igualmente, o termo heterobeltiose foi usado na identificação de híbridos que se apresentam melhores que o pai superior (Vencovsky & Barriga, 1992). Em mamão, foi observada heterose em cruzamentos interespecíficos de *Carica cauliflora* x *C. goudotiana* e *C. cauliflora* x *C. monoica* (Mekako & Nakasone, 1975). Em ambos os cruzamentos, as características altura de planta, diâmetro do caule, número e peso médio do fruto na geração F₁ foi significativamente maior que nos pais mais vigorosos. Marin et al. (2006), estudando os efeitos heteróticos, entre oito genitores do grupo 'Solo' e oito do grupo 'Formosa', por meio de dialelo parcial, destacaram a prevalência de heterobeltiose nas nove características morfoagronômicas, concluindo que heterose é um efeito comum em híbridos de mamoeiro. Martins et al. (2009) observaram a manifestação precoce da heterose em híbridos F₁ para atributos fisiológicos das sementes de mamão.

Vivas et al. (2011), avaliando o uso de testadores na estimação da capacidade combinatória e na seleção de híbridos com resistência à pinta-preta,

mancha-de-phoma e mancha-chocolate, apontaram que os híbridos com valores negativos de capacidade combinatória para todas as características avaliadas derivaram do cruzamento do testador 'JS 12' com 'Sunrise Solo' e 'Kapoho Solo PV', do testador 'Americano' com 'Caliman M5', 'Sunrise Solo', 'Baixinho de Santa Amália' e 'Waimanalo' e do testador 'Maradol' com 'Caliman G', 'Caliman AM' e 'Sunrise Solo PT'.

3. TRABALHOS

3.1. Patometria, parâmetros genéticos e reação de progênies de mamoeiro à pinta-preta *

MARCELO VIVAS^I; SILVALDO FELIPE DA SILVEIRA^I; JANIÉLI MAGANHA SILVA VIVAS^I; MESSIAS GONZAGA PEREIRA^{II}

^ILaboratório de Entomologia e Fitopatologia; ^{II}Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Avenida Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia, 28.013-602, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil. E-mail: mrclvivas@hotmail.com.

Resumo

A resistência genética constitui numa alternativa sustentável para o controle de doenças em culturas agrícolas, sendo esta, no entanto, dependente da avaliação de populações naturais

* Parte da tese de doutorado publicada na revista *Bragantia*, v. 71, p. 235-238, 2012.

ou tradicionais, visando ampliação da base genética. No presente trabalho, relata-se a avaliação fenotípica de 24 progênies de mamoeiro, oriundas de genótipos crioulos, cultivados por pequenos agricultores no sul do Estado do Espírito Santo. Avaliaram-se características associadas à resistência à pinta-preta, importante doença desta cultura, causada pelo fungo *Asperisporium caricae*. Incluíram-se duas variedades comparadoras, sendo uma o padrão resistente e a outra o padrão suscetível. O delineamento foi em blocos ao acaso, com seis repetições. Pelos parâmetros genéticos estimados, concluiu-se que a população estudada apresentou variabilidade genética quanto à resistência à pinta-preta suficiente para se indicar seleção recorrente como método de melhoramento.

Palavras-chave: *Asperisporium caricae*, *Carica papaya*, herdabilidade, resistência genética, variabilidade genética.

Pathometry, genetic parameters and papaya progenies reaction to black-spot disease

Abstract

Genetic resistance is a sustainable alternative to control diseases in crops, being indispensable the enlargement of the genetic base to introduce new resistance genes on developing cultivars. This study report the phenotypic evaluation of 24 papaya progenies, originated of landraces cultivated for small farmers in south of the Espírito Santo State, Brazil. Characteristics related to the resistance to Black-Spot disease, induced by the fungi *Asperisporium caricae* were evaluated. Two others genotypes (testers), one resistant and one susceptible to Black Spot disease, were included for comparisons. The experimental

designing was randomized blocks with six replicates. Based on the genetic parameters estimatives, the studied population has genetic variability for resistance to black spot diseases appropriate for use of recurrent selection as crop breeding method.

Key-words: *Asperisporium caricae*, *Carica papaya*, genetic resistance, genetic variability, heritability.

1. INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma das fruteiras tropicais de maior importância socioeconômica no Brasil e no mundo. Atualmente, o Brasil ocupa a segunda posição mundial em volume de produção e a terceira colocação em área colhida (AGRIANUAL, 2011). Entretanto, para incremento da produção e área plantada, diversos desafios precisam ser superados, principalmente os de natureza fitossanitária. A pinta-preta, causada pelo fungo *Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl., vem se constituindo na principal doença foliar fúngica do mamoeiro no Brasil (REZENDE e MARTINS, 2005).

Embora existam programas de melhoramento ativos que visem à seleção de genótipos resistentes à pinta-preta (Vivas, 2009; VIVAS et al., 2011), a busca de novas fontes de resistência à doença é de suma importância, visando a ampliação da base genética. VIVAS (2009), estudando genótipos da coleção de germoplasma UENF/CALIMAN, observaram baixa variabilidade para resistência à pinta-preta, o que reforça a necessidade de se buscar novas fontes de genes de resistência.

Uma das formas de se ampliar a base genética para fins de melhoramento de plantas é a incorporação de genótipos crioulos ou “landraces”. Vários trabalhos relatam o uso de genótipos crioulos em programas de melhoramento para a ampliação da variabilidade

genética, com o objetivo de seleção de novos tipos fenotípicos e fontes de genes visando adaptação, rusticidade e resistência a doenças (ARAÚJO e NASS, 2002; RAVA et al., 2003; MEDEIROS et al., 2008; NEITZKE et al., 2009). OLIVEIRA et al. (2010) avaliaram a diversidade genética de genótipos locais de mamoeiro do Recôncavo Baiano e concluíram que os genótipos crioulos apresentavam variabilidade genética adicional que poderia ser utilizada em programas de melhoramento. No entanto, até o momento, não há trabalhos caracterizando genótipos crioulos (landraces) de mamoeiro quanto à resistência a doenças no Brasil.

Neste trabalho, conduzido no campo e sob inoculação natural, foram caracterizadas quanto à resistência à pinta-preta progênes de meio-irmão de mamoeiros, oriundas de genótipos crioulos, procedentes do sul do Estado do Espírito Santo. Inicialmente, foram comparadas metodologias de avaliação da doença e de quantificação dos sintomas para discriminação dos genótipos quanto à reação à pinta-preta. Em seguida, foram estimados parâmetros genéticos que refletem a variabilidade genética da população estudada, quanto à resistência a doença.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Durante o ano de 2009 e início do ano de 2010 foram coletados frutos de genótipos crioulos de mamoeiro, cultivados por pequenos agricultores do sul do Estado do Espírito Santo. As plantas foram escolhidas por não apresentarem sintomas de pinta-preta, tanto nas folhas como nos frutos, na ocasião da coleta, sendo, portanto, supostamente resistentes à pinta-preta. Esta suposição foi reforçada pelo fato de que, na maioria das coletas, plantas próximas das que foram colhidos os frutos apresentavam sintomas severos de pinta-preta. Grande parte dos genótipos coletados está presente na região há tempo e passou por seleção intuitiva dos agricultores. Neste trabalho, os genótipos foram discriminados pela

posição geográfica das coletas e pelas suas características morfológicas. Como critério de amostragem, considerando o objetivo da pesquisa, coletaram-se frutos de uma única planta por propriedade.

Os frutos foram colhidos em estágio inicial de maturação (primeiras manchas amareladas) e postos à sombra, onde permaneceram até completarem maturação. Após remoção da sarcotesta das sementes extraídas, sob água corrente em peneira, as sementes foram secas por 8 h sob sol, acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em refrigerador a 10 °C.

No mês de junho de 2010, instalou-se experimento em blocos casualizados, com seis repetições, no município de Mimoso do Sul (Latitude 21°03'52"S, Longitude 41°21'59"W), Estado do Espírito Santo. Foram estudadas 24 progênies de mamoeiro (23 oriundas do sul do Espírito Santo e uma proveniente da Bahia) e duas variedades comparadoras ('Maradol' – padrão resistente e 'Golden' – padrão suscetível) (Terra, 2009). A unidade experimental constituiu-se de uma planta. Os tratamentos foram dispostos em fileira simples, no espaçamento 2 x 1,5 m. A adubação foi conforme MARIN et al. (1995). Não foi feita inoculação das plantas, vez que se constatou presença prévia e simultânea nas proximidades da área experimental de plantas infectadas, que serviram como fontes de inóculo.

Em março de 2011, realizaram-se as avaliações dos sintomas de pinta-preta. Determinou-se: o número da folha que apresentou os primeiros sintomas de pinta-preta (FIS); a incidência de folhas com sintoma de pinta-preta (IPP); e a severidade de pinta-preta na folha com a primeira flor aberta, com base em três metodologias [SOD, conforme OLIVEIRA e DANTAS (2002), citados por SANTOS FILHO et al. (2007); ST, conforme TERRA (2009); e SSB, conforme SANTOS e BARRETO (2003)]. Para se estimar o valor de FIS, contou-se do ápice para a base a qual a folha apresentava os primeiros sintomas da doença, considerando-se como primeira folha a mais jovem e totalmente expandida. A IPP (%) foi

obtida relacionando-se o número de folhas com sintoma de pinta-preta e o número total de folhas por planta.

Para a análise de variância, comparação dos métodos de avaliação e estimação dos parâmetros genéticos, utilizou-se o programa Genes (CRUZ, 2006). As médias dos genótipos (progênies e testemunhas) foram comparadas pelo método de agrupamento Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Para cada característica e considerando apenas as progênies, foram estimados os parâmetros genéticos: a) Variância fenotípica média; b) Variância ambiental média; c) Componente quadrático que expressa a variabilidade genética média; d) Coeficiente de determinação genotípico, baseado na média de genótipos; e) Correlação intraclasse; f) Coeficiente de variação genético; e, g) Índice de variação (CRUZ e CARNEIRO, 2003). Considerando que as famílias foram escolhidas na população com base em seu potencial para resistência a pinta-preta e, portanto, não constituem uma amostra aleatória da população, optou-se por considerar a fonte de variação genótipo como fixa. Assim, não há variância genética e sim variabilidade genética, o que não impede que sejam estimados os parâmetros para a população na qual se pretende trabalhar.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa entre genótipos para os caracteres FIS, SOD, ST e SSB (Tabela 1). Este fato indica que existe variabilidade genética para caracteres que conferem resistência a pinta-preta entre os genótipos crioulos avaliados, o que deve possibilitar a seleção de genótipos com baixos níveis de intensidade da pinta-preta.

Embora tenha ocorrido variabilidade genética, não foi possível identificar progênies imunes ao patógeno. Duas hipóteses podem ser aventadas para se explicar o resultado. Primeiro, genes fortes de resistência completa e herança simples. Neste caso, as plantas

matrizes não seriam homozigotas quanto à resistência e houve segregação nas progênes. Segundo, poligenes de resistência incompleta (efeito quantitativo). Neste caso, os genitores apresentavam níveis elevados de resistência, mas a característica tem herança poligênica (genes menores). Por serem progênes derivadas de família de meios irmãos, estas apresentaram nível considerável de variabilidade. Uma forma de obter resultados melhores seria a utilização de cruzamentos direcionados, selecionando plantas masculinas e femininas com níveis consideráveis de resistência.

Para a característica FIS (folha a apresentar os primeiros sintomas de pinta-preta), observaram-se diferenças significativas, evidenciando variabilidade dentre as progênes para esta variável. Dois grupos foram observados. Os genótipos que apresentaram em média um maior número de folhas assintomáticas foram ‘STA-02’, ‘STA-03’, ‘STA-04’, ‘STA-08’, ‘STA-10’, ‘STA-11’, ‘STA-12’, ‘STA-13’, ‘STA-15’, ‘STA-16’, ‘STA-22’, ‘STA-24’ e ‘Maradol’ (Tabela 1). Dessas progênes, em ‘STA-16’ os primeiros sintomas da pinta-preta foram observados nas folhas abaixo da folha cinco, enquanto que nas demais progênes os sintomas da doença iniciaram entre a folha quatro e cinco (progênes menos suscetíveis), ou entre a folha três e a folha quatro (progênes mais suscetíveis). Com este resultado, vislumbra-se a possibilidade de obtenção de genótipos com maior número de folhas e sem sintomas de pinta-preta.

Para o caráter IPP não houve diferença significativa entre os genótipos, sendo que a média variou de 79,91 (progênie ‘STA-17’) a 71,89 (progênie ‘STA-12’) (Tabela 1). Quanto à severidade, observou-se que todas as metodologias utilizadas foram eficientes para discriminar genótipos. Entretanto, nota-se que a metodologia ST foi a mais eficiente, pois a mesma possibilitou que os genótipos testados fossem divididos em três grupos. No grupo suscetível ficou alocada a testemunha ‘Golden’ e, no grupo resistente, ficaram agrupadas 17 progênes, além do genótipo ‘Maradol’ (Tabela 1). Destas, ‘STA-02’, ‘STA-

13' e 'STA-17' apresentaram, numericamente, médias inferiores à média da testemunha resistente.

Para a severidade de pinta-preta estimada com base na metodologia SSB, houve a discriminação em dois grupos, sendo que no grupo suscetível foi classificada apenas a testemunha 'Golden' (Tabela 1). Por outro lado, a estimativa de severidade realizada com base na escala SOD demonstrou que 11 progênies derivadas de genótipos crioulos apresentaram média de severidade inferior à média da testemunha suscetível, havendo, assim, a formação de dois grupos (Tabela 1). Das 11 progênies do grupo resistente, 'STA-02', 'STA-13' e 'STA-17' obtiveram, numericamente, média de severidade inferior à média do genótipo padrão-resistente 'Maradol'.

Os resultados indicam a possibilidade de seleção de progênies, derivadas de genótipos crioulos, com potencial para a seleção de uma população com baixos valores de intensidade da pinta-preta. OLIVEIRA et al. (2010) avaliaram, por marcadores microsatélite, a variabilidade genética de "landraces", cultivadas por pequenos agricultores do Recôncavo Baiano e concluíram que esta pode ser usada em programas de melhoramento do mamoeiro para enriquecimento de populações melhoradas por seleção. No entanto, o conhecimento prévio das estimativas de alguns parâmetros genéticos deve ser considerado na escolha do método de seleção a ser adotado, em função da característica de interesse.

No presente estudo, observou-se variabilidade para as características FIS, ST, SOD e SSB (Tabela 2). Para SOD, observou-se que a variância genotípica foi maior que a variância ambiental, sendo, portanto de maior poder discriminante. FIS e ST também apresentaram valores altos de variância genética se comparada com a SSB (Tabela 2). Conclui-se, assim, que há possibilidade de seleção de novas progênies para a constituição de futuras populações, devendo-se atentar para o método de seleção a ser utilizado, uma vez que as estimativas de H^2 não foram tão elevadas para algumas variáveis. Com base nos parâmetros genéticos obtidos, a seleção recorrente pode ser utilizada como método de

melhoramento no avanço de gerações e desenvolvimento de novas linhagens de mamoeiro, com maiores níveis de resistência à pinta-preta.

Embora tenha se observado variabilidade genética para as características avaliadas, observou-se forte efeito ambiental. Uma das formas de se reduzir o efeito do ambiente sobre uma determinada característica consiste na avaliação da mesma em diferentes locais e anos. Assim, se fossem conduzidos experimentos em mais locais e anos, a expectativa era de se obter menores valores de maiores variância ambiental.

As progênies ‘STA-02’, ‘STA-04’, ‘STA-08’, ‘STA-13’, ‘STA-15’ e ‘STA-16’ mostram-se promissoras por apresentarem simultaneamente características que conferem maior número de folhas sadias e redução na severidade da pinta-preta em folhas de mamoeiro. Constatou-se ainda a possibilidade de descarte das variáveis IPP e SSB em futuras avaliações, tendo-se em vista que as mesmas apresentaram pouco ou nenhuma variância genética e sofreram forte efeito ambiental.

4. CONCLUSÃO

Observou-se possibilidade para a seleção de progênie resistente nessa população experimental. No presente estudo, foram identificadas progênies superiores, notadamente, as progênies ‘STA-13’ e ‘STA-17’, com média em magnitude inferior a do genótipo ‘Maradol’.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), à Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) e à Caliman Agrícola S/A pelo suporte financeiro e logístico.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL, 2011: **Anuário da agricultura brasileira: Mamão**. São Paulo: FNP, 2011. p. 325-332.
- ARAÚJO, P.M.; NASS, L. L. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo **Scientia Agrícola**, v.59, p.589-593, 2002.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO. P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2003. 585p.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes: biometria**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 377p.
- MARIN, S.L.D.; GOMES, J.A.; SALGADO, J.S.; MARTINS, D.S.; FULLIN, E.A. **Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos Solo e Formosa no Estado do Espírito Santo**. EMCAPA, Vitória, 1995. 57p. (Circular Técnica, 3)
- MEDEIROS, L.A.M.; BALARDIN, R.S.; COSTA, I.F.D.; GULART, C.A.; LENZ, G.. Reação de germoplasma crioulo de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) a *Colletotrichum lindemuthianum* **Tropical Plant Pathology**, v.33, p.273-280. 2008.
- NEITZKE, R.S.; BARBIERI, R.L.; HEIDEN, G.; BÜTTOW, M.V.; OLIVEIRA, C.S.; CORRÊA, L.B.; SCHWENGBER, J.E.; CARVALHO, F.I.F. Caracterização morfológica e dissimilaridade genética entre variedades crioulas de melão. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.534-538. 2009.
- OLIVEIRA, E.J.; AMORIM, V.B.O.; MATOS, E.L.S.; COSTA, J.L.; CASTELLEN, M.S.; PÁDUA, J.G.; DANTAS, J.L.L. Polymorphism of microsatellite markers in papaya (*Carica papaya* L.). **Plant Molecular Biology Reporter**, v.28, p.519–530. 2010.

RAVA, C.A.; COSTA, J.G.C.; FONSECA, J.R.; SALGADO, A.L. Fontes de resistência à antracnose, cretamento-bacteriano-comum e murcha-de-curtobacterium em coletas de feijoeiro comum. **Revista Ceres** v.50, p.797-802. 2003.

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**. Agronômica Ceres, São Paulo, 2005. p.435-443.

SANTOS FILHO, H.P.; OLIVEIRA, A.A.R.; NORONHA, A.C.S.; SANCHES, N.F.; LOPES, F.F.; ANDRADE, P.R.O.; OSÓRIO, A.C.B.; SOUZA, J.A.; OLIVEIRA, A.M.G.; SANTOS, M.J. **Monitoramento e controle da pinta-preta do mamoeiro**. Embrapa, Cruz das Almas, 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. **Avaliação de genótipos e indutores de resistência no controle da pinta-preta do mamoeiro**. 2009. 58f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.

VIVAS, M.; SILVEIRA, S.F.; TERRA, C.E.P.S.; PEREIRA, M.G. Testers for combining ability and selection of papaya hybrids resistant to fungal diseases. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.11, p.36-42. 2011.

VIVAS, M.; SILVEIRA, S.F.; VIVAS, J.M.S.; PEREIRA, M.G. Patometria, parâmetros genéticos e reação de progênies de mamoeiro à pinta-preta. **Bragantia**, v. 71, p. 235-238, 2012.

Vivas, M. **Avaliação de germoplasma e híbridos de Mamoeiro quanto à resistência a doenças causadas pelos fungos *Asperisporium caricae*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Oidium caricae* e *Phoma caricae-papayae***. 2009. 111f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.

Tabela 1. Médias dos caracteres folha que apresentou os primeiros sintomas da pinta-preta (FIS), incidência de folhas com sintoma de pinta-preta (IPP) e severidade da pinta-preta em folhas, estimada com base nas metodologias propostas por Oliveira e Dantas (2002), citada por SANTOS FILHO et al. (2007) (SOD), Terra (2009) (ST) e Santos e Barreto (2003) (SSB), avaliados em genótipos (progênies e testemunhas) de mamoeiro, Mimoso do Sul, ES, 2011.

Genótipos	Médias dos Tratamentos									
	FIS		IPP		SOD		ST		SSB	
'STA-01'	3,67	B	78,53	A	2,83	A	1,14	C	2,50	B
'STA-02'	4,17	A	77,87	A	1,67	B	0,49	C	1,50	B
'STA-03'	4,33	A	77,65	A	1,83	B	1,43	B	2,50	B
'STA-04'	4,33	A	78,79	A	1,83	B	1,02	C	1,83	B
'STA-05'	3,83	B	78,00	A	1,83	B	0,97	C	2,00	B
'STA-06'	4,00	B	72,32	A	2,83	A	1,57	B	2,67	B
'STA-07'	3,67	B	74,86	A	2,83	A	1,28	C	2,00	B
'STA-08'	4,67	A	72,89	A	2,00	B	0,50	C	1,83	B
'STA-09'	3,83	B	77,97	A	2,67	A	1,15	C	2,17	B
'STA-10'	4,50	A	77,98	A	2,83	A	1,59	B	2,17	B
'STA-11'	4,33	A	77,47	A	2,50	A	1,10	C	2,67	B
'STA-12'	4,17	A	71,89	A	2,83	A	1,18	C	1,83	B
'STA-13'	4,67	A	78,23	A	1,67	B	0,36	C	1,67	B
'STA-14'	3,50	B	74,94	A	2,67	A	1,10	C	2,83	B
'STA-15'	4,17	A	76,02	A	2,17	B	0,90	C	2,00	B
'STA-16'	5,33	A	75,01	A	1,83	B	0,57	C	1,83	B
'STA-17'	4,00	B	79,91	A	1,00	B	0,13	C	1,83	B
'STA-18'	4,00	B	77,14	A	2,17	B	1,09	C	2,17	B
'STA-19'	3,33	B	76,98	A	2,67	A	1,79	B	2,50	B
'STA-20'	3,33	B	78,43	A	2,83	A	1,77	B	2,17	B
'STA-21'	3,83	B	77,44	A	2,33	A	1,75	B	2,50	B
'STA-22'	4,33	A	78,21	A	2,50	A	0,79	C	1,83	B
'STA-23'	3,67	B	77,20	A	2,67	A	1,66	B	2,83	B
'STA-24'	4,67	A	76,06	A	2,33	A	0,55	C	2,17	B
'Maradol'	4,83	A	69,46	A	1,83	B	0,39	C	1,33	B
'Golden'	3,50	B	77,07	A	3,00	A	3,33	A	4,50	A

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knot ($p = 0,05$).

Tabela 2. Estimativas de parâmetros genéticos associados à folha que apresentou os primeiros sintomas da pinta-preta (FIS) e severidade da pinta-preta em folhas estimadas com base nas metodologias propostas por Oliveira e Dantas (2002), citada por SANTOS FILHO et al. (2007) (SOD), Terra (2009) (ST) e Santos e Barreto (2003) (SSB), avaliados em 24 progênies crioulas de mamoeiro, Mimoso do Sul, ES, 2011

Parâmetro genético	Estimativa dos parâmetros			
	FIS	SOD	ST	SSB
Variância fenotípica	0,227	0,253	0,228	0,142
Variância ambiental	0,132	0,077	0,139	0,137
Variabilidade genotípica média	0,096	0,175	0,089	0,005
Coefficiente de determinação genotípico	41,79	6,951	39,12	3,81
Correlação intraclasse	10,69	27,53	9,67	0,66
CVg	7,51	18,18	27,71	3,40
Razão CVg/CVe	0,35	0,62	0,32	0,08

3.2. REAÇÃO DE GERMOPLASMA DE MAMOEIRO À PINTA-PRETA, OÍDIO E MANCHA-DE-PHOMA.

3.2.1. RESUMO

Visando subsidiar o melhoramento genético do mamoeiro, realizaram-se dois experimentos (um em campo e outro em telado), em delineamento em blocos casualizados, onde se avaliou a incidência e severidade de oídio, mancha-de-phoma e pinta-preta em genótipos de mamoeiro. Com base nos obtidos nas avaliações, foi observada variabilidade para resistência as três doenças. Nas avaliações de campo, destacaram-se os genótipos: i) 'BSA', 'Waimanalo', 'Mamão Bené', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Sekati', 'JS 12', 'JS 11', 'Sekati FLM', 'SS PB' e 'JS 12-4', para pinta-preta; ii) 'Caliman M5', 'SS 783', 'Grampola', 'SS 72/12', 'Tailândia', 'KS PV', 'Waimanalo', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Calimosa', 'JS 12', 'GTF', 'SH 11-08', 'SH 04-02', 'SH 12-06', 'Papaya 46', 'FMV', 'JS 11', 'Tainung', 'Gran Golden', 'FG' e 'JS 12-4', para oídio; e, iii) 'Taiwan et', 'Tailândia', 'São Mateus', 'Mamão Roxo', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Calimosa', 'SH 11-08', 'FMV', 'JS 11', 'Tainung' e 'JS 12-4', para mancha-de-phoma. Em telado, os genótipos que se destacaram foram: i) 'Caliman M5', 'Tailândia', 'JS 12', 'Cariflora' e 'SH 12-07', para pinta-preta; e, ii) 'KS PA', 'SH 12-07' e 'SH 15-04', para oídio. Tais resultados possibilitam deduzir que há variabilidade entre os acessos contidos no banco de germoplasma. Tal variabilidade pode ser usado para seleção de

genótipos que agreguem além de resistência à doença, outras características de importância para a cultura.

3.2.2. ABSTRACT

Aiming to support the breeding of papaya, two experiments (one in field and another and greenhouse) were conducted, in a randomized complete block design, which evaluated the incidence and severity of powdery mildew, black spot and phoma spot. Based on the obtained resistance results, it was observed variability for the three diseases. In field evaluations, stood out the genotypes: i) 'BSA', 'Waimanalo', 'Mamão Bené', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Sekati', 'JS 12', 'JS 11', 'Sekati FLM', 'SS PB' and 'JS 12-4', to black spot; ii) 'Caliman M5', 'SS 783', 'Grampola', 'SS 72/12', 'Tailândia', 'KS PV', 'Waimanalo', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Calimosa', 'JS 12', 'GTF', 'SH 11-08', 'SH 04-02', 'SH 12-06', 'Papaya 46', 'FMV', 'JS 11', 'Tainung', 'Gran Golden', 'FG' and 'JS 12-4', to powdery mildew; and, iii) 'Taiwan et', 'Tailândia', 'São Mateus', 'Mamão Roxo', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Calimosa', 'SH 11-08', 'FMV', 'JS 11', 'Tainung' and 'JS 12-4', to phoma spot. In a greenhouse, the genotypes that stood out were: i) 'Caliman M5', 'Tailândia', 'JS 12', 'Cariflora' and 'SH 12-07', to black spot; and, ii) 'Golden', 'KS PA', 'Maradol GL', 'Sekati', 'Americano', 'Cariflora', 'GTF', 'STZ – 03', 'SH 12-07', 'SH 15-04' and 'Tainung', to powdery mildew. These results enable us to deduce that there is variability among the accessions contained in the germoplasm collection. Such variability may be used for selecting genotypes that add besides resistance to disease, other traits of importance to the crop.

3.2.3. INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma das fruteiras tropicais de maior importância no Brasil e no mundo. Atualmente, o Brasil ocupa a segunda posição

mundial em volume de produção e a terceira colocação em área colhida. O mamoeiro é cultivado em diversos Estados brasileiro, sendo Bahia, Espírito Santo e Rio Grande do Norte os três maiores produtores (Agriannual, 2011).

Apesar da elevada produção e consumo de mamão no Brasil, a cultura possui várias limitações para expansão da área de cultivo e, mesmo, para a manutenção de plantios. Tais limitações são decorrentes, principalmente, das elevadas incidências de pragas e doenças (Rezende & Martins, 2005; Suzuki et al., 2007; Martelleto et al., 2008). Nesse contexto, os bancos de germoplasma assumem importância fundamental, particularmente no que se refere à variabilidade genética necessária para subsidiar o melhoramento de plantas na obtenção de genótipos superiores com distintas constituições gênicas. As espécies silvestres, as variedades locais e as cultivares obsoletas podem fornecer genes que conferem maior adaptação a estresses ambientais, bem como resistência a inúmeras pragas e doenças (Gepts, 2006; Vivas et al., 2010a; Vivas et al., 2012). Entretanto, esses acessos mantidos em bancos de germoplasma devem ser caracterizados e avaliados com o objetivo de conhecer os materiais genéticos antes de introduzi-los em programa de melhoramento.

No que tange a incidência de pragas e doenças, o mamoeiro é descrito como hospedeiro de quatro espécies de oídio no mundo: *Ovulariopsis papayae* Van der Byl na África do Sul, *Phyllactinia caricaefolia* Viégas no Brasil, *Oidiopsis haplophylli* (Magnus) Rulamort, anamorfo de *Leveillula taurica* (Lév.) G. Arnaud na Austrália, Índia e Portugal e *Streptopodium caricae* Liberato & R.W. Barreto no Brasil (Liberato et al., 2004). Segundo os mesmos autores, a espécie *S. caricae* é comumente observada ocasionando sintomas de oídio em folhas de mamoeiro na região norte do Espírito Santo. Além do oídio, a pinta-preta, causada pelo fungo *Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl., é doença comum na maioria das regiões do mundo onde se cultiva o mamoeiro (Liberato et al., 2007). O fungo, *Phoma caricae-papayae*, reportado por Aveskamp et al. (2010), como *Stagonosporopsis caricae* (Sydow & P. Sydow) Aveskamp, Gruyter & Verkley, (Syn. (Tarr) Punith), é o segundo mais importante na fase de pós-colheita (Liberato & Tatagiba, 2001; Rezende & Martins, 2005), na fase de produção, *P. caricae-papayae* também causa a mancha-de-phoma, que é uma mancha foliar necrótica emergente nesta cultura no Brasil, que vem se tornando importante doença foliar e exigindo

mudanças nas técnicas de produção e no controle químico via aplicação com fungicidas.

O desenvolvimento de variedades de mamoeiro com boas características agronômicas, alta qualidade de frutos e, ainda, com resistência a doenças, é um grande desafio para os melhoristas da cultura, pois essas características não têm sido encontradas em um único genótipo. O conhecimento da variabilidade genética, disponível no germoplasma da espécie, é um pré-requisito para a indicação de potenciais genitores para se combinarem alelos relacionados a características de importância econômica no direcionamento dos cruzamentos em programas de melhoramento (Dias et al., 2011).

Entretanto, para resistência a doenças, estudos desta natureza ainda são escassos (Vivas et al., 2010a, 2012), apesar de sua importância para subsidiar ações dos programas de melhoramento. Neste sentido, objetivou-se neste trabalho, avaliar em campo e em telado o potencial dos genótipos disponíveis na coleção de germoplasma UENF/CALIMAN quanto à resistência à pinta-preta, oídio e mancha-de-phoma.

3.2.4. MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos, sendo um em condições de campo e um em telado. O experimento de campo foi conduzido na Empresa Caliman Agrícola S/A, localizada no município de Linhares, Estado do Espírito Santo. O segundo experimento foi conduzido em telado, no campus 'Leonel Brizola' da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, localizada em Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro.

3.2.4.1. Experimento de campo

Implantado em blocos ao acaso, com duas repetições, de 59 genótipos, as parcelas experimentais foram compostas por 15 plantas dispostas em fileira simples no espaçamento 2,0 m. Entre tratamentos, lateralmente, adotou-se o espaçamento de 3,6 m. Avaliaram-se, alternadamente, as três plantas centrais da

fileira, sendo consideradas úteis. Por tratar-se de coleção de germoplasma e para se garantir produção de frutos e sementes, ocasionalmente foram realizadas pulverizações com fungicidas recomendados para a cultura. Nos 60 dias que antecederam a primeira avaliação, foram pulverizados os ingredientes ativos: difenoconazol (23/09) e mancozebe (07/04 e 19/12). Antes da segunda avaliação, foram pulverizados: mancozebe (02/02) e clorotalonil (13/02).

As avaliações ocorreram em dezembro de 2011 e fevereiro de 2012, ocasião em que foram avaliadas: a incidência de folhas com sintoma de oídio e a severidade de pinta-preta, oídio e mancha-de-phoma em folha, bem como a incidência e severidade de pinta-preta no fruto. A severidade de pinta-preta e oídio foi avaliada na folha cujo pecíolo apresentava-se anexo a axila com a flor recém-aberta. Para tal, utilizou-se a escala diagramática proposta por Terra et al. (2008a) e Santos et al. (2011). A severidade de mancha-de-phoma foi avaliada na folha localizada abaixo da folha cujo pecíolo apresentava-se anexo a axila com a flor recém-aberta. Para tal, utilizou-se a escala diagramática proposta por Terra et al. (2008b). Estimou-se a severidade no fruto em estágio 1 de maturação (primeiras manchas-amarelas), com auxílio de escala diagramática proposta por Vivas et al. (2010b).

3.2.4.2. Experimento em telado

Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso com cinco repetições de cada genótipo, sendo utilizados 27 genótipos. Cada unidade experimental constou de uma planta por vaso. Os genótipos foram transplantados para vasos de 5 L contendo uma mistura de solo, areia e esterco de curral e mantidos no interior do telado. A inoculação foi natural. Avaliou-se a incidência de folhas com sintoma de pinta-preta e oídio, bem como a severidade de pinta-preta e oídio em folha. A severidade foi estimada na sétima folha, da base para o ápice, com auxílio de escala diagramática (Terra et al., 2008a; Santos et al., 2011). As avaliações ocorreram em agosto, setembro e novembro de 2011 e janeiro de 2012.

3.2.4.3. Análise dos dados

Efetou-se análise de variância conjunta dos dados considerando-se, além dos genótipos, a época de avaliação, bem como a interação entre estes dois

fatores, como fontes de variação. Quando constatado efeito significativo da interação genótipo x época, foram realizadas análises separadas para cada época. Quando não constatada significância da interação, trabalhou-se com as médias das duas avaliações. As médias dos genótipos foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 0,05 de probabilidade. Para as análise genético-estatísticas, utilizou-se o programa Genes (Cruz, 2006).

Quando constatado efeito significativo, para cada característica, foram calculados os seguintes estimadores e parâmetros genéticos: a) Variância fenotípica média: $\hat{\sigma}^2 f = \frac{QMG}{r}$; b) Variância ambiental média: $\hat{\sigma}^2 e = \frac{QMR}{r}$; c)

Variância genotípica média: $\hat{\sigma}^2 g = \frac{QMG - QMR}{r}$; d) Herdabilidade para seleção

baseada na média da família: $h^2 = \frac{\hat{\sigma}^2 g}{\hat{\sigma}^2 f}$; e) Correlação intraclass:

$\hat{\rho} = \frac{\hat{\sigma}^2 g}{\hat{\sigma}^2 g + QMR}$; f) Coeficiente de variação genético: $CVg(\%) = \frac{100\sqrt{\hat{\sigma}^2 g}}{M_g}$; e, g)

$Iv = \frac{CVg}{CVe} = \sqrt{\frac{\hat{\sigma}^2 g}{\hat{\sigma}^2 f}}$.

3.2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.2.5.1. Pinta-preta

Nas avaliações conduzidas no campo, exceto para severidade em folha, as análises de variâncias conjuntas não revelaram efeitos significativos das interações entre os genótipos nas diferentes épocas de avaliação. Considerando que não houve efeito da interação, para severidade em fruto, bem como para incidência de folhas e frutos, foram utilizados os dados das médias das duas épocas de avaliação para as análises (ANOVA, comparação de médias). Considerando as análises de variância individuais, observou-se efeito significativo para incidência de pinta-preta em folha e fruto e severidade de pinta-preta em fruto, avaliações conduzidas com as médias das duas avaliações (Tabela 1). Para

severidade de pinta-preta em folha, observou-se efeito de genótipo apenas na primeira época de avaliação (Tabela 1).

Os resultados obtidos são em partes condizentes com os observados por Vivas (2009). Neste estudo, o autor, avaliando a reação de genótipos quanto à resistência à pinta-preta, também não observaram efeito significativo da interação genótipo versus época. Diferentemente do observado, neste estudo, em condições do campo e no trabalho de Vivas (2009), nas avaliações conduzidas em telado, observou-se, para as duas variáveis avaliadas (incidência e severidade), efeito significativo de todas as fontes de variação testadas (genótipo, época de avaliação e interação entre os dois fatores). Considerando as análises individuais, observou-se efeito significativo de genótipo na terceira e quarta época de avaliação, épocas que também apresentaram maiores médias (Tabela 2).

Considerando as estimativas de alguns parâmetros genéticos, notadamente, a herdabilidade (h^2) e o índice de variação (IV), observa-se que o primeiro variou de 32,66 (severidade de pinta-preta em folha) a 66,27 (incidência de fruto com sintoma de pinta-preta), enquanto que o segundo variou de 0,49 (severidade de pinta-preta em folha) a 0,99 (incidência de frutos com sintoma de pinta-preta) (Tabela 1). Ainda com base nas avaliações de campo, conduzidas em Linhares (ES), observa-se que as variáveis relacionadas à incidência proporcionaram resultados mais promissores, apresentando maiores h^2 , variâncias genéticas maiores que as ambientais, IV próximos da unidade (Tabela 1). Por outro lado, nas avaliações conduzidas no telado, não se observou uma tendência tão forte quanto à observada em campo. Incidência de pinta-preta avaliada na primeira época e severidade de pinta-preta avaliada na quarta época apresentaram valores de herdabilidade acima de 50%, índice de variação, respectivamente, de 0,64 e 0,77 (Tabela 2).

Vários fatores podem ter contribuído para esta distorção entre os resultados obtidos em campo e telado, como: a idade da planta, o número diferente de genótipos avaliados, as condições ambientais dos experimentos, o potencial de inóculo, condições de manejo da cultura, entre outros. Tais fatores podem colaborar para aumento ou redução da intensidade da doença, atuando diretamente na planta sobre as rotas metabólicas responsáveis a resistência e/ou agindo sobre o inóculo. Consequentemente, interferem no ranqueamento dos genótipos nos diferentes ambientes avaliados, como será demonstrado adiante.

Tabela 1. Quadrado médio, média e parâmetros genéticos estimados para incidência e severidade de pinta-preta em folha e fruto, avaliados em 59 genótipos de mamoeiro, em dezembro de 2011 e Fevereiro de 2012, Linhares, ES.

Dados da ANOVA	Pinta-preta em folha			Pinta-preta em fruto	
	I (Média)	S (Época I)	S (Época II)	I (Média)	S (Média)
QMT	74,6197**	0,2685*	0,0044 ^{ns}	249,6592**	0,1714*
QMR	28,7824	0,1807	0,0034	84,2172	0,1071
Média	68,52	0,41	0,05	41,13	0,26
Parâmetros Genéticos	Pinta-preta em folha			Pinta-preta em fruto	
	I (Média)	S (Época I)	S (Época II)	I (Média)	S (Média)
Var. Fen.	37,3099	0,1342	---	124,8296	0,0857
Var. Gen	22,9187	0,0438	---	82,7210	0,0321
Var. Amb.	14,3912	0,0904	---	42,1086	0,0536
H2	61,43	32,66	---	66,27	37,51
CI	44,33	19,52	---	49,55	23,08
CVg(%)	6,99	50,48	---	22,11	68,78
IC	0,89	0,49	---	0,99	0,55

**Significativo no nível de 1% pelo teste F; *Significativo no nível de 5% pelo teste F; e ^{ns}Não significativo pelo teste F.

Tabela 2. Quadrado médio, média e parâmetros genéticos estimados para incidência e severidade de pinta-preta em folha e fruto avaliadas em quatro épocas sob condições de telado, Campos dos Goytacazes, RJ

Dados da ANOVA	Incidência de pinta-preta				Severidade da pinta-preta			
	Época I	Época II	Época III	Época IV	Época I	Época II	Época III	Época IV
QMT	344,74**	233,37*	179,0 ^{ns}	141,95 ^{ns}	0,0853 ^{ns}	0,0103 ^{ns}	0,1518*	0,4640**
QMR	154,90	135,41	109,89	69,74	0,0534	0,0112	0,0801	0,1659
Média	30,49	13,42	49,18	48,15	0,20	0,03	0,33	0,64
Parâmetros Genéticos	Incidência de pinta-preta				Severidade da pinta-preta			
	Época I	Época II	Época III	Época IV	Época I	Época II	Época III	Época IV
Var. Fen.	114,9133	77,7900	—	—	—	—	0,0506	0,1547
Var. Gen	63,2824	32,6543	—	—	—	—	0,0239	0,0994
Var. Amb.	51,6333	45,1367	—	—	—	—	0,0267	0,0553
H2	55,07	41,98	—	—	—	—	47,26	64,24
CI	29,00	19,43	—	—	—	—	22,98	37,47
CVg(%)	26,09	42,58	—	—	—	—	46,85	49,26
IC	0,64	0,49	—	—	—	—	0,55	0,77

**Significativo no nível de 1% pelo teste F; *Significativo no nível de 5% pelo teste F; e ^{ns}Não significativo pelo teste F.

Considerando a avaliação da pinta-preta em fruto, observou-se que, tanto para incidência quanto para severidade (avaliada na época I), houve a formação de dois grupos (Tabela 1). Analisando as duas variáveis, ou seja, incidência e severidade em folha, os genótipos que ficaram alocados no grupo com menores calores de doenças para as duas variáveis foram 'BSA', 'Tailândia', 'Waimanalo', 'Mamão Bené', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Sekati', 'Americano', 'JS 12', 'Cariflora', 'SH 11-08', 'SH 02-01', 'SH 14-05', 'SH 12-06', 'JS 11', 'Tainung', 'Sekati FLM', 'SS PB', 'G39 03-02' e 'JS 12-4' (Tabela 3).

Semelhante ao observado na folha, quando se analisou a incidência e severidade em fruto, também se observou a formação de dois grupos (Tabela 3). Os genótipos que apresentaram características desejáveis (valores mais baixos) para as duas variáveis foram: 'Caliman M5', 'Diva', 'Grampola', 'Caliman GB', 'Caliman SG', 'SS 72/12', 'KS PA', 'BSA', 'SS TJ', 'KS PV', 'SS PT', 'Waimanalo', 'Mamão Bené', 'Mamão Roxo', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Sekati', 'Baixinho Super', 'Calimosa', 'JS 12', 'Papaya 42', 'Papaya 45', 'Papaya 46', 'JS 11', 'Sekati FLM', 'SS PB', 'B5', 'FG', 'FB' e 'JS 12-4' (Tabela 3).

Dos genótipos supracitados, 'BSA', 'Waimanalo', 'Mamão Bené', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Sekati', 'JS 12', 'JS 11', 'Sekati FLM', 'SS PB' e 'JS 12-4', apresentam-se alocados no grupo com os menores valores médios em todas as variáveis avaliadas (Tabela 1), ou seja, incidência e severidade em folha e fruto. O genótipo 'Maradol' também foi classificado por Vivas et al. (2012) como resistente à pinta-preta. Os autores avaliaram 24 progênies crioulas de mamoeiro e duas linhagens 'Golden' e 'Maradol', concluindo que há variabilidade genética entre as progênies crioulas e que 'Golden' e 'Maradol' formam dois grupos.

A distinção destes dois genótipos em grupo resistente/suscetível também foi relatada para outras doenças. Vivas et al. (2010a), avaliando a severidade e incidência de mancha-de-phoma em germoplasma de mamoeiro, observaram que 'Maradol' ficou alocado no grupo de menor severidade e incidência, enquanto que a cultivar 'Golden' ficou agrupada entre os genótipos de maior severidade e incidência. Outros genótipos também apresentam potencial para redução a múltiplas doenças. Vivas (2009) reporta 'BSA', 'Maradol' e 'Maradol GL' como resistente à mancha-de-phoma, oídio e mancha-chocolate; 'Waimanalo', 'Sekati', 'JS 12' e 'Sekati FLM' como resistentes à mancha-de-phoma e mancha-chocolate; enquanto que 'Mamão Bené' como resistente à mancha-de-phoma.

Tabela 3. Médias de incidência de folhas e frutos de mamoeiro com sintomas de pinta-preta e severidade de pinta-preta em folha e fruto. Caracteres avaliados em dezembro de 2011 e fevereiro de 2012, Linhares, ES.

Genótipo	Pinta-preta em Folha				Pinta-preta em Fruto			
	Incidência (M)*		Severidade (E1)		Incidência (M)		Severidade (M)	
'Caliman M5'	71,64	a	0,09	b	39,98	b	0,27	b
'SS 783'	69,96	a	0,42	b	54,75	a	0,41	b
'Costa Rica'	75,55	a	0,09	b	44,29	a	0,06	b
'Taiwan et'	68,12	a	0,33	b	54,44	a	0,06	b
'Diva'	76,03	a	0,70	a	32,12	b	0,21	b
'Grampola'	70,02	a	0,31	b	38,23	b	0,11	b
'SS'	70,61	a	0,34	b	43,04	a	0,30	b
'Caliman AM'	74,45	a	1,10	a	52,46	a	0,78	a
'Caliman GB'	67,84	a	0,77	a	37,53	b	0,22	b
'Caliman SG'	74,78	a	0,28	b	22,85	b	0,02	b
'Golden'	71,21	a	0,84	a	55,21	a	0,69	a
'SS 72/12'	74,73	a	0,50	b	34,46	b	0,08	b
'KS PA'	70,37	a	0,80	a	39,49	b	0,29	b
'BSA'	63,29	b	0,15	b	35,07	b	0,03	b
'SS TJ'	68,12	a	0,12	b	40,33	b	0,07	b
'Tailândia'	62,40	b	0,12	b	44,41	a	0,46	a
'São Mateus'	72,38	a	0,70	a	51,62	a	0,49	a
'KS PV'	67,89	a	0,67	a	33,28	b	0,03	b
'SS PT'	77,50	a	0,34	b	39,03	b	0,09	b
'Waimanalo'	63,26	b	0,06	b	18,45	b	0,01	b
'Mamão Bené'	65,80	b	0,12	b	40,22	b	0,16	b
'Mamão Roxo'	71,00	a	0,62	a	31,45	b	0,05	b
'Maradol'	57,29	b	0,05	b	24,92	b	0,06	b
'Maradol GL'	53,10	b	0,04	b	34,13	b	0,10	b
'Sekati'	57,48	b	0,01	b	28,12	b	0,03	b
'Baixinho Super'	69,07	a	0,19	b	35,87	b	0,11	b
'Americano'	57,84	b	0,09	b	45,04	a	0,09	b
'STZ – 51'	72,48	a	1,27	a	66,43	a	0,90	a
'Calimosa'	69,84	a	0,11	b	41,01	b	0,34	b
'JS 12'	63,40	b	0,25	b	28,68	b	0,04	b
'Cariflora'	64,32	b	0,47	b	44,90	a	0,18	b
'GTF'	73,27	a	0,10	b	48,66	a	0,50	a
'STZ – 03'	74,88	a	0,77	a	53,68	a	0,67	a
'SH 12-07'	70,29	a	0,08	b	51,28	a	0,89	a
'SH 11-08'	66,15	b	0,20	b	44,14	a	0,12	b

Tabela 3, Cont.

Genótipo	Pinta-preta em Folha				Pinta-preta em Fruto			
	Incidência (M)*		Severidade (E1)		Incidência (M)		Severidade (M)	
'SH 50-09'	67,44	a	0,15	b	55,24	a	0,11	b
'SH 02-01'	66,50	b	0,07	b	56,48	a	0,48	a
'SH 14-05'	63,46	b	0,13	b	44,84	a	0,08	b
'SH 15-04'	69,05	a	0,27	b	62,14	a	0,77	a
'SH 04-02'	69,68	a	0,02	b	46,54	a	0,24	b
'SH 12-06'	52,44	b	0,14	b	31,40	b	1,08	a
'Papaya 42'	71,92	a	0,55	b	31,46	b	0,01	b
'Papaya 45'	75,95	a	0,51	b	26,00	b	0,02	b
'Papaya 46'	75,49	a	0,96	a	32,06	b	0,06	b
'FMV'	69,49	a	1,37	a	57,26	a	0,80	a
'Golden R'	70,22	a	0,32	b	58,73	a	0,15	b
'JS 11'	61,39	b	0,33	b	23,20	b	0,01	b
'Tainung'	66,71	b	0,42	b	52,91	a	0,10	b
'STZ 23 PL'	72,90	a	0,57	b	49,40	a	0,96	a
'STZ – 63'	72,29	a	0,34	b	43,22	a	0,12	b
'Sekati FLM'	56,60	b	0,22	b	22,76	b	0,02	b
'Gran Golden'	75,05	a	0,90	a	51,26	a	0,75	a
'SS PB'	66,04	b	0,38	b	30,61	b	0,05	b
'THB STZ 39'	75,19	a	0,87	a	50,32	a	0,28	b
'G39 03-02'	64,86	b	0,07	b	43,33	a	0,07	b
'B5'	73,24	a	0,07	b	36,45	b	0,08	b
'FG'	77,08	a	1,02	a	32,39	b	0,05	b
'FB'	74,72	a	1,49	a	25,37	b	0,00	b
'JS 12-4'	58,54	b	0,35	b	34,00	b	0,32	b

*Para uma mesma variável, médias seguidas pelas mesmas letras constituem grupo estatisticamente homogêneo (Scott-Knott, 0,05).

Como já mencionado anteriormente, nas avaliações conduzidas em telado, tanto para incidência quanto para severidade, observou-se efeito significativo da interação genótipo x época. Desta forma, procederam-se análises individuais para cada época de avaliação. As análises de variância individuais revelaram efeito significativo de genótipo para incidência de pinta-preta em folha nas duas primeiras épocas de avaliação. Já para severidade de pinta-preta houve efeito de genótipo nas duas últimas épocas de avaliação. Os resultados obtidos permitem concluir que há fatores genéticos envolvidos na expressão da resistência genética de mamoeiro à pinta-preta. Tais resultados também possibilitam a comparação das médias dos genótipos (Tabela 4).

No teste de comparação de médias, os genótipos 'Caliman M5', 'Tailândia', 'SS PT', 'Calimosa', 'JS 12', 'Cariflora', 'STZ – 03', 'SH 12-07', 'SH 15-04', 'Papaya 46', 'FMV' e 'JS 12-4' foram os que apresentaram as menores médias de incidência de pinta-preta nas duas épocas de avaliação (Tabela 4). Portanto, apresentam potencial para controle da doença. Na análise da severidade de pinta-preta, observa-se a formação de três grupos (época 4). De forma geral, os genótipos 'Caliman M5', 'Tailândia', 'São Mateus', 'Mamão Bené', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Sekati', 'Americano', 'JS 12', 'Cariflora', 'SH 12-07', 'Tainung' apresentam potencial para o controle da doença (Tabela 4).

Dos genótipos avaliados, apenas 'Caliman M5', 'Tailândia', 'JS 12', 'Cariflora' e 'SH 12-07' ficaram alocados no grupo mais resistente nas diferentes épocas e variáveis avaliadas. Por outro lado, deve-se ressaltar que os genótipos 'São Mateus', 'Mamão Bené', 'Maradol' e 'Sekati' apresentaram-se alocados no grupo resistente para incidência de pinta-preta ao menos em uma das épocas avaliadas. Portanto, apresentam potencial para controle da pinta-preta. Ademais, nas avaliações de campo, 'Mamão Bené', 'Maradol', 'Sekati' e 'JS 12' apresentaram-se alocados no grupo resistente em todas as variáveis avaliadas em condições de campo, ou seja, incidência e severidade em folha e fruto (Tabelas 3).

Também, há possibilidade de seleção de genótipos com resistência a múltiplas doenças, uma vez que Vivas (2009) reporta 'Maradol' como resistente à mancha-de-phoma, oídio e mancha-chocolate; 'Sekati' e 'JS 12' como resistentes à mancha-de-phoma e mancha-chocolate; enquanto que 'Mamão Bené' como resistente à mancha-de-phoma.

Tabela 4. Comparação das médias dos genótipos obtidas para incidência de folhas com sintoma de pinta-preta, avaliadas em quatro épocas sob condições de telado, Campos dos Goytacazes, RJ.

Genótipo	Incidência de pinta-preta				Severidade de pinta-preta			
	Época I*		Época II		Época III		Época IV	
'Caliman M5'	12.50	b	8.33	b	0.17	b	0.47	c
'Diva'	12.17	b	20.00	a	0.52	a	1.50	a
'Golden'	35.00	a	28.53	a	0.97	a	1.37	a
'SS 72/12'	27.78	b	26.11	a	0.17	b	0.80	b
'KS PA'	37.96	a	21.06	a	0.57	a	0.43	c
'BSA'	36.56	a	9.09	b	0.53	a	0.30	c
'Tailândia'	24.07	b	8.33	b	0.28	b	0.67	c
'São Mateus'	28.79	b	25.55	a	0.32	b	0.30	c
'SS PT'	20.74	b	15.28	b	0.40	a	0.80	b
'Waimanalo'	35.00	a	30.00	a	0.43	a	0.87	b
'Mamão Bené'	31.94	a	8.33	b	0.33	b	0.43	c
'Maradol'	43.98	a	4.76	b	0.10	b	0.27	c
'Maradol GL'	44.81	a	26.85	a	0.12	b	0.17	c
'Sekati'	53.37	a	0.00	b	0.12	b	0.30	c
'Americano'	34.81	a	20.00	a	0.09	b	0.67	c
'Calimosa'	22.62	b	4.17	b	0.35	b	0.87	b
'JS 12'	22.22	b	8.33	b	0.17	b	0.47	c
'Cariflora'	23.24	b	14.81	b	0.10	b	0.28	c
'GTF'	32.32	a	13.47	b	0.40	a	0.47	c
'STZ – 03'	30.02	b	7.01	b	0.63	a	0.23	c
'SH 12-07'	17.86	b	4.17	b	0.12	b	0.15	c
'SH 15-04'	19.44	b	12.04	b	0.18	b	0.77	b
'Papaya 46'	27.73	b	3.70	b	0.44	a	0.77	b
'FMV'	23.23	b	14.17	b	0.67	a	1.10	b
'Tainung'	42.59	a	16.67	a	0.13	b	0.43	c
'Sekati FLM'	51.52	a	11.67	b	0.07	b	0.97	b
'JS 12-4'	31.02	b	0.00	b	0.50	a	1.53	a

*Para uma mesma variável, médias seguidas pelas mesmas letras constituem grupo estatisticamente homogêneo (Scott-Knott, 0,05).

3.2.5.3. Oídio

Nas diferentes condições de avaliação (campo e telado), quando se analisou a intensidade de oídio nos genótipos de mamoeiro, observou-se, para as duas variáveis avaliadas (incidência e severidade), efeito significativo da interação entre genótipo e época de avaliação. Desta forma, nas duas condições de estudos procederam-se comparações de médias individuais para cada época de avaliação. Nas condições de campo, observou-se efeito significativo de genótipo apenas na primeira época de avaliação (dezembro de 2011), portanto apenas para esta época realizaram-se as comparações entre os genótipos e estimaram-se os parâmetros genéticos (Tabela 5).

Nas avaliações conduzidas em telado, as análises de variâncias individuais revelaram efeito significativo de genótipo para incidência de folhas com sintoma de oídio nas três épocas de avaliação, ou seja, setembro e novembro de 2011 e janeiro de 2012. Já para severidade de oídio houve efeito de genótipo apenas na segunda época de avaliação (Tabela 6). Acredita-se que a segunda época foi a mais favorável ao oídio, ocasião onde se observou as maiores médias de severidade.

De posse dos resultados apresentados acima, conclui-se que há variabilidade genética entre os genótipos contidos na coleção de germoplasma da UENF/CALIMAN no que tange a resistência à *S. caricae* (Tabela 5 e 6). Entretanto, torna-se oportuno o estudo das variâncias dentro de cada experimento e épocas. Para incidência de folhas com sintoma de oídio, avaliada no telado, observou-se que a variância genotípica foi maior do que a variância ambiental, sendo, portanto, de maior poder discriminante (Tabela 6). Este mesmo cenário se repete para a severidade de oídio em folha avaliada na primeira época (dezembro de 2011) do experimento de campo (Tabela 5). Além das informações sobre a variância genotípica, as estimativas de parâmetros genéticos, tais como a herdabilidade e o índice de variação, são de grande importância nos trabalhos de melhoramento, vez que são determinantes na escolha do método de melhoramento mais adequado à cultura e permitem fazer inferências sobre a predição de ganhos com a seleção. Quando os valores da herdabilidade (h^2) são superiores a 80% e o índice de variação é superior à unidade, podem ser obtidos ganhos de seleção satisfatórios (Falconer, 1987).

Tabela 5. Quadrado médio, média e parâmetros genéticos estimados para incidência e severidade de oídio em folha, avaliados em 59 genótipos de mamoeiro, em dezembro de 2011 e Fevereiro de 2012, Linhares, ES.

Dados da ANOVA	Incidência de oídio		Severidade de oídio	
	Época I	Época II	Época I	Época II
QMT	95,6968*	25,2971 ^{ns}	1,5563**	2,2111 ^{ns}
QMR	53,3668	19,5082	0,5939	2,1610
Média	15,15	94,87	1,29	1,71
Parâmetros Genéticos	Incidência de oídio		Severidade de oídio	
	Época I	Época II	Época I	Época II
Var. Fen.	47,8484	---	0,7782	---
Var. Gen	21,1650	---	0,4812	---
Var. Amb.	26,6834	---	0,2970	---
H2	44,23	---	61,84	---
CI	28,40	---	44,76	---
CVg(%)	30,36	---	53,66	---
IC	0,63	---	0,90	---

**Significativo no nível de 1% pelo teste F; *Significativo no nível de 5% pelo teste F; e ^{ns}Não significativo pelo teste F.

Tabela 6. Quadrado médio, média e parâmetros genéticos estimados para incidência e severidade de oídio em folha, avaliados em três épocas sob condições de telado, Campos dos Goytacazes, RJ.

Dados da ANOVA	Incidência de oídio			Severidade de oídio		
	Época I	Época II	Época III	Época I	Época II	Época III
QMT	893,817**	243,323**	351,238**	2,4791 ^{ns}	63,5620**	4,6279 ^{ns}
QMR	344,338	85,881	136,636	2,2791	25,6906	3,3737
Média	34,87	57,47	45,47	0,61	7,17	1,42
Parâmetros Genéticos	Incidência de oídio			Severidade de oídio		
	Época I	Época II	Época III	Época I	Época II	Época III
Var. Fen.	178,7634	48,6645	70,2476	—	12,7124	—
Var. Gen	109,8959	17,1763	42,9204	—	5,1381	—
Var. Amb.	68,8676	31,4882	27,3272	—	7,5742	—
H ²	61,47	64,70	61,10	—	59,58	—
CI	24,19	26,82	23,90	—	22,77	—
CVg(%)	30,06	9,76	14,41	—	38,37	—
IC	0,56	0,61	0,56	—	0,54	—

**Significativo no nível de 1% pelo teste F; *Significativo no nível de 5% pelo teste F; e ^{ns}Não significativo pelo teste F.

No presente estudo, tanto para incidência de folhas com sintoma de oídio como para severidade de oídio, as estimativas de herdabilidade e índice de variação não foram elevadas, o que dificulta o processo de seleção. Cardoso et al. (2009), estimando parâmetros genéticos relacionados à qualidade fisiológica de sementes em parte dos genótipos de mamoeiro pertencentes a coleção de germoplasma UENF/CALIMAN, encontraram valores baixos para as estimativas de herdabilidade e índice de variação, quando avaliando em casa-de-vegetação a porcentagem de germinação, índice de velocidade de emergência, índice de velocidade de germinação. Por outro lado, encontraram valores consideráveis de herdabilidade (h^2) e índice de variação (IV) para massa de mil sementes, porcentagem de sementes germinadas, comprimento de radícula, massa seca e massa fresca das plântulas. Tais resultados sugerem que há possibilidade de ganhos expressivos no processo de seleção para qualidade de sementes.

No que tange a incidência e severidade de *S. caricae*, as estimativas de herdabilidade variaram de 44,23 a 64,70 para incidência e de 59,58 a 61,84 para severidade, indicando haver possibilidade de seleção de genótipos com níveis reduzidos de doenças. Os resultados são corroborados pela análise do agrupamento de médias (Scott-Knott, 0,05), onde os genótipos avaliados foram reunidos em diferentes grupos, como será vista adiante.

Nas avaliações conduzidas em campo, no que tange a severidade de oídio, observou-se efeito significativo de genótipo para severidade (51%) e incidência (72%). Destes os genótipos, 'Caliman M5', 'SS 783', 'Grampola', 'SS 72/12', 'Tailândia', 'KS PV', 'Waimanalo', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Calimosa', 'JS 12', 'GTF', 'SH 11-08', 'SH 04-02', 'SH 12-06', 'Papaya 46', 'FMV', 'JS 11', 'Tainung', 'Gran Golden', 'FG' e 'JS 12-4' apresentam-se alocados no grupo mais resistentes para as duas variáveis (Tabela 7). Dos genótipos acima mencionados, Vivas (2009) relatou os genótipos 'Tailândia', 'Maradol' e 'Maradol GL' como resistente a oídio. Desta forma, os resultados aqui obtidos estão em parte coerentes com outros já encontrados.

No teste de comparação de médias, para as avaliações realizadas em telado, considerando as duas variáveis, os genótipos que apresentaram as menores médias foram 'KS PA', 'SH 12-07' e 'SH 15-04' (Tabela 7 e 8), apresentando, portanto, potencial para controle da doença.

Tabela 7. Médias de incidência e severidade de oídio em folha avaliados em 59 genótipos de mamoeiro, em dezembro de 2011, Linhares, ES.

Genótipo	Incidência*		Severidade	
'Caliman M5'	5.65	c	1.40	b
'SS 783'	16.68	c	0.57	b
'Costa Rica'	17.01	c	2.27	a
'Taiwan et'	19.10	b	0.45	b
'Diva'	10.40	c	2.33	a
'Grampola'	15.14	c	1.43	b
'SS'	7.99	c	2.84	a
'Caliman AM'	26.23	b	3.50	a
'Caliman GB'	11.45	c	2.45	a
'Caliman SG'	9.01	c	3.90	a
'Golden'	10.08	c	3.50	a
'SS 72/12'	13.67	c	1.49	b
'KS PA'	10.62	c	2.35	a
'BSA'	37.56	a	2.40	a
'SS TJ'	22.78	b	2.25	a
'Tailândia'	15.42	c	0.43	b
'São Mateus'	25.60	b	2.07	a
'KS PV'	10.89	c	1.00	b
'SS PT'	10.33	c	3.17	a
'Waimanalo'	8.33	c	0.29	b
'Mamão Bené'	19.33	b	2.62	a
'Mamão Roxo'	21.54	b	1.35	b
'Maradol'	16.67	c	0.35	b
'Maradol GL'	13.73	c	1.23	b
'Sekati'	15.01	c	1.77	a
'Baixinho Super'	26.24	b	3.40	a
'Americano'	15.51	c	3.67	a
'STZ – 51'	22.80	b	1.18	b
'Calimosa'	14.58	c	0.67	b
'JS 12'	12.28	c	0.44	b

Tabela 7, Cont.

Genótipo	Incidência*		Severidade	
'Cariflora'	21.45	b	2.13	a
'GTF'	1.71	c	1.22	b
'STZ – 03'	21.80	b	1.84	a
'SH 12-07'	16.97	c	1.84	a
'SH 11-08'	6.00	c	0.42	b
'SH 50-09'	21.72	b	2.97	a
'SH 02-01'	14.19	c	2.14	a
'SH 14-05'	16.77	c	3.50	a
'SH 15-04'	18.94	b	1.37	b
'SH 04-02'	12.82	c	1.14	b
'SH 12-06'	11.95	c	0.52	b
'Papaya 42'	7.85	c	2.17	a
'Papaya 45'	36.40	a	0.07	b
'Papaya 46'	15.88	c	1.62	b
'FMV'	13.46	c	0.38	b
'Golden R'	17.08	c	2.33	a
'JS 11'	5.81	c	0.02	b
'Tainung'	8.21	c	1.68	b
'STZ 23 PL'	10.50	c	2.27	a
'STZ – 63'	8.57	c	2.47	a
'Sekati FLM'	13.29	c	3.42	a
'Gran Golden'	14.41	c	0.48	b
'SS PB'	17.98	b	1.09	b
'THB STZ 39'	7.72	c	2.17	a
'G39 03-02'	21.08	b	1.69	b
'B5'	18.04	b	0.57	b
'FG'	6.29	c	0.93	b
'FB'	9.99	c	1.80	a
'JS 12-4'	15.54	c	0.22	b

*Para uma mesma variável, médias seguidas pelas mesmas letras constituem grupo estatisticamente homogêneo (Scott-Knott, 0,05).

Tabela 8. Comparação das médias dos genótipos obtidas para incidência de folhas com sintoma de oídio, avaliadas em setembro e novembro de 2011 e janeiro de 2012, sob condições de telado, Campos dos Goytacazes, RJ.

Genótipo	Incidência de oídio			Severidade de oídio	
	Época I*	Época II	Época III	Época II	
'Caliman M5'	18.86 b	57.22 a	47.14 a	13.10 a	
'Diva'	30.16 b	58.29 a	35.33 b	8.58 b	
'Golden'	22.00 b	62.73 a	40.95 b	5.80 c	
'SS 72/12'	42.50 a	52.39 b	49.62 a	9.00 b	
'KS PA'	20.55 b	53.77 b	44.00 b	4.44 c	
'BSA'	25.85 b	67.39 a	44.22 b	10.50 a	
'Tailândia'	31.38 b	65.12 a	53.33 a	12.55 a	
'São Mateus'	29.91 b	62.56 a	47.71 a	11.04 a	
'SS PT'	25.28 b	53.61 b	48.45 a	7.30 b	
'Waimanalo'	9.22 b	60.33 a	43.91 b	7.50 b	
'Mamão Bené'	67.74 a	45.00 b	32.38 b	5.40 c	
'Maradol'	37.17 b	63.12 a	62.67 a	8.96 b	
'Maradol GL'	44.06 a	66.78 a	62.24 a	3.90 c	
'Sekati'	35.90 b	59.52 a	50.57 a	2.30 c	
'Americano'	42.22 a	57.17 a	50.00 a	3.80 c	
'Calimosa'	40.24 a	62.46 a	45.33 b	10.64 a	
'JS 12'	69.21 a	51.11 b	28.00 b	7.74 b	
'Cariflora'	31.67 b	59.83 a	53.91 a	3.90 c	
'GTF'	36.06 b	57.14 a	32.86 b	5.68 c	
'STZ – 03'	24.67 b	57.43 a	44.65 b	2.60 c	
'SH 12-07'	34.52 b	42.62 c	43.33 b	1.83 c	
'SH 15-04'	29.56 b	47.38 b	35.71 b	4.96 c	
'Papaya 46'	35.66 b	59.78 a	55.08 a	9.80 b	
'FMV'	24.25 b	59.90 a	50.67 a	14.00 a	
'Tainung'	31.94 b	57.26 a	39.33 b	6.56 c	
'Sekati FLM'	54.18 a	55.91 a	44.19 b	1.58 c	
'JS 12-4'	50.67 a	58.21 a	42.00 b	10.80 a	

*Para uma mesma variável, médias seguidas pelas mesmas letras constituem grupo estatisticamente homogêneo.

3.2.5.3. Mancha-de-phoma

Embora Suzuki et al. (2007), avaliando o progresso de doenças do mamoeiro e correlações ambientais, tenham relatado a ocorrência da mancha-de-phoma durante o ano todo, no presente estudo, considerando as avaliações conduzidas em campo, observa-se que a primeira época de avaliação (dezembro de 2011) foi desfavorável a doença. Assim, a incidência e a severidade de mancha-de-phoma foram baixas e não significativas (Tabela 9). Por outro lado, na segunda época de avaliação (fevereiro de 2012), houve efeito significativo de genótipo para as duas variáveis avaliadas (incidência e severidade). Considerando que houve efeito significativo da fonte de variação genótipo, procederam-se as estimativas de alguns parâmetros genéticos.

Os resultados obtidos revelam forte efeito ambiental sobre a severidade, haja vista que a variância ambiental foi maior que a variância genética. Fato que acarreta em baixa herdabilidade e índice de variação. Falconer (1987) preconiza que quando os valores da herdabilidade (h^2) são superiores a 80% e o índice de variação é superior à unidade, podem ser obtidos ganhos de seleção satisfatórios (Falconer, 1987). Com base nesta afirmativa, observa-se a possibilidade de seleção de genótipos com baixos valores de incidência de mancha-de-phoma, uma vez que tal característica apresentou h^2 próximo de 80% e índice de variação de 1,25 (Tabela 9). Os resultados aqui obtidos são corroborados com o encontrado em outros estudos. Vivas (2009), estimando parâmetros genéticos para incidência e severidade de mancha-de-phoma, ambas avaliadas em parte dos genótipos aqui testados, observou situação favorável ao melhoramento genético para estas características. No estudo supracitado, foram encontrados valores de herdabilidade variando de 32,62 a 83,47 e índice de variação superior a unidade, notadamente para incidência de folhas com sintoma da doença.

No teste de comparações de médias, 75% dos genótipos ficaram alocados no grupo de menor severidade. Para incidência, houve a formação de quatro grupos, sendo os dois grupos de menor intensidade formados por 'Taiwan et', 'Tailândia', 'São Mateus', 'Mamão Roxo', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Calimosa', 'SH 11-08', 'FMV', 'JS 11', 'Tainung' e 'JS 12-4'. Estes genótipos também estiveram alocados no grupo de menor severidade (Tabela 10).

Tabela 9. Quadrado médio, média e parâmetros genéticos estimados para incidência e severidade de mancha-de-phoma em folha, avaliados em 59 genótipos de mamoeiro, em dezembro de 2011 e Fevereiro de 2012, Linhares, ES.

Dados da ANOVA	Incidência		Severidade	
	Época I	Época II	Época I	Época II
QMT	22,1544 ^{ns}	105,5972 ^{**}	0,00081 ^{ns}	5,2397 [*]
QMR	14,4021	25,5439	0,00080	3,1067
Média	4,16	16,25	0,0045	1,90
Parâmetros Genéticos	Incidência		Severidade	
	Época I	Época II	Época I	Época II
Var. Fen.	---	52,7986	---	2,6198
Var. Gen	---	40,0267	---	1,0664
Var. Amb.	---	12,7719	---	1,5534
H2	---	75,81	---	40,71
CI	---	61,04	---	25,56
CVg(%)	---	38,92	---	54,44
IC	---	1,25	---	0,59

^{**}Significativo no nível de 1% pelo teste F; ^{*}Significativo no nível de 5% pelo teste F; e ^{ns}Não significativo pelo teste F.

Tabela 10. Médias de incidência e severidade de mancha-de-phoma em folha avaliados em 59 genótipos de mamoeiro, em dezembro de 2011 e fevereiro de 2012, Linhares, ES.

Genótipo	Incidência*		Severidade	
'Caliman M5'	27.03	a	2.11	b
'SS 783'	11.19	c	1.44	b
'Costa Rica'	10.37	c	1.42	b
'Taiwan et'	7.12	d	0.17	b
'Diva'	18.59	b	1.39	b
'Grampola'	17.00	b	1.26	b
'SS'	17.08	b	3.27	a
'Caliman AM'	28.22	a	3.60	a
'Caliman GB'	31.90	a	1.34	b
'Caliman SG'	29.68	a	7.33	a
'Golden'	16.24	b	1.77	b
'SS 72/12'	19.71	b	0.84	b
'KS PA'	23.07	a	4.62	a
'BSA'	23.43	a	2.07	b
'SS TJ'	18.11	b	1.92	b
'Tailândia'	9.23	d	0.29	b
'São Mateus'	7.74	d	1.07	b
'KS PV'	18.55	b	2.10	b
'SS PT'	23.08	a	4.50	a
'Waimanalo'	13.60	c	1.59	b
'Mamão Bené'	15.30	c	0.48	b
'Mamão Roxo'	7.63	d	0.26	b
'Maradol'	3.08	d	0.05	b
'Maradol GL'	3.75	d	0.46	b
'Sekati'	23.21	a	1.39	b
'Baixinho Super'	16.21	b	0.93	b
'Americano'	17.48	b	0.59	b
'STZ – 51'	24.31	a	1.88	b
'Calimosa'	3.90	d	0.72	b

Tabela 10. Cont.

Genótipo	Incidência*		Severidade	
'JS 12'	12.21	c	0.88	b
'Cariflora'	14.89	c	4.17	a
'GTF'	28.79	a	5.34	a
'STZ – 03'	26.07	a	1.64	b
'SH 12-07'	21.46	b	1.50	b
'SH 11-08'	5.78	d	0.89	b
'SH 50-09'	12.77	c	1.14	b
'SH 02-01'	14.33	c	2.46	b
'SH 14-05'	11.51	c	0.49	b
'SH 15-04'	18.00	b	1.52	b
'SH 04-02'	10.66	c	1.10	b
'SH 12-06'	13.99	c	0.20	b
'Papaya 42'	22.29	a	5.13	a
'Papaya 45'	10.07	c	0.63	b
'Papaya 46'	16.87	b	1.22	b
'FMV'	5.64	d	0.79	b
'Golden R'	24.32	a	5.00	a
'JS 11'	6.94	d	0.50	b
'Tainung'	8.47	d	0.67	b
'STZ 23 PL'	15.27	c	1.90	b
'STZ – 63'	21.25	b	3.52	a
'Sekati FLM'	13.17	c	0.85	b
'Gran Golden'	10.53	c	0.64	b
'SS PB'	14.46	c	0.54	b
'THB STZ 39'	21.62	b	3.14	a
'G39 03-02'	17.47	b	4.84	a
'B5'	22.11	a	3.96	a
'FG'	23.29	a	3.03	a
'FB'	24.11	a	3.23	a
'JS 12-4'	5.59	d	0.25	b

*Para uma mesma variável, médias seguidas pelas mesmas letras constituem grupo estatisticamente homogêneo (Scott-Knott, 0,05).

Os resultados obtidos estão em concordância com os obtidos por Vivas et al. (2010a). Os autores, avaliando a incidência de mancha-de-phoma em folha, encontraram a formação de cinco grupos. O primeiro grupo formado apenas pelo genótipo 'Maradol'. Os genótipos 'Maradol GL' e 'Americano' ficaram alocados no segundo grupo. No terceiro grupo ficaram os genótipos 'Tailândia', 'Baixinho de Santa Amália', 'JS 12', 'Waimanalo' e 'Sekati'. Os demais genótipos foram distribuídos nos dois grupos restantes. Os autores apontam ainda que tais genótipos ficaram alocados no grupo de menor severidade. Estes resultados apontam tais genótipos como promissores para a obtenção de cultivares como maiores níveis de resistência à mancha-de-phoma.

3.2.6. CONCLUSÃO

Com base nos dados obtidos na avaliação da coleção de germoplasma da UENF/CALIMAN, foi observada variabilidade entre os genótipos no que tange a resistência às doenças pinta-preta, oídio e mancha-de-phoma. Para pinta-preta, os genótipos 'BSA', 'Waimanalo', 'Mamão Bené', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Sekati', 'JS 12', 'JS 11', 'Sekati FLM', 'SS PB' e 'JS 12-4' apresentam-se alocados no grupo resistente em todas as variáveis avaliadas em condições de campo, ou seja, incidência e severidade em folha e fruto. Para oídio, os genótipos 'Caliman M5', 'SS 783', 'Grampola', 'SS 72/12', 'Tailândia', 'KS PV', 'Waimanalo', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Calimosa', 'JS 12', 'GTF', 'SH 11-08', 'SH 04-02', 'SH 12-06', 'Papaya 46', 'FMV', 'JS 11', 'Tainung', 'Gran Golden', 'FG' e 'JS 12-4' apresentam-se alocados no grupo mais resistente para as duas variáveis. Para mancha-de-phoma, considerando a incidência de folhas com sintoma, houve a formação de quatro grupos, sendo os dois grupos com as menores médias formados pelos genótipos 'Taiwan et', 'Tailândia', 'São Mateus', 'Mamão Roxo', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Calimosa', 'SH 11-08', 'FMV', 'JS 11', 'Tainung' e 'JS 12-4'. Estes genótipos também estiveram alocados no grupo de menor severidade.

No segundo experimento, conduzido em telado, observou-se, para pinta-preta, que apenas 'Caliman M5', 'Tailândia', 'JS 12', 'Cariflora' e 'SH 12-07' ficaram alocados no grupo mais resistente nas diferentes épocas e variáveis

avaliadas. Por outro lado, para oídio, considerando as duas variáveis, os genótipos que apresentaram as menores médias foram 'KS PA', 'SH 12-07' e 'SH 15-04', apresentando, portanto, potencial para controle da doença.

3.2.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrianual 2011: Anuário da agricultura brasileira: Mamão. São Paulo: FNP, p. 325-332.

Aveskamp, M.M., Gruyter, J., Woudenberg, J.H.C., Verkley, G.J.M., Crous, P.W. (2010) Highlights of the *Didymellaceae*: A polyphasic approach to characterise *Phoma* and related *pleosporalean* genera. *Studies in Mycology*, 65: 1–60.

Cruz, C.D. (2006) *Programa Genes: biometria*. Viçosa: Editora UFV. 377p.

Cardoso, D.L., Silva, R.F., Pereira, M.G., Viana, A.P., Araújo, E.F. (2009) Diversidade genética e parâmetros genéticos relacionados à qualidade fisiológica de sementes em germoplasma de mamoeiro. *Revista Ceres*, 56: 572-579.

Dias, N.L.P., Oliveira, E.J., Dantas, J.L.L. (2011) Avaliação de genótipos de mamoeiro com uso de descritores agrônômicos e estimação de parâmetros genéticos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 46 (11): 1471-1479.

Falconer D.S. (1987) *Introduction to quantitative genetics*. 2. ed. London: Longman. 340p.

Gepts, P. (2006) Plant genetic resources conservation and utilization: the accomplishments and future of a societal insurance policy. *Crop Science*, Madison, 46 (5): 2278-2296.

- Liberato, J.R., Barreto, R.W., Louro, R.P. (2004) *Streptopodium caricae* sp. nov, with a discussion on powdery mildew of papaya and an emended description of the genus *Streptopodium* and of *Oidium caricae*. *Mycological Research*, 108: 1185-1194.
- Liberato, J.R., McTaggart, A.R., Shivas, R.G. (2007) *Asperisporium* Black Spot of Papaya (*Asperisporium caricae*) Pest and Diseases Image Library. <http://www.padil.gov.au>. Updated on 2/20/2007.
- Liberato, J.R., Tatagiba, J.S. (2001) Avaliação de fungicidas *in vitro* e em pós-colheita para o controle da antracnose e da podridão peduncular em frutos de mamão. *Summa Phytopathologica*, 26: 409-414.
- Martelleto, L.A.P., Ribeiro, R.L.D., Surdo-martelleto, M., Vasconcellos, M.A.S., Marin, S.L.D., Pereira, M.B. (2008) Cultivo orgânico do mamoeiro 'Baixinho de Santa Amália' em diferentes ambientes de proteção. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 30 (3): 662-666.
- Rezende, J.A.M., Martins, M.C. (2005) Doenças do mamoeiro (*Carica papaya* L.). In: Kimati, H., Amorim, L., Rezende, J.A.M., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A. (Eds). *Manual de fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas*. São Paulo: Agronômica Ceres, p.435-443.
- Santos, P.H.D., Vivas, M., Silveira, S.F., Silva, J.M., Terra, C.E.P.S. (2011) Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade de oídio em folhas de mamoeiro. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, 37 (4): 215-217.
- Suzuki, M. S., Zambolim, L., Liberato, J. R. (2007) Progresso de doenças fúngicas e correlação com variáveis climáticas em mamoeiro. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, 33 (2): 167-177.
- Terra, C.E.P.S., Vivas, M., Melo, C.S., Silveira, S.F., Pereira, M.G. (2008a) Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade

da podridão preta (*Phoma caricae papayae*) em folhas de mamoeiro (*Carica papaya*). CD-ROM dos *Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 20, Vitória, ES, Brasil.

Terra C.E.P.S., Vivas M., Melo C.S., Silveira S.F., Pereira M.G. (2008b). Elaboração de validação de escala diagramática para avaliação da severidade da pinta preta (*Aspersiporium caricae*) em folhas de mamoeiro. CD-ROM dos *Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 20, Vitória, ES, Brasil.

Vivas, M. (2009) *Avaliação de germoplasma e híbridos de Mamoeiro quanto à resistência a doenças causadas pelos fungos Aspersiporium caricae, Colletotrichum gloeosporioides, Oidium caricae e Phoma caricae-papayae*, Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 111p.

Vivas, M., Silveira, S.F., Terra, C.E.P.S., Pereira, M.G. (2010a) Reação de germoplasma e híbridos de mamoeiro à mancha-de-phoma (*Phoma caricae-papayae*) em condições de campo. *Tropical Plant Pathology*, Brasília, 35 (5): 323-328.

Vivas, M., Terra, C.E.P.S., Silveira, S.F., Fontes, R.V., Pereira, M.G. (2010b) Escala diagramática para avaliação da severidade de pinta-preta em frutos de mamoeiro. *Summa Phytopathologica*, 36: 161-163.

Vivas, M., Silveira, S.F., Vivas, J.M.S., Pereira, M.G. (2012) Patometria, parâmetros genéticos e reação de progênies de mamoeiro à pinta-preta. *Bragantia*, São Paulo, 71 (2): 235-238.

3.3. Capacidade combinatória e heterose para resistência à pinta-preta em mamoeiro por meio de análise dialélica*

Marcelo Vivas¹, Silvaldo Felipe da Silveira¹, Deisy Lúcia Cardoso², Messias Gonzaga Pereira², Pedro Henrique Dias dos Santos¹, Geraldo Antônio Ferregueti³.

¹Laboratório de Entomologia e Fitopatologia; ²Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal, Centro de Ciências Tecnológica e Agropecuária, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 28015-620, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil; ³Caliman Agrícola S.A., 29.900-970, Linhares, ES, Brasil.

Autor para correspondência: mrclvivas@hotmail.com

RESUMO

Foi realizado um cruzamento dialélico envolvendo oito genótipos de mamão, quatro do grupo 'Solo' e quatro do grupo 'Formosa'. As 56 combinações híbridas (F1 e recíprocos), juntamente com seus pais, foram avaliados em blocos casualizados, com quatro repetições. Quantificaram-se em duas épocas, março e maio de 2010, as severidades da pinta-preta (*Asperisporium caricae*) em folhas e frutos. Com a média de cada característica, foram estimadas, além da heterose, as capacidades geral e específica de combinação. Os

* Parte da tese de doutorado publicada na revista Tropical Plant Pathology, v. 37, p. 326-332, 2012.

genótipos 'JS12-N', 'Sekati', 'Golden' e 'Sunrise Solo 72/12' apresentaram melhor capacidade geral de combinação para as duas características. Doze híbridos apresentaram resultados promissores para seleção, com baixos valores de capacidade específica de combinação para severidade de pinta-preta, tanto em folha quanto em fruto. Evidenciou-se efeito de heterose na cultura do mamoeiro para resistência à pinta-preta, com ganhos genéticos significativos advindos tanto de cruzamentos inter como intragrupos heteróticos e, no segundo caso, especialmente entre genótipos do grupo 'Solo'.

Palavras-Chave: *Asperisporium caricae*, *Carica papaya*, hibridação.

Combining ability and heterosis for resistance to black-spot in papaya genotypes by diallel analysis

ABSTRACT

Diallelic crosses were performed among eight papaya genotypes, belonging to 'Solo' and 'Formosa' heterotic groups, four from each one. The 56 hybrid combinations (F1's and reciprocals) along with their parents were evaluated in a randomized complete block design for resistance to *Asperisporium caricae*, causal agent of black spot disease. The severity of black spot in leaves and fruits were quantified in two seasons, i.e. March and May 2010. When significant genotypes effect were found, the heterosis and the general and specific combining ability were estimated from the severity data. The genotypes 'JS12-N', 'Sekati', 'Golden' and 'Sunrise Solo 72/12' show better general combining ability for reduction on leaf and fruit severities. Twelve hybrids showed promising results for selection, with low values of specific combining ability for severity of black spot, both in leaf and fruit. The heterotic group did not affect the hybrid performance or heterosis

estimates. The heterosis in papaya crop for resistance to black spot may provide significant genetic gains arising from both inter-and intra-heterotic crosses, and especially from hybridizations involving genotypes of 'Solo' group.

Key-words: *Asperisporium caricae*, *Carica papaya*, hybridization.

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma das fruteiras tropicais de grande importância no Brasil. Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor mundial, ficando atrás somente da Índia, e o terceiro maior exportador da fruta. O mamão é a sétima fruta “*in natura*” mais exportada no País, sendo cultivado em cerca de 30 mil hectares, que estão concentrados nos estados do Espírito Santo, Bahia, Ceará e Rio Grande do Norte (Agrianual, 2011). No Brasil e no mundo há poucas variedades e híbridos comerciais que atendam tanto ao mercado interno quanto ao externo e que agreguem, além de características de alta produtividade e qualidade de frutos, a resistência a fitopatógenos.

Dentre as doenças de etiologia fúngica que acometem o mamoeiro, a pinta-preta, causada pelo fungo *Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl., é a doença mais comum na maioria das regiões do mundo onde se cultiva o mamoeiro, tais como: África, Austrália e Oceania, sul e sudeste da Ásia (ex: Índias) e nas Américas Central e do Sul (Liberato et al., 2007). Atualmente, a pinta-preta é de expressiva importância econômica em todas as regiões onde ocorre, pois afeta o desenvolvimento da planta pela redução da área foliar, devido sua alta severidade, expressa pelo número elevado de lesões necróticas. Quando as lesões acometem os frutos, estes se tornam inadequados à comercialização (Rezende & Martins, 2005). Santos & Barreto (2003) relatam perdas devido à pinta-preta de 30% na comercialização de frutos de mamão em São Paulo. Segundo Liberato & Zambolim

(2002), plantas muito afetadas podem perder de 50 a 60% de suas folhas em um período de dois a três meses e a incidência da doença em frutos pode atingir quase 100%.

As medidas de controle baseiam-se principalmente na aplicação de fungicidas e em práticas culturais, como remoção de folhas e restos de cultura (Suzuki et al., 2007). O uso da resistência genética para o controle da pinta-preta, bem como o melhoramento da cultura para seleção de genótipos resistentes esbarra na falta de cultivares e genótipos imunes a este fitopatógeno (Santos & Barreto, 2003, Dianese et al., 2007, Vivas et al., 2011). Dianese et al. (2007) apontam a necessidade de trabalhos de melhoramento genético do mamoeiro que visem a obtenção de genótipos resistentes à pinta-preta.

Segundo Koutsika-Sotiriou & Karagounis (2005), para se obter sucesso em programas de melhoramento é necessário dispor de alta variabilidade, bem como escolher de forma acurada populações com potencial considerável para a característica em estudo. Dentre os métodos de estudo, os de análise dialélica constituem em uma estratégia que permite a identificação precoce de híbridos capazes de produzir uma progênie superior. Esta metodologia ainda é pouco utilizada na cultura do mamoeiro. Todavia, seu emprego por Marin et al. (2006) permitiu o registro no Ministério da Agricultura de nove híbridos. O primeiro deles 'UENF/CALIMAN01' (Calimosa) foi recomendado aos agricultores e vêm sendo cultivado nas diferentes regiões produtoras do Brasil, nos Estados do Rio Grande do Norte, Bahia e Espírito Santo.

Apesar dos esforços dos programas de melhoramento do mamoeiro no Brasil, o país é importador de sementes de mamão, o que justifica a necessidade de se intensificar trabalhos de melhoramento com esta cultura, bem como de se agregar informações relacionadas ao desempenho destes genótipos ante a fitopatógenos, como *A. caricae*. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar, por meio de cruzamentos dialélicos, as capacidades geral e específica de combinação (CGC e CEC) quanto à resistência à pinta-preta, causada por *A. caricae*, bem como o efeito recíproco de oito genótipos de mamoeiro, quatro do

grupo 'Solo' e quatro do grupo 'Formosa', com o intuito de se desenvolver cultivares e/ou híbridos de mamoeiro resistentes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado no ano de 2009, na empresa Caliman Agrícola S/A (Linhares, ES), em esquema de dialelo completo entre oito genitores, quatro do grupo 'Formosa' ('Maradol', 'JS12-N', 'JS12-4' e 'Sekati') e quatro do grupo 'Solo' ('Waimanalo', 'Golden', 'Sunrise Solo 72-12' e 'São Mateus'). Todos os genitores pertencem ao banco de germoplasma da UENF em parceria com a empresa Caliman Agrícola S/A. Exceto a cultivar 'Golden', os demais genitores são linhagens elites, não cultivados comercialmente no Brasil.

Foram avaliados 64 cruzamentos (genitores, F_1 's e recíprocos) em delineamento estatístico em blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo cada parcela composta de 10 plantas (duas fileiras de cinco plantas cada). O espaçamento entre plantas foi de 3,6 x 2,0 x 1,8 m. Os tratos culturais foram conforme rotina da empresa.

Quantificou-se em três plantas e em duas épocas, março e maio de 2010, a severidade da pinta-preta na folha (SPPFo), segundo metodologia adotada por Vivas et al. (2011), com auxílio de escala diagramática (0,2; 1,6; 3,5; 5,4; 7,6 e 12,8% de área foliar lesionada). A severidade da pinta-preta no fruto (SPPFr), no estágio 1 de maturação, foi estimada com base na escala diagramática para frutos com pinta-preta, proposta por Vivas et al. (2010), com os valores de 0,1; 0,3; 0,6; 1,2; 2,5; 5,0; 10,0 e 20,0% de área lesionada.

Para cada variável foram conduzidas análises de variância conjuntas, considerando-se também a época de avaliação como fonte de variação. Quando constatado efeito significativo da interação genótipo x época, foram conduzidas análises separadas por época. Quando constatado efeito significativo, as médias dos tratamentos foram

comparadas pelo teste Scott-knott ao nível de 5% de probabilidade (dados apresentados no apêndice A). As somas de quadrados só foram desmembradas em capacidade específica e geral de combinação quando constatado efeito significativo de genótipo. Nas análises de capacidade combinatória foram incluídos os genitores e os híbridos F_1 , com os recíprocos, perfazendo o total de p^2 genótipos. Considerou-se para análise o Método 1, Modelo 1, de Griffing (1956). Todas as análises foram feitas utilizando o programa Genes (Cruz, 2006).

Com a média de cada tratamento efetuou-se também a estimativa de heterose e heterobeltiose para cada característica avaliada. Estimativa de heterose foi obtida pela

expressão: $HMP = \left(\frac{MH - MP}{MP} \right) * 100$, onde, HMP = heterose ou heterose média dos pais,

MH = média do híbrido, e MP = média dos pais. Estimativa de heterobeltiose foi obtida

pela expressão: $HPS = \left(\frac{MH - PS}{PS} \right) * 100$ onde, HPS = heterobeltiose ou heterose pai

superior, MH = média do híbrido, e PS = média do pai superior (Falconer, 1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as duas variáveis avaliadas, severidade da pinta-preta em folhas e em frutos, observaram-se efeito significativo de todas as fontes de variação testadas (genótipo, época de avaliação e interação entre os dois fatores). Desta forma, procederam-se análises individuais para cada época de avaliação. Com base nas análises de variância individuais, observou-se, para pinta-preta em folha, efeito significativo de genótipo apenas na segunda época de avaliação. Portanto, apenas a segunda época foi considerada nas análises de capacidade combinatória (Tabela 1). Já, para a pinta-preta em fruto, observou-se efeito significativo de genótipo apenas na primeira época de avaliação. Por conseguinte, apenas a primeira época foi considerada nas análises de capacidade combinatória para severidade da

pinta-preta em frutos (Tabela 1). Como a severidade foi avaliada em frutos que já se encontravam em fase próxima à de colheita, os resultados refletiram o acúmulo das infecções ocorridas do início da frutificação até a época da avaliação. Acredita-se que o período de frutificação até maio pode ter proporcionado escape às infecções em frutos, enquanto que o período de frutificação até março foi mais favorável ao acúmulo de lesões nestes órgãos, o que possibilitou discriminar os genótipos. Já as folhas possuem menor duração na planta e somente foram avaliadas aquelas localizadas em porção intermediária da copa. Acredita-se que as lesões avaliadas em folhas sejam de infecções ocorridas em época distinta e mais recente daquelas em frutos, o que explica eventuais discrepâncias entre os resultados das avaliações de severidade da doença nestes órgãos. Todavia, não se descarta a possibilidade dos níveis de resistência em folhas diferir dos níveis de resistência à infecção por *A. caricae* em frutos, para distintos genótipos.

Estimativas de capacidade combinatória

Os valores dos quadrados médios referentes à CGC e CEC foram significativos para as características relacionadas à severidade de pinta-preta em folha e fruto, indicando que os efeitos gênicos aditivos e não aditivos estão envolvidos no controle destas características (Tabela 1). Por outro lado, para as duas variáveis em estudo, não houve efeito recíproco, ou seja, a direção em que se realiza o cruzamento (qual dos genótipos deverá ser utilizado como genitor masculino ou feminino no cruzamento) não influencia no resultado obtido (Tabela 1). Ademais, pode-se levantar hipótese de que a herança para resistência à pinta-preta pode ser controlada por genes nucleares, haja vista que os resultados de um cruzamento e seu recíproco são similares.

Para a severidade de pinta-preta em folha e fruto, as médias dos quadrados dos efeitos praticamente não diferiram entre si (Tabela 1) sugerindo que tanto métodos

intrapopulacionais quanto interpopulacionais, como seleção recorrente recíproca de famílias de meios irmãos e de irmãos completos podem ser utilizados. Neste último caso, explorando-se a heterose para caracteres relacionados à resistência de mamoeiro a *A. caricae*.

Significância para CGC indica que efeitos gênicos aditivos estão envolvidos. A existência de efeitos gênicos aditivos para resistência à pinta-preta indica a possibilidade de obtenção de novas cultivares a partir de cruzamentos com os genitores testados, visando melhoria (níveis mais baixos de doença) na obtenção de resistência à *A. caricae*. Uma vez que se trata de resistência, os genótipos que apresentam CGC negativas seriam potencialmente superiores quanto à sua contribuição ao programa de melhoramento.

De acordo com Cruz & Regazzi (2001), uma baixa estimativa de G_i , positiva ou negativa, indica que o valor da capacidade geral de combinação do genitor, obtida com base em suas populações híbridas, não difere muito da média geral da população dialélica. Se os valores de i são altos, positivos ou negativos, há indício de que o genitor em questão é muito superior ou inferior aos demais genitores do dialelo, com relação ao desempenho médio das progênies. Os genótipos 'JS12-N', 'Sekati', 'Golden' e 'Sunrise Solo 72/12' apresentaram as menores estimativas de capacidade geral de combinação para severidade de pinta-preta em folha (Tabela 2). Enquanto que para severidade de pinta-preta em fruto, além dos genótipos supracitados, 'Waimanalo' também apresentou estimativa negativa de capacidade geral de combinação (Tabela 2).

Dos genótipos acima, Marin et al. (2006) afirmam que o genótipo 'Waimanalo' apresenta tendência de maior contribuição genética para aumento do peso do fruto. Os mesmos autores afirmam, ainda, que o genótipo 'Maradol' demonstrou tendência de maior contribuição genética para o aumento do peso do fruto, enquanto 'Sunrise Solo 72/12' poderá ser utilizado visando à obtenção de híbridos com menor peso.

Os efeitos relacionados à CEC enfatizam a importância de interações não aditivas resultantes de complementações gênicas entre os parentais, possibilitando antever respostas de ganho genético com a exploração da heterose (Bastos et al., 2003). No presente estudo, a combinação híbrida mais favorável deve ser, portanto, aquela que apresentar as menores estimativas de capacidade específica de combinação. Os híbridos com valores negativos para severidade de pinta-preta em folha foram oriundos dos cruzamentos: do genitor 'Maradol', com os genótipos 'Waimanalo', 'Sunrise Solo 72/12', 'São Mateus'; do genitor 'JS12-N' com os genótipos 'Maradol', 'Golden', 'Sunrise Solo 72/12'; do genitor 'JS12-4' com o genótipos 'Maradol', 'Waimanalo', 'Sunrise Solo 72/12', 'São Mateus'; do genitor 'Sekati' com os genótipos 'JS12-N', 'Waimanalo', 'Golden', 'Sunrise Solo 72/12' e 'São Mateus'; do genitor 'Waimanalo' com os genótipos 'JS12-N', 'Sekati' e 'São Mateus'; do genitor 'Golden' com os genótipos 'Sekati', 'Waimanalo' e 'Sunrise Solo 72/12'; e, do genitor 'São Mateus' com os genótipos 'JS12-N', 'Sekati', 'Golden' e 'Sunrise Solo 72/12' (Tabela 3).

Para a severidade de pinta-preta em frutos os híbridos com valores negativos de capacidade específica de combinação foram oriundos dos cruzamentos: do genitor 'Maradol' com os genótipos 'JS12-N', 'Sekati', 'Sunrise Solo 72/12' e 'São Mateus'; do genitor 'JS12-N' com o genótipo 'Waimanalo'; do genitor 'JS12-4' com os genótipos 'Sekati' e 'Waimanalo'; do genitor 'Sekati' com os genitores 'Waimanalo' e 'São Mateus'; do genitor 'Waimanalo' com os genótipos 'Maradol' 'JS12-4', 'Sekati', 'Golden', 'Sunrise Solo 72/12' e 'São Mateus'; do genitor 'Golden' com os genótipos 'JS12-4', 'Sekati', 'Sunrise Solo 72/12' e 'São Mateus'; do genitor 'Sunrise Solo 72/12' com os genótipos 'JS12-4', 'Golden' e 'São Mateus'; e, do genitor 'São Mateus' com os genótipos 'JS12-N', 'JS12-4', 'Waimanalo', 'Golden' e 'Sunrise Solo 72/12' (Tabela 3).

Os híbridos (estimativas de CEC para pinta-preta em folha e fruto) 'Maradol x Sunrise Solo 72/12' (-0,070 e -0,027), 'Maradol x São Mateus' (-0,233 e -0,108), 'JS12-4 x

Waimanalo' (-0,053 e -0,103), 'Sekati x Waimanalo' (-0,018 e 0,076), 'Sekati x São Mateus' (-0,152 e -0,032), 'Waimanalo x Sekati' (-0,185 e -0,005), 'Waimanalo x São Mateus' (-0,032 e -0,042), 'Golden x Sekati' (-0,040 e -0,030), 'Golden x Sunrise Solo 72/12' (-0,007 e -0,015), 'São Mateus x JS12-N' (-0,020 e -0,085), 'São Mateus x Golden' (-0,025 e -0,005) e 'São Mateus x Sunrise Solo 72/12' (-0,020 e -0,005) apresentaram resultados promissores para seleção de híbridos com baixos valores de severidade de pinta-preta, tanto em folha quanto no fruto.

Dos híbridos supracitados, Ide et al. (2009) apontaram que, 'Golden x JS12-N', resultou em plantas com alta inserção do primeiro fruto, se comparado com os outros híbridos. Ademais, produziu um número grande de frutos e com peso médio elevado, resultando em plantas com alto rendimento. Porém, apresentou baixos valores de sólidos solúveis totais e firmeza de polpa.

Ide et al. (2009) identificaram, ainda, que o cruzamento entre o testador 'JS 12' e genótipo 'São Mateus' pode ser usado em seleção, devido às boas características morfológicas, de rendimento e qualidade. Segundo Vivas et al. (2011), o referido cruzamento também apresentou baixos valores de CEC para severidade de mancha-de-phoma, podendo ser utilizado para redução da severidade de *Phoma caricae-papayae* (Tarr) Punith em folha. Para a mesma característica, Vivas et al. (2011) relatam também o híbrido 'JS12 x Golden' como promissor para redução da severidade de mancha-de-phoma. Segundo os mesmos autores, o híbrido 'Americano x Waimanalo' se destacou quanto à resistência à: pinta-preta, mancha-de-phoma, oídio (*Streptopodium caricae* Liberato & R.W. Barreto) e mancha-chocolate [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc].

Neste estudo, para as duas variáveis avaliadas, foram observados valores positivos e negativos de CEC, o que, segundo Cruz & Vencovsky (1989), indicam a existência de desvio de dominância, na qual se verificam genes que aumentam a expressão do caráter, e

outros igualmente dominantes, que as reduzem. Desta forma, vislumbra-se a possibilidade de seleção de combinações híbridas potencialmente promissoras no que tange a resistência à pinta-preta, com potencial para se produzir frutos de maior qualidade e que sejam menos dependentes da aplicação de fungicidas.

Estimativas de heterose

Para as variáveis avaliadas, severidade de pinta-preta em folha e fruto, observou-se efeito significativo de todas as fontes de variação testadas (genótipo, época de avaliação e interação entre os dois fatores). Como feito para análise da capacidade combinatória, a heterose foi estimada apenas nas épocas de avaliação em que se constatou efeito significativo de genótipo, ou seja, para severidade em frutos, na primeira época, e para severidade em folhas, na segunda época de avaliação.

As cultivares mais exploradas de mamão no Brasil são classificadas em dois grupos, 'Solo', com frutos menores, e 'Formosa', com frutos maiores. Em função da acentuada distinção no tamanho dos frutos, estes grupos usualmente são considerados heteróticos. Os grupos heteróticos são grupos constituídos de genótipos com composição genética similar para uma dada característica e que, quando há cruzamento entre linhagens de dois grupos diferentes, observa-se comumente elevado efeito heterótico (heterose). Entretanto, contrariamente ao esperado, nas estimativas de heterose obtidas para resistência à pinta-preta em folha, não se observou tendência de efeito heterótico nos cruzamentos que envolvem os genótipos dos dois grupos. Já, para híbridos provenientes dos cruzamentos entre os genitores do grupo 'Solo', observou-se efeito de heterose em todos os híbridos (Tabela 4). Por outro lado, todos os híbridos provenientes dos cruzamentos dentro do grupo 'Formosa' não superaram as médias dos seus genitores. Sabe-se que a manifestação da heterose dá-se em função da distância genética entre os genitores. Esta divergência

refere-se à diferença na frequência dos alelos. Quanto mais distante os genitores, melhor é o híbrido (Hallauer & Miranda Filho, 1981). Conclui-se, portanto, que os genótipos utilizados nos cruzamentos, notadamente do grupo 'Solo', portam alelos distintos que se complementaram na formação dos híbridos, conferindo maiores níveis de resistência à pinta-preta em folha.

Para severidade da pinta-preta em fruto, não se observou tendências de heterose entre os grupos 'Solo' e 'Formosa'. Todavia, alguns genótipos apresentam-se como mais promissores para hibridação, visto que a maioria dos cruzamentos que os envolviam geraram híbridos superiores, ou seja, com menores valores de severidade em relação aos genitores. Considerando o desempenho dos híbridos, os genitores do grupo 'Formosa' 'Maradol' e 'Sekati' e os genitores do grupo 'Solo' 'Waimanalo' e 'São Mateus' foram os que apresentaram um número maior de híbridos cujas médias de severidade foram inferiores as médias dos seus progenitores (Tabela 5).

Considerando conjuntamente a severidade de pinta-preta em folha e fruto, os híbridos que obtiveram estimativas negativas de heterose para as duas variáveis foram: 'Maradol x Waimanalo', 'Sekati x Waimanalo', 'Sekati x São Mateus', 'Waimanalo x Golden'; 'Waimanalo x Sunrise Solo 72-12', 'Waimanalo x São Mateus', 'Golden x Waimanalo', 'Golden x Sunrise Solo 72-12', 'Golden x São Mateus', 'Sunrise Solo 72-12 x Maradol', 'Sunrise Solo 72-12 x Waimanalo', 'Sunrise Solo 72-12 x São Mateus', 'São Mateus x Maradol', 'São Mateus x Sekati', 'São Mateus x Waimanalo' e 'São Mateus x Golden'.

Dos híbridos supracitados, Marin et al. (2006) apontam os genótipos 'Maradol' e 'Waimanalo' com tendência para aumento do peso do fruto, enquanto 'Sunrise Solo 72/12' poderá ser utilizado visando à obtenção de híbridos com menor peso. Já o genótipo 'São Mateus' pode contribuir para a redução na altura da planta.

Os resultados obtidos no presente estudo evidenciam que a exploração da heterose na cultura do mamoeiro, notadamente para resistência à pinta-preta, possibilitará ganhos genéticos significativos e esses ganhos poderão advir tanto de cruzamentos inter como intragrupo heterótico de mamão.

CONCLUSÃO

Os genótipos 'JS12-N', 'Sekati', 'Golden' e 'Sunrise Solo 72/12' apresentaram melhor capacidade geral de combinação para as duas características. Doze híbridos apresentaram resultados promissores para seleção, com baixos valores de capacidade específica de combinação para severidade de pinta-preta, tanto em folha quanto em fruto. Evidenciou-se efeito de heterose na cultura do mamoeiro para resistência à pinta-preta, com ganhos genéticos significativos advindos tanto de cruzamentos inter como intragrupos heteróticos e, no segundo caso, especialmente entre genótipos do grupo 'Solo'.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) e a Caliman Agrícola S/A pelo suporte financeiro e logístico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrianual. (2011) Anuário da agricultura brasileira. Mamão. São Paulo: FNP. p.325-332.

Bastos IT, Barbosa MHP, Cruz CD, Burnquist WL, Bressiani JA, Silva FL (2003) Análise dialélica em clones de cana-de-açúcar. *Bragantia* 62: 199-206.

- Cruz CD (2006) Programa Genes, biometria. Editora UFV, Viçosa, 377p.
- Cruz CD, Regazzi AJ (2001) Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Editora UFV, Viçosa, 390 p.
- Cruz CD, Vencovsky R (1989) Comparação de alguns métodos de análise dialélica. Revista Brasileira de Genética 12: 425-438.
- Dianese AC, Blum LEB, Dutro JB, Lopes LF, Sena MC, Freitas LF, Yamanishi OK (2007) Reação de genótipos de mamoeiro à varíola e à podridão-do-pé. Fitopatologia Brasileira 32: 419-423.
- Falconer DS (1987) Introdução à genética quantitativa. Editora UFV, Viçosa, 279p.
- Griffing BA (1956) concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australian Journal of Biological Sciences 9: 463-493.
- Hallauer AR, Miranda Filho JB (1981) Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press: Ames, 468p.
- Ide CD, Pereira MG, Viana AP, Pereira TNS (2009) Use of testers for combining ability and selection of papaya hybrids. Crop Breeding and Applied Biotechnology 9: 60-66.
- Koutsika-Sotiriou MS, Karagounis CA (2005) Assessment of maize hybrids. Maydica 50: 63-70.
- Liberato JR, Mctaggart AR, Shivas RG (2007) *Asperisporium* Black Spot of Papaya (*Asperisporium caricae*). Pest and Diseases Image Library. Updated on 2/20/2007 2:30:45 PM. Available online: <http://www.padil.gov.au>. 2007.
- Liberato JR, Zambolim L (2002) Controle das doenças causadas por fungos, bactérias e nematóides em mamoeiro. In: Zambolim L, Vale FXR, Monteriro AJA, Costa H (eds.)

Controle de doenças de plantas: fruteiras. Suprema Gráfica e Editora, Viçosa, 1023-1138.

Marin SLD, Pereira MG, Amaral Junior AT, Martelleto LAP, Ide CD (2006) Partial diallel to evaluate the combining ability for economically important traits of papaya. *Scientia Agrícola* 63: 540-546.

Rezende JAM, Martins MC (2005) Doenças do mamoeiro (*Carica papaya* L.). In: Kimati H, Amorim L, Rezende JAM, Bergamin Filho A, Camargo LEA (Eds). Manual de fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas. Agronômica Ceres, São Paulo, p.435-443.

Santos MC, Barreto M (2003) Estudo epidemiológico da varíola do mamoeiro em cultivares submetidos a tratamento com fungicidas. *Summa Phytopathologica* 29: 141-146.

Suzuki MS, Zambolim L, Liberato JR (2007) Progresso de doenças fúngicas e correlação com variáveis climáticas em mamoeiro. *Summa Phytopathologica* 33: 167-177.

Vivas M, Terra CEPS, Silveira SF, Fontes RV, Pereira MG (2010) Escala diagramática para avaliação da severidade de pinta-preta em frutos de mamoeiro. *Summa Phytopathologica* 36: 161-163.

Vivas M, Silveira SF, Terra CEPS, Pereira MG (2011) Testers for combining ability and selection of papaya hybrids resistant to fungal diseases. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 11: 36-42.

Vivas M, Silveira SF, Cardoso DL, Pereira MG, Santos PHD, Ferregueti GA (2012) Capacidade Combinatória e heterose para resistência a pinta-preta em mamoeiro por meio de análise dialélica. *Tropical Plant Pathology* 37: 326-332.

Tabela 1. Estimativas dos quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC), da capacidade específica de combinação (CEC), do efeito recíproco (Recíproco) e do erro. Média dos quadrados dos efeitos para severidade da pinta-preta em folha (SPPFo) e no fruto (SPPFr) de mamoeiro, de acordo com o Método 1, Modelo 1, de Griffing. Dados de duas épocas de avaliações, em Linhares, Espírito Santo, 2010.

FONTE DE VARIACÃO	GRAU DE LIBERDADE	QUADRADO MÉDIO			
		SPPFo		SPPFr	
		Época I	Época II	Época I	Época II
Genótipo	63	0,0016 ^{ns}	0,1925**	0,2202**	0,1983 ^{ns}
C.G.C.	7	---	1,0148**	0,8360**	---
C.E.C.	28	---	0,1244**	0,1998*	---
Recíproco	28	---	0,0550 ^{ns}	0,0867 ^{ns}	---
Resíduo	189	0,0014	0,0523	0,1271	0,0157
Média dos quadrados dos efeitos					
	C.G.C.	---	0,01504	0,011077	---
	C.E.C.	---	0,01802	0,018186	---
	Recíproco	---	0,00035	-0,00505	---
	Resíduo	---	0,05229	0,127102	---

**Significativo no nível de 1% pelo teste F; *Significativo no nível de 5% pelo teste F; e ^{ns}Não significativo pelo teste F.

Tabela 2. Estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação (G_i) para severidade de pinta-preta estimada em folha (SPPFo), na época 2, e no fruto (SPPFr), na época 1, de oito genitores de mamoeiro. Linhares, ES, 2010.

GENITOR	Capacidade Geral de Combinação	
	SPPFo	SPPFr
‘Maradol’	0,002	0,039
‘JS 12-N’	0,011	-0,057
‘JS 12-4’	0,035	0,221
‘Sekati’	0,271	-0,116
‘Waimanalo’	-0,154	0,100
‘Golden’	-0,032	-0,058
‘Sunrise Solo 72/12’	-0,103	-0,100
‘São Mateus’	-0,03	-0,029
DP (G_i)	0,027	0,042
DP (G_i-G_j)	0,040	0,063

Tabela 3. Estimativas dos efeitos de capacidade específica de combinação (S_{ij}), resultantes do cruzamento entre genitores de mamão quanto à severidade da pinta-preta estimada em folha (SPPFo), na época 2, e no fruto (SPPFr) na época 1. Linhares, ES, 2010.

HÍBRIDO AVALIADO	C.E.C. em F_{1s}		C.E.C. recíproco	
	SPPFo	SPPFr	SPPFo	SPPFr
‘Maradol x JS 12-N’	0,136	-0,100	-0,005	0,060
‘Maradol x JS 12-4’	0,027	0,277	-0,100	0,435
‘Maradol x Sekati’	0,096	-0,076	0,005	0,015
‘Maradol x Waimanalo’	-0,074	0,109	0,050	-0,085
‘Maradol x Golden’	0,068	0,101	0,025	0,060
‘Maradol x Sunrise Solo 72/12’	-0,070	-0,027	0,065	0,070
‘Maradol x São Mateus’	-0,223	-0,108	0,195	0,090
‘JS 12-N x JS 12-4’	0,027	0,029	0,110	0,120
‘JS 12-N x Sekati’	0,147	0,056	-0,025	0,030
‘JS 12-N x Waimanalo’	0,107	-0,170	-0,020	0,010
‘JS 12-N x Golden’	-0,111	0,023	0,115	0,005
‘JS 12-N x Sunrise Solo 72/12’	-0,070	0,070	0,015	0,040
‘JS 12-N x São Mateus’	0,043	0,144	-0,020	-0,085
‘JS 12-4 x Sekati’	0,162	-0,048	0,035	0,135
‘JS 12-4 x Waimanalo’	-0,053	-0,103	0,005	-0,095
‘JS 12-4 x Golden’	0,135	0,134	0,015	-0,115
‘JS 12-4 x Sunrise Solo 72/12’	-0,044	0,016	0,105	-0,055
‘JS 12-4 x São Mateus’	-0,067	0,285	0,165	-0,125
‘Sekati x Waimanalo’	-0,018	-0,076	-0,185	-0,005
‘Sekati x Golden’	-0,266	0,037	-0,040	-0,030
‘Sekati x Sunrise Solo 72/12’	-0,050	0,074	0,095	0,015
‘Sekati x São Mateus’	-0,152	-0,032	-0,035	-0,032
‘Waimanalo x Golden’	0,004	-0,144	-0,005	0,035
‘Waimanalo x Sunrise Solo 72/12’	0,015	-0,107	0,005	0,020
‘Waimanalo x São Mateus’	-0,032	-0,043	0,120	-0,015
‘Golden x Sunrise Solo 72/12’	-0,007	-0,015	0,095	-0,005
‘Golden x São Mateus’	0,130	-0,085	-0,025	-0,005
‘Sunrise Solo 72/12 x São Mateus’	0,027	-0,043	-0,020	-0,005
DP (S_{ij}) e DP (R_{ij})	0,071	0,111	0,081	0,126
DP (S_{ij} -Sk l) e DP (R_{ij} -Rkl)	0,099	0,154	0,114	0,178

Tabela 4. Estimativa de heterose (HMP) e heterobeliose (HPS) para severidade da pinta-preta avaliada em folha, na época 2, em híbridos de mamoeiro derivados de cruzamentos entre genitores do grupo ‘Solo’ e ‘Formosa’ em esquema de dialelo completo. Linhares, ES, 2010.

Genitor		1	2	3	4	5	6	7	8
1	HMP	--	74,26	0,00	5,14	-21,77	11,78	-27,76	-32,61
	MPS	--	207,79	24,43	67,69	39,47	20,00	-23,86	-20,51
2	HMP	76,47	--	140,38	34,52	105,23	40,08	-5,14	4,68
	MPS	211,69	--	224,68	340,26	106,58	124,68	55,84	132,47
3	HMP	49,08	58,65	--	36,20	8,21	60,13	15,31	10,10
	MPS	85,50	114,29	--	190,08	47,37	83,97	35,11	66,41
4	HMP	3,54	42,86	25,45	--	-42,74	-48,74	-12,44	-42,77
	MPS	65,13	367,53	167,18	--	89,47	-10,00	50,00	-25,28
5	HMP	-51,29	122,22	4,35	16,50	--	-17,07	-32,54	-17,89
	MPS	-13,16	123,68	42,11	285,53	--	34,21	11,84	84,21
6	HMP	0,27	-35,22	50,83	-38,36	-13,01	--	-6,94	-10,34
	MPS	7,65	3,90	73,28	8,24	40,79	--	-5,29	14,71
7	HMP	-32,08	-13,83	-39,41	-37,98	-36,51	-52,02	--	-42,40
	MPS	-28,41	41,56	-29,01	6,25	5,26	-51,18	--	-27,84
8	HMP	-63,48	14,04	-56,57	-34,39	-75,37	-0,23	-34,24	--
	MPS	-56,92	153,25	-34,35	-14,34	-44,74	27,65	-17,61	--

1 = ‘Maradol’; 2 = ‘JS12-N’; 3 = ‘JS12-7’; 4 = ‘Sekati’; 5 = ‘Waimanalo’; 6 = ‘Golden’; 7 = ‘SS 72-12’; e, 8 = ‘São Mateus’.

Tabela 5. Estimativa de heterose (HMP) e heterobeliose (HPS) para severidade da pinta-preta avaliada em fruto, na época 1, em híbridos de mamoeiro derivados de cruzamentos entre genitores do grupo ‘Solo’ e ‘Formosa’, em esquema de dialelo completo. Linhares, ES, 2010.

Genitor		1	2	3	4	5	6	7	8
1	HMP	--	147,62	1748,00	-12,20	-30,17	504,65	214,29	265,00
	MPS	--	642,86	2980,00	200,00	300,00	1525,00	842,86	1360,00
2	HMP	-76,19	--	1718,18	484,62	-84,45	433,33	700,00	983,33
	MPS	-28,57	--	2757,14	533,33	314,29	471,43	700,00	1200,00
3	HMP	368,00	836,36	--	1357,14	-35,43	1178,26	872,73	2050,00
	MPS	680,00	1371,43	--	2450,00	720,00	1737,50	1428,57	4200,00
4	HMP	-60,98	115,38	328,57	--	-80,11	0,00	284,62	-9,09
	MPS	33,33	133,33	650,00	--	516,67	16,67	316,67	0,00
5	HMP	3,74	-88,74	4,99	-77,96	--	-73,80	-78,55	-56,33
	MPS	494,29	200,00	1233,33	583,33	--	512,50	471,43	1520,00
6	HMP	286,05	380,00	1995,65	371,43	-88,77	--	-60,00	-38,46
	MPS	937,50	414,29	2912,50	450,00	162,50	--	-57,14	-20,00
7	HMP	-33,33	228,57	1281,82	84,62	-88,20	20,00	--	-50,00
	MPS	100,00	228,57	2071,43	100,00	214,29	28,57	--	-40,00
8	HMP	-40,00	2116,67	3040,00	-45,45	-50,40	-7,69	0,00	--
	MPS	140,00	2560,00	6180,00	-40,00	1740,00	20,00	20,00	--

1 = ‘Maradol’; 2 = ‘JS12-N’; 3 = ‘JS12-4’; 4 = ‘Sekati’; 5 = ‘Waimanalo’; 6 = ‘Golden’; 7 = ‘SS 72-12’; e, 8 = ‘São Mateus’.

3.4. Análise dialélica em mamoeiro para resistência à mancha-de-phoma*

Diallel analysis of papaya for resistance to phoma spot

**Marcelo Vivas ^{1*}, Silvaldo Felipe da Silveira ^I, Messias Gonzaga Pereira ^{II}, Deisy
Lúcia Cardoso ^{II}, Geraldo Antônio Ferregueti ^{III}**

RESUMO

A resistência genética constitui alternativa sustentável para o controle da mancha-de-phoma na cultura do mamoeiro. No entanto, estudos básicos são necessários para se embasar a escolha de genitores e combinações híbridas resistentes à doença. Neste trabalho, por meio de cruzamento dialélico, envolvendo oito genótipos de mamão, quatro do grupo ‘Solo’ e quatro do grupo ‘Formosa’, estimou-se a capacidade geral e específica de combinações quanto à resistência à mancha-de-phoma. Os genitores, bem como os

*Parte da Tese de doutorado aceita para publicação na revista Ciência Rural.

^I Laboratório de Entomologia e Fitopatologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), 28015-620, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil. E-mail: mrclvivas@hotmail.com *Autor correspondente.

^{II} Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), 28015-620, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

^{III} Caliman Agrícola S.A., C.P. 52, 29.900-970, Linhares, ES, Brasil.

híbridos obtidos dos cruzamentos foram avaliados em blocos casualizados, com quatro repetições. Quantificaram-se em duas épocas, março e maio de 2010, as severidades de mancha-de-phoma em folha, com auxílio de escala diagramática. Os genótipos ‘Maradol’ ‘JS12-N’, ‘Sekati’ e ‘São Mateus’ demonstram melhor capacidade geral de combinação. Os híbridos ‘Maradol x Golden’, ‘Maradol x Sunrise Solo 72/12’, ‘JS12-N x Golden’, ‘JS12-4 x Waimanalo’, ‘Sekati x Waimanalo’, ‘Waimanalo x Golden’, ‘Waimanalo x São Mateus’, ‘Golden x Sunrise Solo 72/12’ e ‘Golden x São Mateus’ apresentaram resultados promissores para seleção quanto à resistência à doença, com valores negativos de capacidade específica de combinação para severidade de mancha-de-phoma.

Palavras-chave: *Phoma caricae-papayae*, *Carica papaya*, hibridação.

ABSTRACT

Genetic resistance represents a viable alternative to control phoma-spot in papaya crop. However, basic studies are necessary to base the choice of genitors and hybrid combinations disease resistant. In this work, a diallel cross was conducted involving eight genotypes of papaya, four of the ‘Solo’ group and four of ‘Formosa’ group, it were estimated general and specific abilities of combination for the phoma-spot resistance. The treatments were evaluated in a randomized block design with four replications. It was quantified in two seasons, March and May 2010, the severity of phoma-spot in leaves. The genotypes ‘Maradol’ ‘JS12-N’, ‘Sekati’ e ‘São Mateus’ show better general combining ability. The hybrids ‘Maradol x Golden’, ‘Maradol x Sunrise Solo 72/12’, ‘JS12-N x Golden’, ‘JS12-4 x Waimanalo’, ‘Sekati x Waimanalo’, ‘Waimanalo x Golden’, ‘Waimanalo x São Mateus’, ‘Golden x Sunrise Solo 72/12’ and ‘Golden x São Mateus’

showed promising results for selection, with negatives values of specific combining ability for severity of phoma spot.

Key words: *Phoma caricae-papayae*, *Carica papaya*, hybridization.

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma das fruteiras tropicais de maior importância no Brasil. Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor mundial, ficando atrás somente da Índia, e o terceiro maior exportador da fruta. Entretanto, o país precisa superar algumas limitações quanto à exportação e expansão da área plantada. Além dos fatores econômicos, existem outras importantes limitações a exportação do mamão brasileiro. Do ponto de vista fitossanitário, merece destaque a incidência de doenças na cultura, durante a fase de produção e na pós-colheita.

Dentre as doenças mais importantes na fase de pós-colheita, destacam-se a antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., e a podridão-peduncular, causada por diversos fungos (ALVAREZ & NISHIJIMA, 1987), principalmente por *C. gloeosporioides* e *Phoma caricae-papayae* (Tar) Punith. (= *Ascochyta caricae* Pat.) (LIBERATO & TATAGIBA, 2001; REZENDE & MARTINS, 2005). *P. caricae-papayae* tem sido reportado por Aveskamp et al. (2010) como *Stagonosporopsis caricae* (Sydow & P. Sydow) Aveskamp, Gruyter & Verkley, (Syn. (Tarr) Punith). *S. caricae*, na fase de produção, também causa a mancha-de-phoma, que é uma mancha foliar necrótica, que vem se tornando importante doença foliar e exigindo mudanças nas técnicas de produção e no controle químico via aplicação com fungicidas. Epidemias durante o crescimento vegetativo e na fase de frutificação geram inóculo que passa das folhas para os frutos, agravando a doença nos frutos em pós-colheita. Já se

constatou incidência de 100% de podridão-peduncular em frutos, quando na ausência de quaisquer medidas de controle (LIBERATO & COSTA, 1997). Atualmente, a podridão peduncular é considerada a segunda doença mais importante em pós-colheita no Brasil (REZENDE & MARTINS, 2005).

VIVAS et al. (2010) relatam que *P. caricae-papayae* (atualmente *S. caricae*) tem-se mostrado de difícil controle em áreas comerciais do município de Linhares, Espírito Santo. Nesta região, a doença tem ocorrido com alta severidade nas folhas, aumentando o potencial de inóculo no campo. É sabido que o controle da epidemia da mancha-de-phoma nas folhas reduz a incidência de podridão peduncular nos frutos em pós-colheita. SUZUKI et al. (2007) observaram redução de até 24% na incidência de podridão-peduncular, quando foi efetuada a sanitização, que consiste na remoção das folhas senescentes e doentes durante a frutificação.

Além da sanitização, outra medida de controle alternativo ao químico consiste no plantio de variedades resistentes. Não existem variedades comerciais resistentes à mancha-de-phoma que possam ser recomendadas. Alguns trabalhos já relatam, no entanto, variabilidade genética em *Caricaceae* quanto à resistência à mancha-de-phoma. SANCHEZ et al. (1991) avaliaram a reação à mancha-de-phoma em frutos de *Carica goudotiana* (Triana & Planch.) Solms, *Carica cauliflora* Jacq (atualmente reclassificados no gênero *Vasconcellea*), duas cultivares de *C. papaya* ('Sunrise Solo 72/12' e 'Formoso') e quatro linhagens ('DCG-434(4pa)', 'DCG-422', 'DCG-435-5' e 'SS₂'). Os autores observaram resistência à mancha-de-phoma em *C. goudotiana* em condições de campo e em pós-colheita. VIVAS et al. (2010), em condições de campo, avaliaram a severidade e a incidência da mancha-de-phoma em banco de germoplasma e híbridos de mamoeiro e observaram variabilidade dentre os materiais avaliados, sendo que os genótipos 'Maradol', 'Maradol GL', 'Papaya 46', 'Tailândia', 'SH 15-04', 'Americano' e 'Baixinho de Santa

Amália' foram os que apresentaram as menores médias de intensidade de doença (VIVAS et al., 2010).

Entretanto, até o momento, nenhum genótipo foi identificado com resistência total ou imune à mancha-de-phoma. VIVAS et al. (2010; 2011) relatam a heterose como efeito significativo em mamoeiro com potencial significativo para a redução da severidade da mancha-de-phoma, o que justifica o estudo dos genitores *per se* e em combinações híbridas, que possam ser promissoras no controle da doença. Para tanto, o sistema de cruzamentos dialélicos constitui potente método de avaliação dos genótipos, pois além de indicar as melhores combinações híbridas, auxilia na escolha dos genitores mais promissoras a serem utilizados em programas de hibridação (CRUZ et al., 2004).

Neste trabalho, avaliou-se, por meio de cruzamentos dialélicos, as capacidades geral e específica de combinação (CGC e CEC) quanto à resistência à mancha-de-phoma, causada por *S. caricae*, bem como o efeito recíproco de oito genótipos de mamoeiro, quatro do grupo 'Solo' e quatro do grupo 'Formosa', com o intuito de se desenvolver cultivares e/ou híbridos de mamoeiro resistentes à mancha-de-phoma.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi instalado um experimento em esquema dialelo completo envolvendo oito genitores, quatro do grupo 'Formosa' ('Maradol', 'JS12-N', 'JS12-4' e 'Sekati') e quatro do grupo 'Solo' ('Waimanalo', 'Golden', 'Sunrise Solo 72-12' e 'São Mateus'). O experimento foi implantado no ano de 2009, na empresa Caliman Agrícola S/A, em Linhares, ES.

As 64 combinações (Genitores, F₁'s e recíprocos) foram avaliadas em delineamento estatístico em blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo cada parcela composta de 10 plantas (duas fileiras de cinco plantas cada). O espaçamento entre plantas foi de 3,6 x 2,0 x

1,8 m. A irrigação, do tipo microaspersão, foi suprida conforme as necessidades da cultura e os tratos culturais foram como recomendados para o mamoeiro (MARIN et al., 1995).

A parcela útil consistiu de três plantas centrais, escolhidas ao acaso em caminhamento em W, nas quais quantificou-se a severidade de mancha-de-phoma (SMP) na folha localizada imediatamente abaixo da folha com a axila anexa a primeira flor aberta. A quantificação da severidade foi feita visualmente com auxílio de escala diagramática adotada por VIVAS et al. (2010).

Efetou-se análise de variância conjunta dos dados considerando-se além de cruzamentos, época de avaliação como fonte de variação. Quando constatado efeito significativo da interação genótipo x época, foram conduzidas análises separadas para cada época. As somas de quadrados só foram desmembradas em capacidade específica e geral de combinação quando constatado efeito significativo de genótipo. Além das estimativas de capacidade combinatória, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Scott-knott ao nível de 5% de probabilidade (Dados apresentados no Apêndice A). Nas análises de capacidade combinatória foram incluídos os genitores, os híbridos F₁, assim como os recíprocos, perfazendo o total de p² genótipos. Considerou-se para análise o Modelo 1 de GRIFFING (1956). Todas as análises foram feitas utilizando o programa genes (CRUZ, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se efeito significativo de todas as fontes de variação testadas (genótipo, época de avaliação e interação genótipo x época). Como houve efeito da interação genótipo x época, procedeu-se análises separadas para cada época de avaliação. Observou-se efeito significativo da fonte de variação genótipo para as duas épocas de avaliação (Tabela 1). Para cada época, as somas dos quadrados das médias dos tratamentos (genótipos) foram

decompostas em capacidade geral (CGC) e específica de combinação (CEC) e efeito recíproco (Recíproco), conforme o Modelo 1, proposto por GRIFFING (1956).

Os valores dos quadrados médios referentes à CGC e CEC foram significativos para as características relacionadas à severidade da mancha-de-phoma em folha, notadamente, na segunda avaliação, indicando efeitos gênicos aditivos e não aditivos envolvidos no controle desta característica (Tabela 1).

Nas duas épocas de avaliação não houve significância do efeito de recíproco (Tabela 1), indicando que a direção em que se faz o cruzamento não interfere na resistência observada no híbrido. A não ocorrência de efeito recíproco permite ao pesquisador trabalhar com um número menor de cruzamentos, uma vez que não há influência de qual genitor que será utilizado como masculino e feminino sobre a manifestação da característica.

A significância para CGC indica que efeitos gênicos aditivos estão envolvidos. A existência de efeitos gênicos aditivos para a característica avaliada indica a possibilidade de obtenção de novas cultivares a partir de cruzamentos com os genitores testados (RAMALHO *et al.*, 1993). Desta forma, os genitores com valores mais elevados de CGC poderão ser selecionados para compor programas de melhoramento genético, no qual o objetivo é a seleção de linhagens derivadas de populações segregantes a partir de cruzamentos com os parentais testados (CARVALHO *et al.*, 1999). Uma vez que se está trabalhando com resistência genética, os genótipos que apresentam CGC negativas são potencialmente superiores quanto à sua contribuição em programas de melhoramento. Desta forma, os genótipos ‘Maradol’ ‘JS12-N’, ‘Sekati’ e ‘São Mateus’ apresentaram as melhores estimativas de capacidade geral de combinação, nas duas épocas de avaliação, enquanto os genótipos ‘JS-12-4’ e ‘Sekati’ apresentaram estimativa negativa de capacidade geral de combinação quando avaliados, respectivamente, na primeira e na segunda época de avaliação deste experimento (Tabela 2).

Segundo GRIFFING (1956), as melhores combinações devem possuir altos valores de capacidade específica de combinação e altas estimativas de CGC. BASTOS et al. (2003) relatam que efeitos relacionados à CEC enfatizam a importância de interações não aditivas resultantes de complementações gênicas entre os parentais, possibilitando antever respostas de ganho genético com a exploração da heterose. Considerando o objetivo do trabalho (resistência genética), as combinações mais favoráveis devem ser, portanto, aquelas que apresentarem menores estimativas de capacidade específica de combinação.

Considerando a estimativa de capacidade específica de combinação na primeira época de avaliação, os híbridos com valores negativos para severidade de mancha-de-phoma em folha foram: 'Maradol x Sekati' (-0,236), 'Maradol x Golden' (-1,181), 'Maradol x Sunrise Solo 72/12' (-0,408), 'Maradol x São Mateus' (-1,318), 'JS 12-N x Sekati' (-0,190), 'JS 12-N x Golden' (-0,235), 'JS 12-4 x Sekati' (-0,410), 'JS 12-4 x Waimanalo' (-0,431), 'Sekati x Waimanalo' (-0,490), 'Waimanalo x Golden' (-0,600), 'Waimanalo x São Mateus' (-0,062), 'Golden x Sunrise Solo 72/12' (-0,691) e 'Golden x São Mateus' (-0,426). Na segunda época de avaliação, os 16 híbridos que apresentaram estimativas negativas de capacidade específica de combinação foram: 'Maradol x JS 12-N' (-0,073), 'Maradol x Waimanalo' (-0,647), 'Maradol x Golden' (-0,181), 'Maradol x Sunrise Solo 72/12' (-0,117), 'JS 12-N x JS 12-4' (-0,064), 'JS 12-N x Golden' (-0,715), 'JS 12-N x Sunrise Solo 72/12' (-0,460), 'JS 12-4 x Waimanalo' (-0,638), 'JS 12-4 x Golden' (-0,203), 'Sekati x Waimanalo' (-0,192), 'Sekati x Golden' (-0,671), 'Waimanalo x Golden' (-0,374), 'Waimanalo x São Mateus' (-0,185), 'Golden x Sunrise Solo 72/12' (-0,214), 'Golden x São Mateus' (-0,424) e 'Sunrise Solo 72/12 x São Mateus' (-0,315) (Tabela 3).

Das estimativas de capacidade específica de combinação dos híbridos, considerando as duas épocas de avaliação, os que apresentaram valores negativos de CEC para severidade de mancha-de-phoma em folha foram: 'Maradol x Golden', 'Maradol x

Sunrise Solo 72/12', 'JS12-N x Golden', 'JS12-4 x Waimanalo', 'Sekati x Waimanalo', 'Waimanalo x Golden', 'Waimanalo x São Mateus', 'Golden x Sunrise Solo 72/12' e 'Golden x São Mateus'.

Dos híbridos supracitados, IDE *et al.* (2009) apontaram que 'Golden x JS12-N' resultou em plantas com alta inserção do primeiro fruto, se comparado com os outros híbridos. Ademais, produziu um número grande de frutos e com peso médio elevado, resultando em plantas com alto rendimento. Porém, apresentou baixos valores de sólidos solúveis totais e firmeza de polpa. Os autores identificaram, ainda, que o cruzamento entre o testador 'JS 12' e genótipo 'São Mateus' pode ser usado em seleção devido às boas características morfológicas, de rendimento e qualidade.

MARIN *et al.* (2006) afirmam que o genótipo 'Waimanalo' apresenta tendência de maior contribuição genética para aumento do peso do fruto. Os mesmos autores afirmam, ainda, que o genótipo 'Maradol' demonstrou tendência de maior contribuição genética para o aumento do peso do fruto, enquanto 'Sunrise Solo 72/12' poderá ser utilizado visando à obtenção de híbridos com menor peso.

Com base nos dados obtidos, acredita-se que a característica que confere resistência à mancha-de-phoma apresenta herança poligênica e genes agindo de forma independente e aventa-se possibilidade de se explorar heterose. Desta forma, o tipo de resistência que se pretende buscar acredita-se ser mais durável. O que não impede que a população do patógeno possa se adaptar ao novo genótipo ao longo do tempo, no caso de um plantio extenso e intensivo de um determinado híbrido. Novos estudos deverão ser conduzidos no sentido de se estudar a herança da resistência dos híbridos mais promissores, bem como a variabilidade do patógeno quanto à virulência.

Conclusão

As estimativas de capacidade combinatória podem ser usadas para selecionar genitores e híbridos potencialmente promissores para gerar cultivares mais resistentes a *P. caricae-papayae*. Com base nos resultados, pode-se destacar os genitores ‘Maradol’ ‘JS12-N’, ‘Sekati’ e ‘São Mateus’ e seus respectivos híbridos ‘Maradol x Golden’, ‘Maradol x Sunrise Solo 72/12’, ‘JS12-N x Golden’, ‘Sekati x Waimanalo’, ‘Waimanalo x São Mateus’ e ‘Golden x São Mateus’.

Agradecimentos

A Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) e a Caliman Agrícola S/A pelo suporte financeiro e logístico.

REFERÊNCIA

- ALVAREZ, A.M. & NISHIJIMA, W.T. Post harvest diseases of papaya. **Plant Disease**, v.71, p.681-686, 1987. Disponível em: <http://www.apsnet.org/publications/PlantDisease/BackIssues/Documents/1987Articles/PlantDisease71n08_681.pdf> Acesso em 23 abr. 2012.
- AVESKAMP, M.M. et al. Highlights of the Didymellaceae: A polyphasic approach to characterise Phoma and related pleosporalean genera. **Studies in Mycology** vol. 65, p.1–60, 2010.

- BASTOS, I.T. et al. Análise dialélica em clones de cana-de-açúcar. **Bragantia**, v.62, p.199-206, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052003000200004&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 14 dez. 2011. doi: 10.1590/S0006-87052003000200004.
- CARVALHO, A.C.P.P. et al. Capacidade de combinação para oito caracteres agronômicos em cultivares de feijão-de-vagem de crescimento determinado. **Horticultura Brasileira**, v.17, p.102-105, 1999.
- CRUZ, C.D. et al. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético II**. Viçosa: Editora UFV, 2004. 480p.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes, biometria**. Viçosa: Editora UFV, 2006, 377p.
- GRIFFING, B.A. concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, v.9, p.463-493, 1956. Disponível em: <http://www.publish.csiro.au/?act=view_file&file_id=BI9560463.pdf>. Acesso em 30 jan. 2009. doi: 10.1071/BI9560463.
- IDE, C.D. et al. Use of testers for combining ability and selection of papaya hybrids. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.9, p.60-66, 2009. Disponível em: <<http://www.sbmp.org.br/cbab/siscbab/modules/news/article.php?storyid=589>> Acesso em 12 de fev. 2009.
- LIBERATO, J.R.; COSTA, H. Incidência de antracnose e podridão peduncular em frutos de mamoeiro em Linhares, ES. **Fitopatologia Brasileira**, v.22, p.276, 1997 (suplemento).
- LIBERATO, J.R.; TATAGIBA, J.S. Avaliação de fungicidas in vitro e em pós-colheita para o controle da antracnose e da podridão peduncular em frutos de mamão. **Summa Phytopathologica**, v.26, p.409-414, 2001.

MARIN, S.L.D. et al. Partial diallel to evaluate the combining ability for economically important traits of papaya. **Scientia Agricola**, v.63, p.540-546, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162006000600005&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 20 mar. 2008. doi: 10.1590/S0103-90162006000600005.

MARIN, S.L.D. et al. **Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos Solo e Formosa no Estado do Espírito Santo**. 4ª ed. Vitória: EMCAPA, 1995. Circular Técnica 3.

RAMALHO, M.A.P. et al. **Genética quantitativa em plantas autógamas, aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: Editora da UFG, 1993, 271 p.

REZENDE, J.A.M.; MARTINS, M.C. Doenças do Mamoeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (eds.). **Manual de fitopatologia. Doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Ceres, 2005, v.2, p. 435-443.

SANCHEZ, M. et al. Fatores determinantes do dano de *Phoma caricae-papayae* ao fruto do mamoeiro (*Carica papaya*) e detecção de resistência ao fungo em *Carica gaudotiana*. **Fitopatologia Brasileira**, v.16, p.121-129, 1991.

SUZUKI, M.S. et al. Progresso de doenças fúngicas e correlação com variáveis climáticas em mamoeiro. **Summa Phytopathologica**, v.33, p.167-177, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-54052007000200011&lng=en&nrm=iso&tlng=pt> Acesso em 20 de nov. de 2011. doi: 10.1590/S0100-54052007000200011.

VIVAS, M. Reação de germoplasma e híbridos de mamoeiro à mancha-de-phoma (*Phoma caricae-papayae*) em condições de campo **Tropical Plant Pathology**, v.35, p.323-328, 2010. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-

[56762010000500009&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/S1982-56762010000500009&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)> Acesso em 20 de março de 2011. doi:
10.1590/S1982-56762010000500009

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

Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-70332011000100005&lng=pt&nrm=iso&tlng=en)

[70332011000100005&lng=pt &nrm= iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-70332011000100005&lng=pt&nrm=iso&tlng=en)> Acesso em 20 de março de 2011. doi:

10.1590/S1984-70332011000100005

Tabela 1. Estimativas dos quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC), da capacidade específica de combinação (CEC), do efeito recíproco (E. Rec) e do erro, e média dos quadrados dos efeitos para severidade de mancha-de-phoma em folha de mamoeiro em duas épocas de avaliação, de acordo com o Método 1, Modelo 1, de Griffing. Linhares, Espírito Santo, 2010.

FONTE DE VARIACÃO	GRAU DE LIBERDADE	QUADRADO MÉDIO	
		ÉPOCA I	ÉPOCA II
Genótipo	63	3,3699**	2,7118**
C.G.C.	7	9,4563**	9,4839**
C.E.C.	28	2,8884 ^{ns}	2,6268**
Recíproco	28	2,3297 ^{ns}	1,1037 ^{ns}
Resíduo	189	2,0833	1,0156
Média dos quadrados dos efeitos			
	C.G.C.	0,1152	0,1323
	C.E.C.	0,2013	0,4028
	Recíproco	0,0308	0,0110
	Resíduo	2,0833	1,0156

**Significativo no nível de 1% pelo teste F; *Significativo no nível de 5% pelo teste F; e^{ns} Não significativo pelo teste F.

Tabela 2. Estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação para severidade de mancha-de-phoma estimada em folha (SMP) em duas épocas de avaliação, de oito genitores de mamoeiro. Linhares, Espírito Santo, 2010.

GENITOR	Capacidade Geral de Combinação	
	ÉPOCA I	ÉPOCA II
'Maradol'	-0,204	-0,545
'JS 12-N'	-0,300	-0,072
'JS 12-4'	-0,545	0,011
'Sekati'	0,009	-0,215
'Waimanalo'	0,055	0,622
'Golden'	0,499	0,371
'Sunrise Solo 72/12'	0,586	0,187
'São Mateus'	-0,099	-0,358
DP (Gi)	0,168	0,118
DP (Gi-Gj)	0,255	0,178

Tabela 3. Estimativas dos efeitos de capacidade específica de combinação resultantes do cruzamento entre genitores de mamão quanto à severidade da mancha-de-phoma estimada em folha.

HÍBRIDO AVALIADO	ÉPOCA I		ÉPOCA II	
	F _{1s}	Recíproco	F _{1s}	Recíproco
‘Maradol x JS 12-N’	0,968	0,095	-0,073	0,045
‘Maradol x JS 12-4’	0,468	0,690	0,064	0,165
‘Maradol x Sekati’	-0,236	0,810	0,255	-0,150
‘Maradol x Waimanalo’	0,532	0,315	-0,647	0,245
‘Maradol x Golden’	-0,181	0,875	-0,181	0,430
‘Maradol x Sunrise Solo 72/12’	-0,408	-0,185	-0,117	0,090
‘Maradol x São Mateus’	-1,318	0,460	0,173	0,165
‘JS 12-N x JS 12-4’	0,030	0,055	-0,064	0,410
‘JS 12-N x Sekati’	-0,190	-0,100	0,017	-0,075
‘JS 12-N x Waimanalo’	0,014	-0,690	1,230	1,005
‘JS 12-N x Golden’	-0,235	0,875	-0,715	0,090
‘JS 12-N x Sunrise Solo 72/12’	0,554	-0,130	-0,460	-0,080
‘JS 12-N x São Mateus’	0,029	0,130	0,115	0,500
‘JS 12-4 x Sekati’	-0,410	-0,015	0,604	0,365
‘JS 12-4 x Waimanalo’	-0,431	-0,470	-0,638	-0,050
‘JS 12-4 x Golden’	0,100	0,605	-0,203	0,095
‘JS 12-4 x Sunrise Solo 72/12’	0,064	-0,655	0,157	0,780
‘JS 12-4 x São Mateus’	0,879	1,235	0,007	0,015
‘Sekati x Waimanalo’	-0,490	-0,395	-0,192	-0,820
‘Sekati x Golden’	0,631	0,100	-0,671	-0,160
‘Sekati x Sunrise Solo 72/12’	0,034	0,120	0,073	0,260
‘Sekati x São Mateus’	0,569	0,420	0,118	0,030
‘Waimanalo x Golden’	-0,600	0,095	-0,374	0,175
‘Waimanalo x Sunrise Solo 72/12’	0,178	0,290	0,495	0,670
‘Waimanalo x São Mateus’	-0,062	0,015	-0,185	-0,235
‘Golden x Sunrise Solo 72/12’	-0,691	0,185	-0,214	0,100
‘Golden x São Mateus’	-0,426	-1,235	-0,424	0,135
‘Sunrise Solo 72/12 x São Mateus’	0,772	0,250	-0,315	-0,315
DP (Sij) e DP (Rij)	0,451	0,510	0,315	0,356
DP (Sij-Skl) e DP (Rij-Rkl)	0,625	0,722	0,436	0,504

3.5. Capacidade Combinatória em mamoeiro para resistência à oídio*

MARCELO VIVAS^I; SILVALDO FELIPE DA SILVEIRA^I; DEISY LÚCIA CARDOSO^{II}, MESSIAS GONZAGA PEREIRA^{II}, JANIÉLI MAGANHA SILVA VIVAS^I; Geraldo Antônio Ferreguetti^{III}.

^ILaboratório de Entomologia e Fitopatologia; ^{II}Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Avenida Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia, 28.013-602, Campos dos Goytacazes, RJ; Brasil,

^{III}Caliman Agrícola SA, 29.900-970, Linhares, ES, Brasil.

Resumo

A resistência genética constitui alternativa sustentável para o controle do oídio na cultura do mamoeiro. Objetivando indicar possíveis combinações híbridas que contribuam para a redução da severidade de oídio em folha de mamoeiro, foi realizado um cruzamento dialélico envolvendo oito genótipos, sendo quatro do grupo 'Solo' e quatro do grupo 'Formosa'. Os 56 híbridos (F1's e recíprocos) juntamente com seus genitores, foram

*Parte da Tese de doutora aceita para publicação na revista Bragantia.

avaliados em blocos casualizados com quatro repetições. A severidade do oídio na folha foi quantificada em março e maio de 2010, respectivamente, 11 e 13 meses após o plantio. Com a média de cada tratamento, foram estimadas as capacidades geral e específica de combinação. Assim, considerando as estimativas da capacidade combinatória obtidas com base na média das duas avaliações, as melhores combinações para os genitores avaliados quanto à severidade do oídio foram ‘Maradol x Waimanalo’, ‘Maradol x Sunrise Solo 72/12’, ‘JS 12-4 x São Mateus’, ‘Sekati x Waimanalo’, ‘Sekati x Golden’, ‘Sekati x Sunrise Solo 72/12’, ‘Sekati x São Mateus’, ‘Waimanalo x São Mateus’ e ‘Golden x São Mateus’. Os resultados evidenciam, ainda, a possibilidade de obtenção de híbridos com potencial para redução da severidade do oídio provenientes de cruzamentos entre genótipos dos grupos ‘Solo’ e ‘Formosa’ e também em cruzamentos dentro do grupo ‘Solo’.

Palavras-chave: *Streptopodium caricae*, *Carica papaya*, hibridação.

Combining ability and heterosis for resistance to powdery-mildew in papaya

Abstract

Genetic resistance represents a sustainable alternative to control powdery-mildew in papaya crop. Diallelic crosses were performed among eight papaya genotypes, belonging to ‘Solo’ and ‘Formosa’ heterotic groups, four from each one with aiming to indicate possible hybrid combinations that contribute to reducing the severity of powdery-mildew on leaf. The 56 hybrid combinations (F1's and reciprocals) along with their parents were evaluated in a randomized complete block design with four replications. Powdery-mildew severity on leaves was measured in March and May 2010, respectively, 11 and 13 months after planting. The general and specific combining ability were estimated from the severity

data. Thus, considering the estimates of combining ability, the hybrids 'Maradol x Waimanalo', 'Maradol x Sunrise Solo 72/12', 'JS 12-4 x São Mateus', 'Sekati x Waimanalo', 'Sekati x Golden', 'Sekati x Sunrise Solo 72/12', 'Sekati x São Mateus', 'Waimanalo x São Mateus' e 'Golden x São Mateus' are the best combinations for the parents assessed to the severity of powdery-mildew. The results also show the possibility of obtaining hybrids with potential for reducing the severity of powdery-mildew, from crosses between genotypes of the groups 'Solo' and 'Formosa' and at crossings within the 'Solo' group.

Key words: *Streptopodium caricae*, *Carica papaya*, hybridization.

1. INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma das fruteiras tropicais de maior importância no Brasil. O mamão é a sétima fruta “in natura” mais exportada no País, sendo cultivado em cerca de 30 mil hectares, que estão concentrados nos estados do Espírito Santo, Bahia, Ceará e Rio Grande do Norte (AGRIANUAL, 2011). Apesar da grande importância que a cultura representa, o país ainda carece de variedades e/ou híbridos que atendam as exigências do mercado consumidor e que agreguem, além de características de alta produtividade e qualidade de frutos, a resistência às principais doenças que acometem a cultura do mamoeiro.

No Brasil, a cultura tem sido descrita como hospedeira de duas espécies de oídio: *Phyllactinia caricaefolia* Viégas (VIÉGAS, 1944) e *Streptopodium caricae* Liberato & R.W. Barreto (LIBERATO et al., 2004). *S. caricae* é a espécie comumente observada ocasionando sintomas de oídio em folhas de mamoeiro na região norte do Espírito Santo (LIBERATO et al., 2004). TATAGIBA et al. (2002) descreveram que os sintomas do oídio restringem-se ao

limbo foliar, que apresenta áreas cloróticas de formato irregular na face adaxial as quais, posteriormente, amarelecem prematuramente, podendo coalescer e atingir grande extensão do limbo. Nas áreas atacadas na superfície abaxial das folhas, surgem pontos encharcados onde se desenvolvem micélio e frutificações do patógeno, muito tênues, podendo formar uma massa pulverulenta branco-acinzentada, em alguns casos (TATAGIBA et al., 2002).

O oídio ocorre durante todo o ano. Em condições de favorabilidade climática vem exigindo o controle químico. Visando-se reduzir a dependência da cultura do mamoeiro em relação aos fungicidas convencionais, pesquisas têm sido direcionadas visando-se a seleção de material genético resistente à mancha-de-phoma (VIVAS et al., 2010; 2011) e à pinta-preta (VIVAS et al., 2011; 2012). Todavia, faltam informações quanto à resistência de mamoeiro a oídio e mais especificamente a *S. caricae*. Torna-se, portanto, imprescindível o conhecimento do comportamento dos genótipos disponível, tanto ‘per se’, quanto em combinação. Nesse sentido, os sistemas de cruzamentos em esquema dialélicos se mostram bastante eficiente em avaliar os cultivares, pois, além de indicar os melhores híbridos, auxiliam na escolha dos genitores mais promissores para serem utilizados no programa de hibridação (CRUZ e REGAZZI, 2001).

Desse modo, no presente estudo, objetivou-se avaliar, por meio de cruzamento dialélicos, a capacidade geral e específica de combinação de oito genitores de mamoeiro, visando indicar possíveis combinações híbridas que contribuam para reduzir a severidade do oídio em folha de mamoeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento foi realizado em esquema de dialelo completo entre oito genitores, quatro do grupo ‘Formosa’ (‘Maradol’, ‘JS12-N’, ‘JS12-4’ e ‘Sekati’) e quatro do grupo ‘Solo’ (‘Waimanalo’, ‘Golden’, ‘Sunrise Solo 72-12’ e ‘São Mateus’). O experimento foi

conduzido em meados do mês de Abril de 2009 na empresa Caliman Agrícola S/A, em Linhares (ES).

As 56 combinações (F_1 's e recíprocos) e seus respectivos genitores foram avaliados em delineamento estatístico em blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo cada parcela composta de 10 plantas (duas fileiras de cinco plantas cada). Utilizou-se o espaçamento de 2,0 x 1,8 m. Entre tratamentos, lateralmente, adotou-se o espaçamento de 3,6 m. Foram consideradas úteis nas avaliações as três plantas centrais de cada fileira. A irrigação, do tipo microaspersão, foi realizada conforme as necessidades da cultura e os tratos culturais foram como recomendados para o mamoeiro (MARIN et al., 1995).

A severidade do oídio foi quantificada na folha com a axila anexa a primeira flor aberta nos meses de Março e Maio de 2010, respectivamente, 11 e 13 meses após o plantio, utilizando a escala diagramática proposta por SANTOS et al. (2011).

Foi conduzida análise de variância conjunta, considerando-se também a época de avaliação como fonte de variação. As somas de quadrados só foram desmembradas em capacidade específica e geral de combinação quando constatado efeito significativo de genótipo. Além das estimativas de capacidade combinatória, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Scott-knott ao nível de 5% de probabilidade (dados apresentados no apêndice A). Nas análises de capacidade combinatória, foram incluídos os genitores e os híbridos F_1 's com os recíprocos. Considerou-se para análise o Modelo 1 de GRIFFING (1956). Todas as análises foram realizadas no programa genes (CRUZ, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observado efeito da interação entre genótipo e ambiente (época de avaliação). Considerando que não houve interação entre a fonte de variação genótipo e época de avaliação, procedeu-se a decomposição da soma de quadrados de tratamentos em

capacidade específica de combinação (CEC) e capacidade geral de combinação (CGC), bem como em efeito recíproco. (Tabela 1). Pela análise conduzida com base nos dados médios das duas épocas, constatou-se que os valores dos quadrados médios referentes à CGC foram significativos. Por outro lado, os efeitos da CEC e recíproco não, indicando que efeitos gênicos aditivos estão envolvidos no controle da característica. Desta forma, é possível prever a possibilidade de obtenção de novas cultivares ou híbridos a partir desses genótipos.

Outro ponto observado foi a não significância do efeito recíproco para a severidade de oídio, fato este observado em todas as análises realizadas. A não significância do efeito recíproco permite hipotetizar que a direção em que se faz o cruzamento (definição de qual genitor será utilizado como feminino) não influencia na resposta dos híbridos obtido.

Pela tabela 1, constata-se, ainda, que os quadrados médios da CGC foram superiores aos quadrados médios correspondentes a CEC. Em relação às médias dos quadrados dos efeitos, observou-se predominância dos efeitos gênicos aditivos expressos pela comparação dos valores 0,0593 e 0,0009, denotando, assim, que a melhor estratégia a ser adotada é a utilização de melhoramento intrapopulacional a exemplo da seleção massal.

Quanto aos efeitos de CGC, observou-se que os genótipos ‘Maradol’ (-0,495), ‘Sekati’ (-0,085) e ‘São Mateus’ (-0,178) se destacaram por apresentarem estimativas de CGC negativas (Tabela 2). Altos valores de CGC indicam que determinado genitor apresenta grande valor genético, acarretando, desta forma, em combinações desejáveis quando associado com diferentes genitores. No presente estudo, constatou-se que o genitor ‘Maradol’ apresentou grande valor genético. A superioridade deste genótipo já foi observada para resistência a outras doenças foliares (VIVAS et al., 2010; 2011; 2012) e características morfoagronômicas (MARIN et al., 2006). Desta forma, vislumbra-se a possibilidade de seleção de cultivares superiores advindas de cruzamentos que envolvam ‘Maradol’.

Considerando as estimativas de CEC, observaram-se estimativas negativas de CEC para as 13 combinações híbridas (Tabela 3): ‘Maradol x Waimanalo’ (- 0,329), ‘Maradol x Sunrise Solo 72/12’ (- 0,075), ‘JS 12-N x Golden’ (- 0,254), ‘JS 12-4 x Waimanalo’ (- 0,126), ‘JS 12-4 x Golden’ (- 0,156), ‘JS 12-4 x Sunrise Solo 72/12’ (- 0,277), ‘JS 12-4 x São Mateus’ (- 0,245), ‘Sekati x Waimanalo’ (- 0,264), ‘Sekati x Golden’ (- 0,204), ‘Sekati x Sunrise Solo 72/12’ (- 0,075), ‘Sekati x São Mateus’ (- 0,058), ‘Waimanalo x São Mateus’ (- 0,252) e ‘Golden x São Mateus’ (- 0,122).

Sobre a discriminação híbrida, GRINFFING (1956) preconizou que a melhor combinação deve ser aquela com maior estimativa de CEC e cujos genitores apresentem alta CGC. Assim, considerando as estimativas obtidas com base na média das duas avaliações, as melhores combinações para os genitores avaliados quanto à severidade do oídio foram: ‘Maradol x Waimanalo’ (- 0,329), ‘Maradol x Sunrise Solo 72/12’ (- 0,075), ‘JS 12-4 x São Mateus’ (- 0,245), ‘Sekati x Waimanalo’ (- 0,264), ‘Sekati x Golden’ (- 0,204), ‘Sekati x Sunrise Solo 72/12’ (- 0,075), ‘Sekati x São Mateus’ (- 0,058), ‘Waimanalo x São Mateus’ (- 0,252) e ‘Golden x São Mateus’ (- 0,122).

Dos híbridos citados anteriormente, VIVAS et al. (2011) relatam que ‘Maradol x Sunrise Solo 72/12’ apresentou estimativas negativas de CEC para severidade da pinta-preta em folha e fruto, bem como para mancha-chocolate no fruto. Os mesmos autores relatam que ‘Sekati x Sunrise Solo 72/12’ apresentou estimativas negativas para severidade de mancha-de-phoma em folha e área do fruto lesionada por pinta-preta e mancha-chocolate. Já para ‘JS 12 x São Mateus’, VIVAS et al. (2011) destacaram o potencial para severidade de mancha-de-phoma em folha. Os mesmos autores ainda destacam o híbrido ‘Sekati x Golden’ com potencial para reduzir a severidade da pinta-preta em folha e fruto. Desta forma, evidencia-se a possibilidade de seleção de genótipos com resistência a múltiplas doenças por meio da hibridação, visto que há genitores com níveis maiores de resistência que se comportam com bons doadores para diferentes doenças em estudo.

4. CONCLUSÃO

Os resultados evidenciam a possibilidade de obtenção de híbridos com potencial para redução da severidade do oídio, com destaque para os híbridos ‘Maradol x Waimanalo’, ‘Maradol x Sunrise Solo 72/12’, ‘JS 12-4 x São Mateus’, ‘Sekati x Waimanalo’, ‘Sekati x Golden’, ‘Sekati x Sunrise Solo 72/12’, ‘Sekati x São Mateus’, ‘Waimanalo x São Mateus’ e ‘Golden x São Mateus’.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) e a Caliman Agrícola S/A pelo suporte financeiro e logístico.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira. Mamão**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio. 2011. p.325-332.

CRUZ, C.D. **Programa Genes, biometria**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 377p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2001. 390p.

GRIFFING, B.A. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, v.9, p.463-493, 1956.

LIBERATO, J.R.; BARRETO, R.W.; LOURO, R.P. *Streptopodium caricae* sp. nov, with a discussion on powdery mildew of papaya and an emended description of the genus *Streptopodium* and of *Oidium caricae*. **Mycological Research**, v.108, p.1185-1194. 2004.

MARIN, S.L.D.; PEREIRA, M.G.; AMARAL JUNIOR, A.T.; MARTELLETO, L.A.P.; IDE, C.D. Partial diallel to evaluate the combining ability for economically important traits of papaya. **Scientia Agrícola**, v.63, p.540-546, 2006.

MARIN, S.L.D.; GOMES, J.A.; SALGADO, J.S.; MARTINS, D.S., FULLIN, E.A **Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos Solo e Formosa no Estado do Espírito Santo**. 4. ed. Vitória: EMCAPA, 1995. 57p. (Circular Técnica 3)

SANTOS, P.H.D.; VIVAS, M.; SILVEIRA, S.F.; SILVA, J.M.; TERRA, C.E.P.S. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade de oídio em folhas de mamoeiro. **Summa Phytopathologica**, v.37, p.215-217, 2011.

TATAGIBA, J.T.; LIBERATO, J.R.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; VENTURA, J.A. Controle químico do oídio do mamoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, p.219-222, 2002.

VIEGAS, A.P. Alguns fungos do Brasil: II. Ascomicetos. **Bragantia**, vol.4, p.5-392 1944.

VIVAS, M.; SILVEIRA, S.F.; TERRA, C.E.P.S.; PEREIRA, M.G. Reação de germoplasma e híbridos de mamoeiro à mancha-de-phoma (*Phoma caricae-papayae*) em condições de campo **Tropical Plant Pathology**, v.35, p.323-328, 2010.

VIVAS, M.; SILVEIRA, S.F.; TERRA, C.E.P.S.; PEREIRA, M.G. Testers for combining ability and selection of papaya hybrids resistant to fungal diseases. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.11, p.36-42, 2011.

VIVAS, M.; SILVEIRA, S.F.; VIVAS, J.M.S.; PEREIRA, M.G. Patometria, parâmetros genéticos e reação de progênies de mamoeiro à pinta-preta. **Bragantia**, v. 71, p.235-238, 2012.

Tabela 1. Estimativas dos quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC), da capacidade específica de combinação (CEC), do efeito recíproco e do erro e média dos quadrados dos efeitos para a severidade do oídio de acordo com o Método 1, Modelo 1, de Griffing. Linhares, Espírito Santo, 2010.

Fonte De Variação	Grau De Liberdade	Quadrado Médio
Genótipos	63	0,8133**
C.G.C.	7	4,1907**
C.E.C.	28	0,4004 ^{ns}
Recíproco	28	0,3813 ^{ns}
Resíduo	189	0,3974
Média dos quadrados dos efeitos		
	C.G.C.	0,0593
	C.E.C.	0,0009
	Recíproco	-0,0020
	Resíduo	0,3974

**Significativo no nível de 1% pelo teste F, ^{ns} Não significativo pelo teste F.

Tabela 2. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (CGC) para severidade do oídio de oito genitores de mamoeiro. Linhares, ES, 2010.

GENITOR	CGC
'Maradol'	-0,495
'JS 12-N'	0,014
'JS 12-4'	0,047
'Sekati'	-0,085
'Waimanalo'	0,314
'Golden'	0,184
'Sunrise Solo 72/12'	0,200
'São Mateus'	-0,178
DP (Gi)	0,073
DP (Gi-Gj)	0,111

Tabela 3. Estimativa dos efeitos de capacidade específica de combinação (C.E.C) e do efeito recíproco (REC.) estimadas em híbridos resultante do cruzamento entre genitores de mamão quanto à severidade do oídio. Linhares, ES, 2010.

Híbridos	Média das Épocas	
	C.E.C.	Rec.
'Maradol x JS 12-N'	0,005	0,225
'Maradol x JS 12-4'	0,103	0,165
'Maradol x Sekati'	0,015	0,165
'Maradol x Waimanalo'	-0,329	0,140
'Maradol x Golden'	0,246	0,265
'Maradol x Sunrise Solo 72/12'	-0,075	-0,330
'Maradol x São Mateus'	0,067	0,115
'JS 12-N x JS 12-4'	0,063	0,315
'JS 12-N x Sekati'	0,295	-0,045
'JS 12-N x Waimanalo'	0,086	-0,265
'JS 12-N x Golden'	-0,254	0,185
'JS 12-N x Sunrise Solo 72/12'	0,030	-0,095
'JS 12-N x São Mateus'	0,073	0,150
'JS 12-4 x Sekati'	0,493	0,195
'JS 12-4 x Waimanalo'	-0,126	0,105
'JS 12-4 x Golden'	-0,156	0,315
'JS 12-4 x Sunrise Solo 72/12'	-0,277	-0,070
'JS 12-4 x São Mateus'	-0,245	0,445
'Sekati x Waimanalo'	-0,264	-0,105
'Sekati x Golden'	-0,204	-0,065
'Sekati x Sunrise Solo 72/12'	-0,075	-0,120
'Sekati x São Mateus'	-0,058	-0,220
'Waimanalo x Golden'	0,377	-0,265
'Waimanalo x Sunrise Solo 72/12'	0,096	0,070
'Waimanalo x São Mateus'	-0,252	0,265
'Golden x Sunrise Solo 72/12'	0,111	0,275
'Golden x São Mateus'	-0,122	-0,355
'Sunrise Solo 72/12 x São Mateus'	0,232	0,065
DP (Sij) e DP (Rij)	0,197	0,223
DP (Sij-Skl) e DP (Rij-Rkl)	0,273	0,315

3.6. Herança da resistência de mamoeiro a doenças fúngicas com base em análise dialélica de Hayman

3.6.1. RESUMO

Neste trabalho, em experimentos de campo, foram estimados parâmetros genéticos e estudou-se a herança da resistência de mamoeiro à pinta-preta, oídio e mancha-de-phoma, por meio de cruzamento dialélico. Quantificaram-se as severidades de pinta-preta em folha (SPP) e no fruto (PPF) e a severidade de oídio (SOM) e mancha-de-phoma (SMP) em folha. Somente SOM, SPP e PPF tiveram ausência de significância nos três testes de suficiência do modelo aditivo-dominante. Observou-se a existência de pelo menos quatro genes ou blocos gênicos com dominância para SOM e ao menos um para SPP e PPF. Para SOM, os efeitos gênicos aditivos foram mais importantes. Por sua vez, tanto para SPP quanto para PPF, efeitos gênicos aditivos e não aditivos foram importantes. Constatou-se efeito de dominância parcial para SOM e dominância completa para SPP e PPF. 'Sekati' foi o genitor que apresentou a maior concentração de alelos favoráveis para a redução da intensidade de pinta-preta e oídio.

3.6.2. Abstract

This study aimed to estimate genetic parameters and to study the inheritance of resistance to papaya black-spot, powdery-mildew and phoma-spot through diallel cross. Quantified the severity of black-spot in leaf (BSL) and fruit (BSF) and severity of powdery-mildew (SPM) and phoma-spot (SPS) in leaf. Only BSL, BSF and SPM had no significant sufficiency in all three tests the additive-dominant model. The estimated numbers of genes or gene blocks with dominance indicated the existence of at least four genes or gene blocks to SPM and at least one for BSL and BSF. For SPM additive gene effects were more important. By the way, both to the BSL and BSF, additives and non-additive gene effects were important. It was observed effect of partial dominance for SPM and complete dominance for BSL and BSF, to the traits control. The parent 'Sekati' was presented the highest concentration of favorable alleles for the reduction of the intensity of black spot and powdery mildew.

3.6.3. INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma das plantas tropicais de maior importância na produção nacional e mundial de fruteiras, sendo cultivado em diversos Estados brasileiros. Segundo Silva et al. (2007), a falta de alternativas de variedades e híbridos comerciais que atendam às exigências tanto ao mercado interno quanto ao externo é um dos problemas mais importantes que limitam a expansão do cultivo do mamoeiro no Brasil. Dentre as exigências, ressalta-se a necessidade de genótipos comerciais resistentes às principais doenças da cultura. A cultura tem sido descrita como hospedeira de quatro espécies de oídio. No entanto, Liberato et al. (2004) relataram que a espécie *Streptopodium caricae* Liberato & R.W. Barreto é a mais comumente observada, ocasionando sintoma de oídio em folhas de mamoeiro, principalmente na região norte do Estado do Espírito Santo. Nesta região, a doença ocorre ao longo do ano e, em ocasiões de favorecimento climático, tem requerido o controle químico para a redução de seus

sintomas (Tatagiba et al., 2002).

Além de oídio, a pinta-preta e a mancha-de-phoma são doenças comumente observadas em mamoeiros, ocasionando perdas econômicas significativas (Vivas et al., 2011). A pinta-preta, causada por *Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl, atualmente vem se constituindo na principal doença fúngica da cultura. A doença reduz a área fotossintética das folhas e, principalmente, deprecia os frutos ainda verdes (Rezende & Martins, 2005) acarretando em prejuízos na produção e comercialização da fruta. Santos & Barreto (2003) relatam perdas de 30% na comercialização de mamão em São Paulo. A mancha-de-phoma, ocasionada por *Stagonosporopsis caricae* (Sydow & P. Sydow) Aveskamp, Gruyter & Verkley, (Syn. *Phoma caricae-papayae* (Tarr) Punith) (Aveskamp et al., 2010) é considerada a segunda doença mais importante em pós-colheita no Brasil (Rezende & Martins, 2005). A doença tem exigido controle químico nas áreas comerciais da cultura, no município de Linhares, Estado do Espírito Santo.

Como inexitem genótipos resistentes a estas doenças, a pulverização com fungicidas tornou-se a principal medida de controle empregada. Porém, resíduos de agrotóxicos têm sido um entrave à exportação de mamão e a dependência da cultura com relação ao controle químico convencional acarreta em *marketing* negativo a exportação de frutas brasileiras. Já o plantio de variedades resistentes a doenças, obtidos pelo melhoramento genético da cultura desponta como uma alternativa atraente para a produção sustentável da cultura, com menor impacto ao meio ambiente.

O conhecimento da natureza e do controle genético de um caráter é fundamental para a condução eficiente de um programa de melhoramento, orientando na escolha do melhor procedimento de seleção e dos métodos de melhoramento mais eficientes na condução das populações segregantes (Vencovsky & Barriga, 1992; Cruz et al., 2004). Entre os delineamentos genéticos disponíveis, os cruzamentos dialélicos se destacam, provendo estimativas úteis na seleção de genitores para hibridação e no entendimento dos efeitos genéticos envolvidos na determinação dos caracteres (Cruz et al., 2004).

Entre os métodos de análise dialélica disponíveis, o proposto por Hayman (1954a, 1954b) não se baseia em modelos previamente estabelecidos, mas no conhecimento da natureza ambiental e genética de estatísticas (médias,

variâncias, covariâncias) obtidas a partir de uma tabela dialélica. O procedimento de Hayman (1954a, 1954b) fornece informações sobre o controle genético do caráter em estudo, dos valores genéticos de genitores e dos limites de seleção dos caracteres em estudo (Vencovsky & Barriga, 1992; Cruz et al., 2004).

Este trabalho, pioneiro no estudo de herança em mamoeiro utilizando análise dialélica de Hayman, teve por objetivo determinar o controle gênico de características relacionadas à resistência de mamoeiro a oídio, pinta-preta e mancha-de-phoma, em um dialelo com oito linhagens de mamoeiro, tendo como propósito principal a obtenção de inferências genético-estatísticas para a implementação de futuros programas de melhoramento voltados à obtenção de materiais resistentes.

3.6.4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado no ano de 2009, na empresa Caliman Agrícola S/A, em Linhares, ES. As 56 combinações (F_1 's e recíprocos) mais os oito genitores, quatro do grupo 'Formosa' ('Maradol', 'JS12-N', 'JS12-4' e 'Sekati') e quatro do grupo 'Solo' ('Waimanalo', 'Golden', 'Sunrise Solo 72-12' e 'São Mateus') – foram avaliadas em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo cada parcela composta por 10 plantas (duas fileiras de cinco plantas cada). O espaçamento entre plantas foi de 3,6 x 2,0 x 1,8 m.

A parcela útil consistiu de três plantas centrais, escolhidas ao acaso, nas quais, quantificou-se, em março e maio de 2010, com o auxílio de escala diagramática, as severidades de mancha-de-phoma, pinta-preta e oídio em folha (Vivas et al., 2010a; Vivas et al., 2011; Santos et al., 2011), bem como a severidade de pinta-preta em fruto (Vivas et al., 2010b). A Severidade de mancha-de-phoma foi estimada na folha localizada abaixo da folha com a axila do pecíolo anexo a flor recém-aberta. As severidades de oídio e pinta-preta em folha foram estimadas na folha com a axila do pecíolo anexa a flor recém-aberta. A severidade de pinta-preta em fruto foi estimada no fruto no estágio 1 de maturação (início de manchas amareladas na casca).

Efetou-se análise de variância conjunta dos dados, considerando-se além dos cruzamentos, a época de avaliação como fontes de variação. Quando constatado efeito significativo da interação genótipo x época, foram realizadas análises separadas para cada época. Quando não constatada significância da interação, trabalhou-se com as médias das duas avaliações. Além das estimativas de ação gênica, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Scott-knott, ao nível de 5% de probabilidade (Dados apresentados no apêndice A).

O uso do método proposto por Jinks & Hayman (1953) e Hayman (1954^a; 1954^b) exige as seguintes pressuposições: segregação diplóide; genitores homozigóticos; ausência de efeito materno; ausência de alelismo múltiplo; genes distribuídos independentemente entre os genitores; e ausência de epistasia. De maneira conjunta, as falhas nas pressuposições foram avaliadas por testes de suficiência do modelo aditivo-dominante.

Nas variáveis que evidenciaram a viabilidade de utilização do modelo aditivo-dominante no estudo genético, foram estimados, a partir das estatísticas obtidas da tabela dialélica, os seguintes componentes genéticos e ambiental: $\hat{\epsilon}$ - componente de variância ambiental; \hat{D} - componente de variância associado aos efeitos aditivos; \hat{H}_1 e \hat{H}_2 - componentes de variância associados aos desvios de dominância; \hat{h}^2 - componente quadrático determinado pela diferença de média entre híbridos e pais; \hat{F} - componente associado à covariância entre efeitos aditivos e não-aditivos; e $\hat{D} - \hat{H}_1$ - componente que expressa a diferença entre efeitos gênicos aditivos e dominantes.

Também foram estimados os seguintes parâmetros genéticos: $\sqrt{\hat{H}_1 / \hat{D}}$ - grau médio de dominância; $\hat{H}_2 / 4\hat{H}_1$ - distância dos alelos (simetria); \hat{K}_D / \hat{K}_R - relação dominante/recessivo; \hat{h}^2 / \hat{H}_2 - número de genes com dominância; \hat{h}^2_R - coeficiente de determinação no sentido restrito; \hat{h}^2_A - coeficiente de determinação no sentido amplo; correlações entre os valores médios dos genitores (\bar{Y}_{rr}) e da soma da covariância, entre médias dos genitores e médias da résima linha (\hat{W}_r), e da variância entre médias da résima linha (\hat{V}_r); valores esperados das coordenadas $\hat{W}_R; \hat{V}_R$ e $\hat{W}_D; \hat{V}_D$; e valor predito para o genitor com máxima concentração de alelos dominantes (\hat{Y}_D) e recessivos (\hat{Y}_R). O significado dos

componentes e parâmetros é explicado por Hayman (1954b) e Cruz et al. (2004). Todas as análises foram feitas utilizando os recursos computacionais do programa GENES (Cruz, 2006).

3.6.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das variáveis avaliadas, observou-se efeito significativo de todas as fontes de variação testadas (genótipo, época de avaliação e interação entre os dois fatores), para severidade de pinta-preta em folha e em fruto e para severidade de mancha-de-phoma em folha. Desta forma, procederam-se análises individuais para cada época de avaliação. Por outro lado, para severidade de oídio em folha, não foi observado efeito da interação genótipo x época. Assim, os dados médios das duas épocas de avaliação foram utilizados para as análises individuais.

Considerando as análises de variâncias individuais, observou-se que para oídio (SOM) e mancha-de-phoma na primeira (SMP1) e segunda época (SMP2), houve significância do efeito de genótipos a 5% de significância pelo teste F. Já para severidade de pinta-preta em folha (SPPFo), observou-se efeito significativo de genótipo apenas na segunda época de avaliação e, portanto, para SPP apenas a segunda época foi considerada nas análises. Por sua vez, para pinta-preta em fruto (SPPFr), houve efeito significativo de genótipo apenas na primeira época de avaliação. De tal modo, para esta característica apenas a primeira época foi considerada nas análises.

As restrições impostas na utilização do método de Hayman (1954a; 1954b) foram avaliadas por testes de suficiência do modelo aditivo-dominante, com base na heterogeneidade de $\hat{W}_i - \hat{V}_i$. Na Tabela 1 são apresentados os resultados da aplicação de três testes na avaliação da adequação dos dados ao modelo aditivo-dominante das características avaliadas. As características SOM, SPPFo e SPPFr revelaram ausência de significância nos três testes, evidenciando a adequação às restrições impostas e a viabilidade de utilização do modelo aditivo-dominante (Tabela 1). Nas demais características, a ocorrência de significância em pelo menos um dos testes do modelo aditivo-dominante evidenciou a não adequação do modelo. Em razão disso, os SMP1 e SMP2 foram excluídos da análise.

Tabela 1. Teste de suficiência do modelo genético aditivo-dominante com base na análise de variância dos valores de $\hat{W}_r - \hat{V}_r$ e na análise da regressão linear de \hat{W}_r , em função de \hat{V}_r , nas severidades de oídio (SOM), mancha-de-phoma (SMP1 e SMP2) e pinta-preta em folha (SPPFo) e fruto (SPPFr), segundo o método de Hayman (1954a; 1954b).

Caráter	Anova ($\hat{W}_i - \hat{V}_i$)	Regressão $W_i = \frac{1}{4}(D-H_1) + b V_i$		
	QM (Linhas)	$\hat{b} \pm$ Variância	t(H ₀ :b=1)	t(H ₀ :b'=0)
SOM	0,0109 ^{ns}	0,836 ± 0,021	-1,143 ^{ns}	-1,099 ^{ns}
SMP1	0,5463 ^{ns}	0.683 ± 0.014	-2,713*	0,531 ^{ns}
SMP2	0,7295 ^{ns}	0.600 ± 0.009	-4,122**	1,841 ^{ns}
SPPFo	0,0024 ^{ns}	0.810 ± 0.030	-1,108 ^{ns}	-1,575 ^{ns}
SPPFr	0,0088 ^{ns}	0.999 ± 0.004	-0,015 ^{ns}	-0,941 ^{ns}

A estimativa do grau médio de dominância ($\sqrt{\hat{H}_1 / \hat{D}}$), de 0,37, para severidade a oídio, indica a existência de dominância parcial entre os alelos que atuam no controle genético da característica que confere resistência a oídio (Tabela 2), o que também pode ser verificado graficamente, na reta de regressão de \hat{W}_r em \hat{V}_r (Figura 1, A). Diferentemente do observado para severidade a oídio, quando se analisa o grau médio de dominância ($\sqrt{\hat{H}_1 / \hat{D}}$) para características relacionadas à severidade à pinta-preta, observou-se valores próximos da unidade para as duas variáveis, o que caracteriza a dominância completa como o principal efeito na expressão destas características (Tabela 2). O mesmo pode ser observado pelo fato de a reta de regressão de \hat{W}_r em \hat{V}_r interceptar a ordenada acima da origem (Figura 1, B e C).

Para as características SOM, SPPFo e SPPFr, as estimativas da estatística \hat{K}_D / \hat{K}_R permitem inferir que a expressão gênica é controlada por genes dominantes, o que é corroborado pela predominância de genes dominantes na expressão para as três variáveis (Tabela 2, Figuras 1, A, B e C). As estimativas dos números de genes ou blocos gênicos com dominância (\hat{h}^2 / \hat{H}_2) indicam a existência de pelo menos quatro genes ou blocos gênicos para severidade de oídio e ao menos um para severidade da pinta-preta em folha e fruto (Tabela 2). Os valores das estimativas dos coeficientes de determinação genotípicos no sentido amplo e restrito revelam que em sua maioria os efeitos genéticos aditivos estão envolvidos no controle genético das características SOM, SPPFo e SPPFr (Tabela 2). Entretanto, como as estimativas de $\hat{D} - \hat{H}_1$ foram positivas, mas não superaram o respectivo desvio-padrão, conclui-se pela predominância de efeitos gênicos aditivos e não-aditivos no controle da pinta-preta em folha e fruto (Tabela 3).

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros genéticos e não-genéticos das severidades de pinta-preta em folha (SPPFo) avaliada na segunda época, pinta-preta no fruto (SPPFr) avaliada na primeira época e de oídio em folha (SOM) estimada com base na média das duas épocas, segundo o método de Hayman (1954a; 1954b).

Parâmetros ⁽¹⁾	Valores dos parâmetros		
	SOM	SPPFo	SPPFr
$\sqrt{\hat{H}_1 / \hat{D}}$	0,3707	0,9568	0,9997
$\hat{H}_2 / 4\hat{H}_1$	-0,1652	0,1402	0,0551
\hat{K}_D / \hat{K}_R	76,7880	2,2975	8,5140
\hat{h}^2 / \hat{H}_2	3,6380	1,2021	0,3734
\hat{h}^2_R	0,20	0,33	0,13
\hat{h}^2_A	0,20	0,46	0,21

(1) $\sqrt{\hat{H}_1 / \hat{D}}$: grau médio de dominância; $\hat{H}_2 / 4\hat{H}_1$: distância dos alelos (simetria); \hat{K}_D / \hat{K}_R : relação dominante/recessivo; \hat{h}^2 / \hat{H}_2 : número de genes com dominância; \hat{h}^2_R : coeficiente de determinação no sentido restrito; \hat{h}^2_A : coeficiente de determinação no sentido amplo.

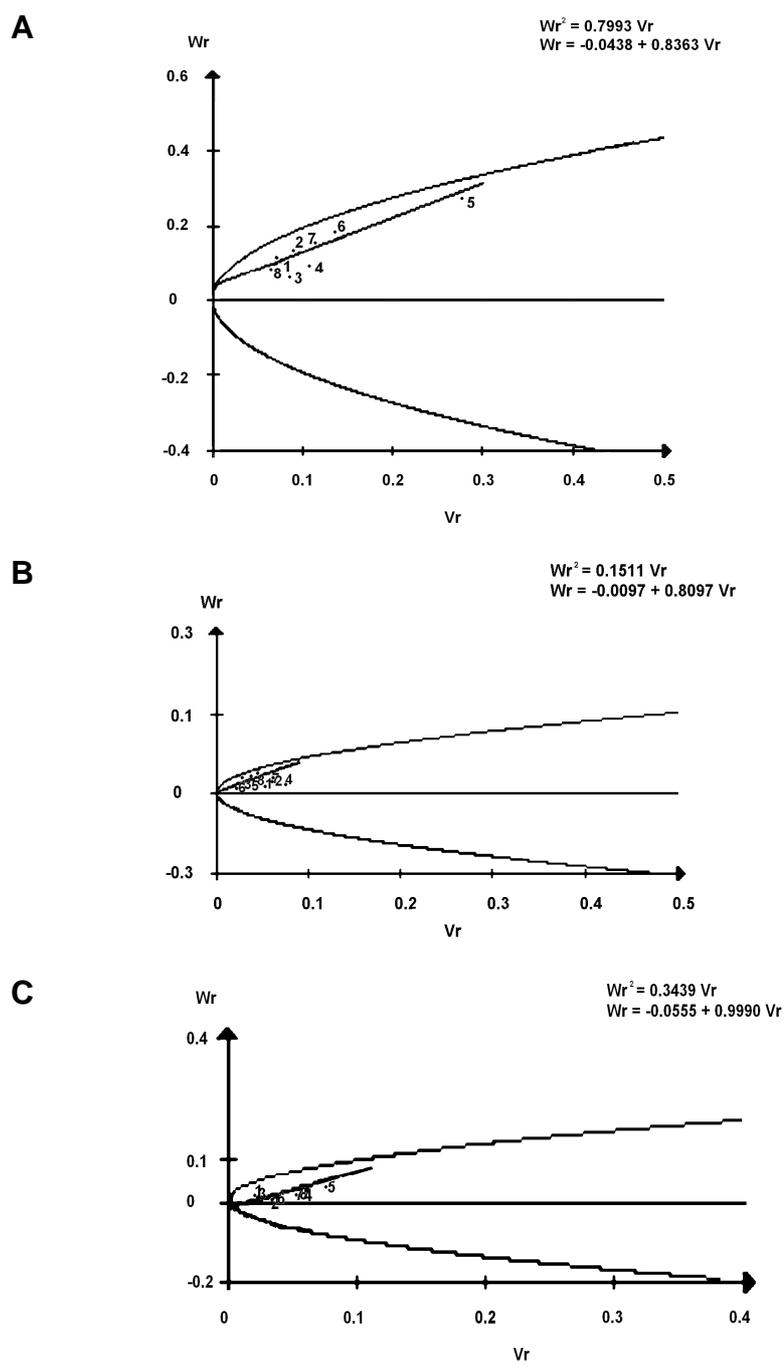


Figura 1. Regressões de \hat{W}_r , em \hat{V}_r , nas severidades de oídio (A), pinta-preta em folha (B) e fruto (C). Genitores: 1- 'Maradol'; 2- 'JS 12-N'; 3- 'JS 12-4'; 4- 'Sekati'; 5- 'Waimanalo'; 6- 'Golden'; 7- 'Sunrise Solo 72/12'; e, 8- 'São Mateus'.

Tabela 3. Estimativas dos componentes genéticos e não-genéticos das severidades de pinta-preta em folha (SPPFo) avaliada na segunda época, pinta-preta no fruto (SPPFr) avaliada na primeira época e de oídio em folha (SOM) estimada com base na média das duas épocas, segundo o método de Hayman (1954a; 1954b).

Componentes ⁽¹⁾	Valores dos Componentes \pm desvio-padrão		
	SOM	SPPFo	SPPFr
$\hat{\varepsilon}$	0.397 \pm 0.032	0.0523 \pm 0.011	0.1271 \pm 0.019
\hat{D}	0.402 \pm 0.095	0.0988 \pm 0.032	0.2169 \pm 0.057
\hat{H}_1	0.055 \pm 0.218	0.0905 \pm 0.074	0.2167 \pm 0.130
\hat{H}_2	-0.037 \pm 0.190	0.0507 \pm 0.065	0.0478 \pm 0.113
\hat{h}^2	-0.133 \pm 0.127	0.0610 \pm 0.043	0.0178 \pm 0.076
\hat{F}	0.290 \pm 0.224	0.0744 \pm 0.077	0.3425 \pm 0.134
$\hat{D} - \hat{H}_1$	0.347 \pm 0.187	0.0084 \pm 0.064	0.0001 \pm 0.112

⁽¹⁾ $\hat{\varepsilon}$: componente de variância ambiental; \hat{D} : componente de variância associado aos efeitos aditivos; \hat{H}_1 e \hat{H}_2 : componentes de variância associados aos desvios de dominância; \hat{h}^2 : componente quadrático determinado pela diferença de média entre híbridos e pais; \hat{F} : componente associado à covariância entre efeitos aditivos e não-aditivos; $\hat{D} - \hat{H}_1$: componente que expressa a diferença entre efeitos gênicos aditivos e dominantes.

Para severidade de oídio (SOM), as correlações (r) positivas e de moderada magnitude (0,86) mostram que alelos dominantes, predominante, mas não exclusivamente, atuam no sentido de reduzir a média dessa variável (Tabela 4). Os genitores 'Maradol' e 'Sekati' foram os que apresentaram maior concentração de alelos dominantes, enquanto 'Waimanalo' reteve maior concentração de alelos recessivos (Tabela 5). O genitor com máxima homozigose dominante para SOM deverá apresentar $\hat{W}_i + \hat{V}_i = -0,040$ ($= \hat{W}_D + \hat{V}_D$). Sekati, que apresentou o valor mais próximo (0,2610), ainda está distante deste valor, indicando possibilidade de obtenção de linhagens com menor severidade de oídio nas populações segregantes derivadas do dialelo. A diminuição de SOM pode ser obtida com a maior concentração de genes dominantes, sendo o valor máximo esperado (\hat{Y}_D) de 0,611. Maradol é o genitor que se encontra próximo deste valor (Tabelas 4 e 5).

Para severidade de pinta-preta avaliada em folha, as correlações (r) positivas de baixa magnitude (0,36) indicam que genes dominantes atuam para diminuir a expressão do caráter, mas de forma não exclusiva. Para esta característica, apresentaram maior concentração de alelos dominantes os genótipos 'Waimanalo', 'Golden' e 'Sunrise Solo 72/12', sendo, portanto, os mais favoráveis para obtenção de linhagens com baixos valores de severidade de pinta-preta (Tabela 5). O genitor com máxima homozigose dominante para SPP deverá apresentar $\hat{W}_i + \hat{V}_i = -0,0086$ ($= \hat{W}_D + \hat{V}_D$). Com o valor de 0,0528, Waimanalo foi o progenitor com valor mais próximo, indicando ainda possibilidade de obtenção de linhagens com menor severidade de pinta-preta nas populações segregantes derivadas do dialelo. A diminuição de SPP pode ser obtida com a maior concentração de genes dominantes, sendo o valor máximo esperado (\hat{Y}_D) de 0,111. Waimanalo, com média de 0,190, é o genitor que está mais próximo a este valor, indicando que possui elevada concentração de genes dominantes (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4. Estimativas das correlações entre os valores médios dos genitores (\bar{Y}_{rr}) e da soma da covariância, entre médias dos genitores e médias da r-ésima linha (\hat{W}_r), e da variância entre médias da r-ésima linha (\hat{V}_r), valores esperados das coordenadas $\hat{W}_R; \hat{V}_R$ e $\hat{W}_D; \hat{V}_D$ e do valor predito para o genitor com máxima concentração de alelos dominantes (\hat{Y}_D) e recessivos (\hat{Y}_R), das severidades de pinta-preta em folha (SPPFo) avaliada na segunda época, pinta-preta no fruto (SPPFr) avaliada na primeira época e de oídio em folha (SOM) estimada com base na média das duas épocas, segundo o método de Hayman (1954a; 1954b).

Parâmetro	Estimativas dos parâmetros		
	SOM	SPPFo	SPPFr
$r(\bar{Y}_{rr}, \hat{W}_r + \hat{V}_r)$	0,8601	0,3584	0,9924
$\hat{W}_R; \hat{V}_R$	0,9978; 1.2454	0,1959; 0,2540	0,3929; 0,4488
$\hat{W}_D; \hat{V}_D$	-0,0419; 0,0022	-0,0093; 0,0006	-0,0486; 0,0069
Limite \hat{Y}_R	6,7764	1,7090	1,1558
Limite \hat{Y}_D	0,6107	0,1110	-0,1101

Tabela 5. Valores da soma da covariância entre médias dos genitores e médias da r-ésima linha (\hat{W}_r), e da variância entre médias da r-ésima linha (\hat{V}_r); e médias das severidades de pinta-preta em folha (SPPFo) avaliada na segunda época, pinta-preta no fruto (SPPFr) avaliada na primeira época e de oídio em folha (SOM) estimada com base na média das duas épocas, segundo o método de Hayman (1954a; 1954b).

Genótipos	SOM		SPPFo		SPPFr	
	$\hat{W}_r + \hat{V}_r$	MÉDIA	$\hat{W}_r + \hat{V}_r$	MÉDIA	$\hat{W}_r + \hat{V}_r$	MÉDIA
'Maradol'	0,265	0,860	0,133	0,488	0,094	0,088
'JS 12-N'	0,391	1,610	0,117	0,193	0,025	0,018
'JS 12-4'	0,317	2,118	0,110	0,328	0,104	0,038
'Sekati'	0,261	1,510	0,120	1,068	0,025	0,015
'Waimanalo'	0,820	2,918	0,053	0,190	0,665	0,915
'Golden'	0,583	2,245	0,068	0,425	0,049	0,020
'S Solo 72/12'	0,559	2,235	0,067	0,440	0,020	0,018
'São Mateus'	0,350	1,828	0,095	0,663	0,082	0,013

Para severidade de pinta-preta, avaliada em fruto, as correlações (r) positivas e de magnitude de 0,99 mostram que alelos dominantes, predominante, mas não exclusivamente atuam no sentido de reduzir a média dessas variáveis (Tabela 4). Os genótipos com maior concentração de alelos dominantes foram 'Sunrise Solo 72/12', 'JS 12-N' e 'Sekati', sendo, portanto, os mais favoráveis para obtenção de linhagens, em suas populações segregantes (Tabela 5). O genitor com máxima homozigose dominante deverá apresentar $\hat{W}_i + \hat{V}_i = -0,042$ ($= \hat{W}_D + \hat{V}_D$). 'Sunrise Solo 72/12', que apresentou o valor mais próximo (0,020), ainda está distante deste valor, indicando possibilidade de obtenção de linhagens com menor severidade de pinta-preta nas populações segregantes derivadas do dialelo. A diminuição de SPPFr pode ser obtida com a maior concentração de genes dominantes, sendo o valor máximo esperado (\hat{Y}_D) de -0,110. Com exceção de 'Waimanalo', os demais genitores encontram-se próximos a este valor, indicando que possuem elevada concentração de genes dominantes (Tabelas 4 e 5).

De posse dos resultados, pode-se deduzir haver possibilidade de seleção em populações derivadas dos híbridos oriundos dos genitores testados. No entanto, deve-se atentar para o fato de que todas as características tiveram baixo coeficiente de determinação genotípico, fato este que dificulta a seleção, uma vez que há uma influência muito forte do ambiente na manifestação do fenótipo. Outro ponto importante é a possibilidade de agregar por meio de seleção conjunta, além da resistência as doenças supracitadas, características morfoagronômicas superiores, haja vista que Marin et al. (2006) relatam que alguns dos genitores testados apresentam potencial para atingir tal objetivo, notadamente 'Waimanalo', 'Maradol' e 'Sunrise Solo 72/12'

3.6.6. CONCLUSÃO

Somente SOM, SPPFo e SPPFr tiveram ausência de significância nos três testes de suficiência do modelo aditivo-dominante. Observou-se a existência de pelo menos quatro genes ou blocos gênicos com dominância para SOM e ao menos um para SPPFo e SPPFr. Para SOM, os efeitos gênicos aditivos foram mais importantes. Por sua vez, tanto para SPPFo como SPPFr, efeitos gênicos aditivos e não aditivos foram importantes. Constatou-se efeito de dominância parcial para SOM e dominância completa para SPPFo e SPPFr. 'Sekati' foi o genitor que apresentou a maior concentração de alelos favoráveis para a redução das duas doenças em estudo.

3.6.7. REFERÊNCIAS

Aveskamp, M.M., Gruyter, J., Woudenberg, J.H.C., Verkley, G.J.M., Crous, P. W. (2010) Highlights of the *Didymellaceae*: A polyphasic approach to characterise *Phoma* and related *pleosporalean* genera. *Studies in Mycology*, 65: 1–60.

- Cruz, C.D., Regazzi, A.J., Carneiro, P.C.S. (2004) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Editora UFV, Viosa, 480p.
- Cruz, C.D. (2006) *Programa Genes, biometria*. Editora UFV, Viçosa, 377p.
- Ferreira, P.E. (1985) On Jinks-Hayman's analysis of half diallels. *Revista Brasileira de Genética*, 8: 149-155.
- Hayman, B.I. (1954a) The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics*, 10: 235-244.
- Hayman, B.I. (1954b) The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*, 39: 789-809.
- Jinks, J.L., Hayman, B.I. (1953) The analysis of diallel crosses. *Maize Genetics Cooperation Newsletter*, 27: 48-54.
- Liberato, J.R., Barreto, R.W., Louro, R.P. (2004) *Streptopodium caricae* sp.nov., with a discussion on powdery mildew on papaya and an emended description of the genus *Streptopodium* and of *Oidium caricae*. *Mycology Research*, 18: 1185-1194.
- Marin, S.L.D., Pereira, M.G., Amaral Junior, A.T., Martelleto, L.A.P., Ide, C.D. (2006) Partial diallel to evaluate the combining ability for economically important traits of papaya. *Scientia Agrícola*, 63: 540-546.
- Rezende, J.A.M., Martins, M.C. (2005) Doenças do mamoeiro (*Carica papaya* L.). In: Kimati, H., Amorim, L., Rezende, J.A.M., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A. (Eds). *Manual de fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas*. Agronômica Ceres, São Paulo, p.435-443.
- Santos, M.C., Barreto, M. (2003) Estudo epidemiológico da varíola do mamoeiro em cultivares submetidos a tratamento com fungicidas. *Summa Phytopathologica*, 29: 141-146.
- Santos, P.H.D., Vivas, M., Silveira, S.F., Silva, J.M., Terra, C.E.P.S. (2011) Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade de oídio em folhas de mamoeiro. *Summa Phytopathologica*, 37: 215-217.
- Silva, F.F., Pereira, M.G., Damasceno Júnior, P.C., Daher, R.F., Pereira, T.N.S., Souza Filho, G.A., Viana, A.P., Ferregueti, G.A. (2007). Monitoring of the

genetic variability in papaya parent 'Formosa' of 'UENF/CALIMAN 01' hybrid via RAPD. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 7: 36-42.

Tatagiba, J.S., Liberato, J.R., Zambolim, L., Costa, H., Ventura, J.A. (2002) Controle químico do oídio do mamoeiro. *Fitopatologia Brasileira*, 27: 219-222.

Vencovsky, R., Barriga, P. (1992) *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Sociedade Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, 486 p.

Vivas, M., Silveira, S.F., Terra, C.E.P.S., Pereira, M.G. (2010a) Reação de germoplasma e híbridos de mamoeiro à mancha-de-phoma (*Phoma caricae-papayae*) em condições de campo. *Tropical Plant Pathology*, 35: 323-328.

Vivas, M., Terra, C.E.P.S., Silveira, S.F., Fontes, R.V., Pereira, M.G. (2010b) Escala diagramática para avaliação da severidade de pinta-preta em frutos de mamoeiro. *Summa Phytopathologica*, 36: 161-163.

Vivas, M., Silveira, S.F., Terra, C.E.P.S., Pereira, M.G. (2011) Testers for combining ability and selection of papaya hybrids resistant to fungal diseases. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 11: 36-42.

4. RESUMO E CONCLUSÃO GERAL

Pelos resultados das avaliações conduzidas nas progênes crioulas, constatou-se que três das cinco características avaliadas apresentaram considerável variabilidade genética, com coeficientes de variação genética variando de 39% a 70% no âmbito de progênie, denotando em ampla possibilidade para a seleção de progênie resistente nessa população experimental. No presente estudo, foram identificadas progênes superiores, notadamente, as progênes 'STA-13' e 'STA-17' com média em magnitude inferior a genótipo 'Maradol'.

Na avaliação da coleção de germoplasma da UENF/CALIMAN, observou-se variabilidade entre os genótipos no que tange a resistência às três doenças. Para pinta-preta, em campo, os genótipos 'BSA', 'Waimanalo', 'Mamão Bené', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Sekati', 'JS 12', 'JS 11', 'Sekati FLM', 'SS PB' e 'JS 12-4' apresentam menores intensidades da doença, tanto em folha quanto no fruto. Em telado, 'Caliman M5', 'Tailândia', 'JS 12', 'Cariflora' e 'SH 12-07' ficaram no grupo de menor intensidade nas diferentes épocas e variáveis avaliadas.

Para oídio os genótipos 'Caliman M5', 'SS 783', 'Grampola', 'SS 72/12', 'Tailândia', 'KS PV', 'Waimanalo', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Calimosa', 'JS 12', 'GTF', 'SH 11-08', 'SH 04-02', 'SH 12-06', 'Papaya 46', 'FMV', 'JS 11', 'Tainung', 'Gran Golden', 'FG' e 'JS 12-4' apresentam-se alocados de menor incidência e severidade quando avaliados em campo. Em telado, considerando as duas

variáveis, os genótipos que apresentaram as menores médias foram 'KS PA', 'SH 12-07' e 'SH 15-04', apresentando, portanto, potencial para controle da doença.

Para mancha-de-phoma, considerando a incidência de folhas com sintoma, houve a formação de quatro grupos, tendo os genótipos 'Taiwan et', 'Tailândia', 'São Mateus', 'Mamão Roxo', 'Maradol', 'Maradol GL', 'Calimosa', 'SH 11-08', 'FMV', 'JS 11', 'Tainung' e 'JS 12-4' os menores valores de incidência. Estes genótipos também estiveram alocados no grupo de menor severidade.

Nas estimativas de heterose, evidenciou-se a possibilidade de obtenção de híbridos com potencial para redução da severidade da pinta-preta provenientes de cruzamentos entre genótipos dos grupos 'Solo' e 'Formosa' e também em cruzamentos dentro do grupo 'Solo'.

Os genótipos 'Sunrise Solo 72/12', 'Waimanalo', 'Sekati' e 'JS12-N' apresentaram as menores estimativas de capacidade geral de combinação para severidade de pinta-preta em folha, enquanto que para severidade de pinta-preta em fruto, além dos genótipos supracitados, 'Maradol' também apresentou estimativa negativa de capacidade geral de combinação. Para mancha-de-phoma, os genótipos 'Maradol', 'JS12-N', 'Sekati' e 'São Mateus' apresentaram as melhores estimativas de capacidade geral de combinação nas duas épocas de avaliação. 'JS-12-4' e 'Sekati' apresentaram estimativa negativa de capacidade geral de combinação quando avaliados, respectivamente, na primeira e na segunda época. Considerando a média das duas épocas de avaliação para severidade de oídio os genótipos 'Maradol', 'Waimanalo' e 'São Mateus' apresentaram estimativas negativas de capacidade geral de combinação.

Baseando na metodologia de Hayman, observou-se a existência de pelo menos quatro genes ou blocos gênicos com dominância para severidade de oídio e ao menos um para severidade de pinta-preta em folha e fruto. Conclui-se, ainda, que para severidade de oídio os efeitos gênicos aditivos foram mais importantes. Por sua vez, tanto para severidade de pinta-preta em folha como em fruto, efeitos gênicos aditivos e não aditivos foram importantes. Constatou-se efeito de dominância parcial para severidade de oídio e dominância completa para severidade de pinta-preta em folha e fruto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agriannual, 2011: *Anuário da agricultura brasileira: Mamão*. São Paulo: FNP, 2011. p. 325-332.
- Alvarez, A.M., Nishijima, W.T. (1987) Post harvest diseases of papaya. *Plant Disease*, 71:681-686.
- Andrade, V.M.M. (1980) O Mamoeiro, taxonomia e morfologia. *Anais do Simpósio Brasileiro Sobre a Cultura do mamoeiro*, 1, Jaboticabal, SP. UNESP, p. 61-67.
- Araújo, P.M., Nass, L.L. (2002) Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. *Scientia Agrícola*, 59:589-593.
- Aveskamp, M.M., Gruyter, J., Woudenberg, J.H.C., Verkley, G.J.M., Crous, P.W. (2010) Highlights of the *Didymellaceae*: A polyphasic approach to characterise *Phoma* and related *pleosporalean* genera. *Studies in Mycology*, 65:1–60.
- Bastos, I.T., Barbosa, M.H.P., Cruz, C.D., Burnquist, W.L., Bressiani, J.A., Silva, F.L. (2003) Análise dialéctica em clones de cana-de-açúcar. *Bragantia*, 62:199-206.
- Carvalho, A.C.P.P., Leal, N.R.; Rodrigues, R., Costa, F.A. (1999) Capacidade de combinação para oito caracteres agronômicos em cultivares de feijão-de-vagem de crescimento determinado. *Horticultura Brasileira*, 17:102-105.
- Cattaneo, L.F.; Costa, A.F.S.; Serrano, L.A.L.; Costa, A.N.; Fantom, C.J.; Bravim, A. J.B. (2010) 'Rubi INCAPER 511' Primeira variedade de mamão do grupo 'Formosa' para o Espírito Santo. Vitória: DCM/Incaper. (Documentos nº 187)
- Cruz, C.D. (2006) *Programa Genes: biometria*. Viçosa: Editora U.FV, 377p.
- Cruz, C.D., Regazzi, A.J., Carneiro, P.C.S. (2004). *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético II*. Viçosa: Editora UFV, 480p.

- Cruz, C.D., Carneiro. P.C.S. (2003) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: Editora UFV, 585p.
- Cruz, C.D., Regazzi, A.J. (2001) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Editora UFV, Viçosa, 390 p.
- Cruz, C.D., Vencovsky, R. (1989) Comparação de alguns métodos de análise dialélica. *Revista Brasileira de Genética*, 12: 425-438.
- Damasceno Junior, P.C.; Pereira, T.N.S.; Pereira, M.G.; Silva, F.F.; Souza, M.M.; Nicoli, R. (2009) Gualanti Preferential reproduction mode of hermaphrodite papaya plant (*Carica papaya L.*; *Caricaceae*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31:182-189.
- Dantas, J.L.L, Dantas, A.C.V.L., Lima, J.F. (2002) Mamoeiro, in: Bruckner, C.H. *Melhoramento de fruteiras tropicais*. UFV. Viçosa, MG. p.309-349.
- Dianese, A.C., Blum, L.E.B., Dutro, J.B., Lopes, L.F., Sena, M.C., Freitas, L.F., Yamanishi, O.K. (2007) Reação de genótipos de mamoeiro à varíola e à podridão-do-pé. *Fitopatologia Brasileira*, 32:419-423.
- Dias, N.L.P., Oliveira, E.J., Dantas, J.L.L. (2011) Avaliação de genótipos de mamoeiro com uso de descritores agrônômicos e estimação de parâmetros genéticos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 46 (11):1471-1479.
- Ellis, M.B. (1971) *Dematiaceus hyphomycetes* Commonwealth Micological Institute. Kew Surrey, England. p.273-274.
- Falconer, D.S. (1987) *Introdução à Genética quantitativa*. Viçosa: Editora UFV, 279p.
- Ferreira, P.E. (1985) On Jinks-Hayman's analysis of half diallels. *Revista Brasileira de Genética*, 8:149-155.
- Freire, F.C.O., Viana, F.M.P.(2001) Oídios de frutíferas tropicais. In: Stadmik, M.J., Rivera, M.C. (Ed) *Oídios*. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente. p.323-334.
- Gepts, P. (2006) Plant genetic resources conservation and utilization: the accomplishments and future of a societal insurance policy. *Crop Science*, Madison, 46 (5): 2278-2296.
- Griffing, B.A. (1956) concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Sciences*, 9:463-493.
- Hallauer, A.R., Miranda Filho, J.B. (1981) *Quantitative genetics in maize breeding*. Iowa State University Press: Ames, 468p.
- Hayman, B.I. (1954a) The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics*, 10: 235-244.

- Hayman, B.I. (1954b) The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*, 39: 789-809.
- Hine, R.B., Holtzmann, O.V., Raabe, R.D. (1965) *Diseases of papaya (Carica papaya L.) in Hawaii*. Hawaii Agric. Exper Sta. Bull. 136:26
- Holliday, Paul (1980) *Fungus diseases of tropical crops*. Cambridge. Cambridge University Press.
- Horovitz, S., Jiménez, H. (1967) Cruzamientos interespecíficos e intergenéricos en Caricaceas y sus implicaciones fitotécnicas. *Agron. Trop.* 17:323-344.
- Hunter, J.E., Buddenhagen, I. (1972) Incidence, epidemiology, and control of fruit disease of papaya in Hawaii. *Trop. Agric.* 49:61-72
- IBPIGRI - International Board for Plant Genetic Resources (1988) Descriptors for Papaya, Roma/Italy. 31p.
- Ide, C.D., Pereira, M.G., Viana, A.P., Pereira, T.N.S. (2009) Use of testers for combining ability and selection of papaya hybrids. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 9: 60-66.
- Ide, C.D., Martelleto, L.A.P., Marin, S.L.D., Yamanishi, O.K. (2001) *Resposta de diferentes genótipos de mamoeiro à manifestação de varíola*. PESAGRO-RIO, Niterói/RJ. Comunicado Técnico nº 259. 3 p.
- Jinks, J.L.; Hayman, B.I. (1953) The analysis of diallel crosses. *Maize Genetics Cooperation Newsletter*, 27: 48-54.
- Joly, A.B. (1993) *Família Caricaceae*. In: Botânica: Introdução à taxonomia vegetal, 11 ed.. São Paulo: Editora Nacional; 490p.
- Koutsika-Sotiriou, M.S., Karagounis, C.A. (2005) Assessment of maize hybrids. *Maydica*, 50: 63-70.
- Liberato, J. R., Costa, H., Ventura, J.A. (1996). *Índice de doenças de plantas do Estado do Espírito Santo*. Vitória, ES: EMCAPA, 110 p.
- Liberato, J.R.; Costa, H. (1997) Incidência de antracnose e podridão peduncular em frutos de mamoeiro em Linhares, ES. *Fitopatologia Brasileira*, 22:276, (suplemento).
- Liberato, J.R. (2006) *papaya powdery mildew (Oidium caricae)* Pest and Diseases Image Library. <http://www.padil.gov.au>. Updated on 3/24/2006
- Liberato, J.R., Barreto, R.W., Louro, R.P. (2004) *Streptopodium caricae* sp. nov, with a discussion on powdery mildew of papaya and an emended description of the genus *Streptopodium* and of *Oidium caricae*. *Mycological Research*, 108:1185-1194.

- Liberato, J.R., Barreto, R.W., Rodrigues, C.H., Costa, H. (1995) Ocorrência de Oídio (*Ovulariopsis*) em mamoeiro no estado do Espírito Santo. *Fitopatologia Brasileira*, 20:368.
- Liberato, J.R., McTaggart, A.R., Shivas, R.G. (2007) *Asperisporium Black Spot of Papaya (Asperisporium caricae)* Pest and Diseases Image Library. <http://www.padil.gov.au>. Updated on 2/20/2007.
- Liberato, J.R.; Tatagiba, J.S. (2001) Avaliação de fungicidas *in vitro* e em pós-colheita para o controle da antracnose e da podridão peduncular em frutos de mamão. *Summa Phytopathologica*, 26:409-414.
- Liberato, J.R., Zambolim, L. (2002) Controle das doenças causadas por fungos, bactérias e nematóides em mamoeiro. In: Zambolim, L., Vale, F.X.R., Monteiro, A.J.A., Costa, H. (Eds.). *Controle de doenças de plantas: fruteiras*. Suprema Gráfica e Editora, Viçosa, p.1023-1170.
- Lorenzi, H., Bacher, L., Lacerda, M., Sartori, S. (2006) *Frutas brasileiras e exóticas cultivadas*. Instituto Plantarum. São Paulo. SP. 640p.
- Luna, J.V.U. (1986.) Variedades de mamoeiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 12(134):14-18.
- Manica, I. (1982) *Fruticultura tropical: 3. Mamão*. São Paulo: Agronômica Ceres, 276p.
- Marin, S.L.D., Pereira, M.G., Amaral Junior, A.T., Martelleto, L.A.P., Ide, C.D. (2006) Partial diallel to evaluate the combining ability for economically important traits of papaya. *Scientia Agrícola*, 63: 540-546.
- Marin, S.L.D., Gomes, J.A. (1986) Morfologia e biologia floral do mamoeiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 12(134):10-14.
- Marin, S.L.D., Pereira, M.G., Amaral Júnior, A.T., Martelleto, L.A.P., Ide, C.D. (2006) Heterosis in papaya hybrids from partial diallel of Solo and Formosa parentes. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 6:24-29.
- Marin, S.L.D., Gomes, J.A., Salgado, J.S., Martins, D.S., Fullin, E.A. (1995) *Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos Solo e Formosa no Estado do Espírito Santo*. EMCAPA, Vitória, 57p. (Circular Técnica, 3).
- Martelleto, L.A.P., Ribeiro, R.L.D., Surdo-martelleto, M., Vasconcellos, M.A.S., Marin, S.L.D., Pereira, M.B. (2008) Cultivo orgânico do mamoeiro 'Baixinho de Santa Amália' em diferentes ambientes de proteção. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 30 (3): 662-666.
- Martins, G.N., Pereira, M.G., Silva, R.F., Oliveira, A.C.S., Silva, F. (2009) Efeito do pólen nas características físicas e fisiológicas de sementes de mamão. *Revista Brasileira de Sementes*, 31:19-26.

- Medeiros, L.A.M., Balardin, R.S., Costa, I.F.D., Gulart, C.A., Lenz, G. (2008) Reação de germoplasma crioulo de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) a *Colletotrichum lindemuthianum* *Tropical Plant Pathology*, 33:273-280.
- Mekako H.U., Nakasone, H.Y. (1975) Interespecific hybridization among 6 *Carica* species. *The Journal American Society for Horticultural Science*, 100: 237-242.
- Mendes, M.A.S., Urben, A.F. (2012). *Fungos relatados em plantas no Brasil, Laboratório de Quarentena Vegetal*. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Disponível em: <http://pragawall.cenargen.embrapa.br/aiqweb/michtml/fgbanco01.asp>. Acesso em: 4/10/2012.
- Neitzke, R.S., Barbieri, R.L., Heiden, G., Büttow, M.V., Oliveira, C.S., Corrêa, L.B., Schwengber, J.E., Carvalho, F.I.F. (2009). Caracterização morfológica e dissimilaridade genética entre variedades crioulas de melão. *Horticultura Brasileira*, 27: 534-538.
- Oliveira, A.M.G., Farias, A.R.N., Santos Filho, H.P., Oliveira, J.R.P. (1994) *Mamão para exportação: Aspectos técnicos de produção*. FRUPEX. EMBRAPA – SPI. Brasília, DF.
- Oliveira, E.J., Amorim, V.B.O., Matos, E.L.S., Costa, J.L., Castellen, M.S., Pádua, J.G., Dantas, J.L.L. (2010) Polymorphism of Microsatellite Markers in Papaya (*Carica papaya* L.). *Plant Molecular Biology Reporter*, 28:519–530.
- Paterniani, M.E.A.G.Z. (2001) Use of heterosis in maize breeding: history, methods and perspectives – A Review. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 1:159-178.
- Ramalho, M.A.P., Santos, J.B., Zimmermann, M.J.O. (1993) *Genética quantitativa em plantas autógamas, aplicações ao melhoramento do feijoeiro*. Goiânia: Editora da UFG, 271 p.
- Rava, C.A., Costa, J.G.C., Fonseca, J.R., Salgado, A.L. (2003) Fontes de resistência à antracnose, crestamento-bacteriano-comum e murcha-de-curtobacterium em coletas de feijoeiro comum. *Revista Ceres* 50: 797-802.
- Rezende J.A.M., Martins, M.C. (2005) Doenças do mamoeiro (*Carica papaya* L.). In: Kimati, H., Amorim, L., Rezende, J.A.M., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A. (Eds.). *Manual de fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas*. Agronômica Ceres, São Paulo, p.435-443.
- Rezende, J.A.M., Fancelli, M.I. (1997) Doenças do mamoeiro (*Carica papaya* L.). In: Kimati, H., Amorim, L., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A., Rezende, J.A.M. (Ed.). *Manual de fitopatologia. Doenças das plantas cultivadas*. Agronômica Ceres, São Paulo, p.486-496.
- Ribeiro, I.J.A., De Castro, L.H.S., Ricci, M.T.T., Junior, C.,T.P. (1998) Ocorrência de *Ovulariopsis papayae* Bijl em folhas de mamoeiro. *Bragantia*, 47:78-82.

- Sanchez, M., Dianese, J.C., Costa, C.L. (1991) Fatores determinantes do dano de *Phoma caricae-papayae* ao fruto do mamoeiro (*Carica papaya*) e detecção de resistência ao fungo em *Carica gaudotiana*. *Fitopatologia Brasileira*, 16:121-129.
- Santos Filho, H.P., Noronha, A.C.S., Sanches, N.F., Oliveira, A.A.R., Lopes, F.F., Andrade, P.R.O., Souza, J.A., Santos, M.J., Oliveira, A.M.G. (2007) Níveis de ação para o controle de pragas em mamoeiro. In: MARTINS, D.S. (Org.). *Papaya Brasil: Manejo, Qualidade e Mercado do Mamão*. Vitória: Incaper,. pp. 445-447.
- Santos, M.C., Barreto, M. (2003) Estudo epidemiológico da varíola do mamoeiro em cultivares submetidos a tratamento com fungicidas. *Summa Phytopathologica*, 29:141-146.
- Santos, P.H.D., Vivas, M., Silveira, S.F., Silva, J.M., Terra, C.E.P.S. (2011) Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade de oídio em folhas de mamoeiro. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, 37 (4):215-217.
- Serrano, L.A.L., Cattaneo, L.F.O (2010) cultivo do mamoeiro no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 32 (3): Texto de capa.
- Silva, S., Tassara, H. (1996). *Frutas do Brasil*, Empresa das Artes, São Paulo/SP. 230p.
- Silva, F.F., Pereira, M.G., Damasceno Júnior, P.C., Daher, R.F., Pereira, T.N.S., Souza Filho, G.A., Viana, A.P., Ferreguetti, G.A. (2007). Monitoring of the genetic variability in papaya parent 'Formosa' of 'UENF/CALIMAN 01' hybrid via RAPD. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*,. 7: 36-42.
- Singh, R.K., Chaudhary, B.D. (1979) *Biometrical methods in quantitative genetic analysis*. Kalyani, New Delhi, 304 p.
- Storey, W.B. (1941) *The botany and sex relationship of the papaya*. Honolulu: Hawaii Agricultural Experimente station. Papaya production in the havaii Island. p.5-22.
- Suzuki, M. S., Zambolim, L., Liberato, J. R. (2007) Progresso de doenças fúngicas e correlação com variáveis climáticas em mamoeiro. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, 33 (2):167-177.
- Tatagiba, J.T., Liberato, J.R., Zambolim, L., Costa, H., Ventura, J.A. (2002) Controle químico do oídio do mamoeiro. *Fitopatologia Brasileira*, 27:219-222.
- Terra, C.E.P.S. (2009) *Avaliação de genótipos e indutores de resistência no controle da pinta-preta do mamoeiro*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes. 58f.

- Terra C.E.P.S., Vivas M., Melo C.S., Silveira S.F., Pereira M.G. (2008a) Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da podridão preta (*Phoma caricae-papayae*) em folhas de mamoeiro (*Carica papaya*). CD-ROM dos *Anais Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 20, Vitória, ES, Brasil.
- Terra CEPS, Vivas M, Melo CS, Silveira SF, Pereira MG (2008b). Elaboração de validação de escala diagramática para avaliação da severidade da pinta preta (*Aspersorium caricae*) em folhas de mamoeiro. CD-ROM dos *Anais Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 20, Vitória, ES, Brasil.
- Vencovsky, R., Barriga, P. (1992) *Genética biométrica no fitomelhoramento*, Ribeirão Preto, Revista Brasileira de Genética, 469p.
- Viégas, A.P. (1944) Alguns fungos do Brasil II. Ascomycetos. *Bragantia*, 4:5-392.
- Vivas, M. (2009) *Avaliação de germoplasma e híbridos de Mamoeiro quanto à resistência a doenças causadas pelos fungos Aspersorium caricae, Colletotrichum gloeosporioides, Oidium caricae e Phoma caricae-papayae*, Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 111p.
- Vivas, M., Silveira, S.F., Vivas, J.M.S., Pereira, M.G. (2012) Patometria, parâmetros genéticos e reação de progênies de mamoeiro à pinta-preta. *Bragantia*, São Paulo, 71 (2):235-238.
- Vivas, M., Silveira, S.F., Terra, C.E.P.S., Pereira, M.G. (2011) Testadores para capacidade combinatória e seleção de híbridos de mamoeiro resistentes a doenças fúngicas. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 11:36-42.
- Vivas, M., Silveira, S.F., Terra, C.E.P.S., Pereira, M.G. (2010a) Reação de germoplasma e híbridos de mamoeiro à mancha-de-phoma (*Phoma caricae-papayae*) em condições de campo. *Tropical Plant Pathology*, Brasília, 35 (5):323-328.
- Vivas, M., Silveira, S.F., Cardoso, D.L., Pereira, M.G., Santos, P.H.D., Ferreguetti, G.A. (2012) Capacidade Combinatória e heterose para resistência a pinta-preta em mamoeiro por meio de análise dialélica. *Tropical Plant Pathology*, 37:326-332.
- Vivas, M., Terra, C.E.P.S., Silveira, S.F., Fontes, R.V., Pereira, M.G. (2010b) Escala diagramática para avaliação da severidade de pinta-preta em frutos de mamoeiro. *Summa Phytopathologica*, 36:161-163.
- Vivas, M., Terra, C.E.P.S., Silveira, S.F., Pereira, M.G., Viana, A.P. (2009) Parâmetros genéticos de características associadas à resistência de genótipos de mamoeiro a mancha-chocolate, mancha-de-phoma, oídio e pinta-preta. In: Ferrão, R.G.; Matta, F.P.; Ferrão, M.A.G.; Souza, J.C.; Costa, A.F.S.; Ferrão, L.M.V. (Orgs.) *Anais do Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas*, 5, Vitória: DCM/Incaper, p 1-4.

APÊNDICE

APÊNDICE A. Teste de agrupamento de média para a severidade de pinta-preta em folha e fruto, mancha-de-phoma em folha e oídio em folha. Dados de duas avaliações efetuadas em março e maio de 2010, em Linhares, ES.

CRUZAMENTOS/GENITORES	SPPFO¹	SPPFR	SMP1	SMP2	SOM
'São Mateus x Waimanalo'	0,11 D	0,23 C	1,96 B	1,21 C	0,44 B
'Waimanalo x Maradol'	0,17 D	0,52 B	2,15 A	0,08 C	0,17 B
'Golden x JS 12-N'	0,20 D	0,09 C	1,17 B	0,39 C	0,18 B
'Sunrise Solo 72/12 x Waimanalo'	0,20 D	0,06 C	2,61 A	1,53 B	0,61 B
'São Mateus x Maradol'	0,21 D	0,03 C	2,24 A	0,33 C	0,02 B*
'Sunrise Solo 72/12 x Golden'	0,21 D	0,02 C	2,29 A	1,14 C	0,42 B
'Waimanalo x Sunrise Solo 72/12'	0,21 D	0,10 C	3,19 A	2,87 A	0,32 B
'São Mateus x JS 12-4'	0,22 D	0,79 A	1,08 B	0,54 C	0,76 A
'Sunrise Solo 72/12 x JS 12-4'	0,23 D	0,38 B	2,84 A	0,47 C	0,87 A
'Waimanalo x Golden'	0,26 D	0,12 C	2,13 A	1,69 B	0,37 B
'Golden x Waimanalo'	0,27 D	0,05 C	1,94 B	1,34 C	0,70 B
'Maradol x Waimanalo'	0,27 D	0,35 B	2,78 A	0,57 C	0,24 B
'Sunrise Solo 72/12 x JS 12-N'	0,27 D	0,06 C	3,05 A	0,63 C	0,87 A
'Waimanalo x JS 12-4'	0,27 D	0,50 B	1,63 B	0,94 C	0,69 B
'JS 12-4 x Waimanalo'	0,28 D	0,31 C	0,69 B	0,84 C	0,65 B
'JS 12-N x Sunrise Solo 72/12'	0,30 D	0,14 C	2,79 A	0,47 C	0,93 A
'Sunrise Solo 72/12 x Maradol'	0,32 D	0,04 C	2,34 A	0,67 C	0,53 B
'Sunrise Solo 72/12 x São Mateus'	0,32 D	0,01 C	3,59 A	0,41 C	0,62 B
'Maradol x Sunrise Solo 72/12'	0,34 C	0,17 C	1,87 B	0,51 C	0,32 B
'Waimanalo x São Mateus'	0,35 C	0,20 C	1,99 B	0,74 C	0,62 B
'São Mateus x Sunrise Solo72 /12'	0,36 C	0,02 C	3,09 A	0,41 C	0,61 B
'Sekati x Waimanalo'	0,36 C	0,09 C	1,26 B	0,29 C	0,23 B
'Sekati x Golden'	0,38 C	0,02 C	3,32 A	0,22 C	0,42 B
'JS 12-N x Waimanalo'	0,39 C	0,07 C	1,16 B	3,68 A	0,36 B
'Maradol x São Mateus'	0,39 C	0,18 C	0,92 B	0,33 C	0,47 B
'Golden x Sunrise Solo 72/12'	0,40 C	0,01 C	2,66 A	1,34 C	0,87 A
'JS 12-4 x JS 12-N'	0,41 C	0,26 C	1,21 B	0,36 C	0,90 A
'Maradol x JS 12-4'	0,41 C	1,16 A	2,49 A	0,59 C	0,71 B
'JS 12-N x Golden'	0,43 C	0,10 C	2,92 A	0,57 C	0,42 B
'Waimanalo x JS 12-N'	0,43 C	0,05 C	2,54 A	1,67 B	0,69 B
'JS 12-4 x Sunrise Solo 72/12'	0,44 C	0,27 C	1,53 B	2,03 B	0,42 B
'JS 12-N x São Mateus'	0,45 C	0,16 C	1,84 B	1,08 C	0,90 A
'Golden x Maradol'	0,46 C	0,21 C	1,32 B	0,11 C	0,52 B
'Golden x Sekati'	0,46 C	0,08 C	3,12 A	0,54 C	0,49 B
'Sunrise Solo 72/12 x Sekati'	0,47 C	0,03 C	2,59 A	0,68 C	0,43 B
'Golden x São Mateus'	0,49 C	0,01 C	0,82 B	0,62 C	0,72 B
'São Mateus x JS 12-N'	0,49 C	0,33 B	1,58 B	0,08 C	0,76 A
'Sekati x São Mateus'	0,50 C	0,01 C	2,98 A	0,47 C	0,49 B

APÊNDICE A, Cont.

CRUZAMENTOS/GENITORES	SPPFO¹	SPPFR	SMP1	SMP2	SOM
'Maradol x Golden'	0,51 C	0,33 B	3,07 A	0,97 C	0,56 B
'São Mateus x Golden'	0,54 B	0,02 C	3,29 A	0,35 C	0,50 B
'JS 12-4 x São Mateus'	0,55 B	0,54 B	3,55 A	0,57 C	1,03 A
'Golden x JS 12-4'	0,57 B	0,60 B	1,53 B	0,98 C	0,18 B
'São Mateus x Sekati'	0,57 B	0,01 C	2,14 A	0,41 C	0,65 B
'Maradol x JS 12-N'	0,59 B	0,13 C	2,64 A	0,25 C	0,71 B
'JS 12-4 x Golden'	0,60 B	0,37 B	2,74 A	1,17 C	0,65 B
'JS 12-N x Maradol'	0,60 B	0,01 C	2,45 A	0,16 C	0,46 B
'JS 12-4 x Maradol'	0,61 B	0,29 C	1,11 B	0,26 C	0,35 B
'JS 12-N x JS 12-4'	0,63 B	0,50 B	1,32 B	1,18 C	0,26 B
'Sekati x Sunrise Solo 72/12'	0,66 B	0,06 C	2,83 A	1,20 C	0,53 B
'Waimanalo x Sekati'	0,73 B	0,10 C	2,05 B	1,93 B	0,61 B
'Sekati x Maradol'	0,81 A	0,02 C	0,84 B	0,54 C	0,37 B
'Maradol x Sekati'	0,82 A	0,05 C	2,46 A	0,24 C	0,58 B
'JS 12-N x Sekati'	0,85 A	0,10 C	1,50 B	0,55 C	1,25 A
'Sekati x JS 12-4'	0,88 A	0,11 C	1,15 B	0,93 C	1,09 A
'Sekati x JS 12-N'	0,90 A	0,04 C	1,70 B	0,70 C	1,09 A
'JS 12-4 x Sekati'	0,95 A	0,38 B	1,12 B	1,66 B	1,13 A
'Waimanalo'	0,19 D	0,92 A	3,05 A	2,45 B	0,61 B
'JS 12-N'	0,19 D	0,02 C	0,31 B	0,70 C	0,26 B
'JS 12-4'	0,33 D	0,04 C	0,29 B	0,99 C	0,90 A
'Golden'	0,43 C	0,02 C	4,48 A	4,42 A	1,15 A
'Sunrise Solo 72/12'	0,44 C	0,02 C	2,75 A	1,65 B	0,93 A
'Maradol '	0,49 C	0,09 C	1,85 B	0,33 C	0,14 B
'São Mateus'	0,66 B	0,01 C	1,44 B	0,69 C	1,26 A
'Sekati'	1,07 A	0,02 C	2,19 A	0,26 C	0,77 A

* Para uma mesma variável, médias seguidas pela mesma letra constituem um grupo homogêneo pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

¹ SPPFo = severidade de pinta-preta em folha estimada na segunda época de avaliação; SPPFr = severidade de pinta-preta em fruto estimada na primeira época de avaliação; SMP1 e SMP2, = as severidades de mancha-de-phoma estimada, respectivamente, na primeira e na segunda época de avaliação; e SOM = severidade de oídio estimada com base na média das duas avaliações.