

AVALIAÇÃO DE GERMOPLASMA E HÍBRIDOS DE MAMOEIRO  
QUANTO À RESISTÊNCIA ÀS DOENÇAS CAUSADAS PELOS  
FUNGOS *Asperisporium caricae*, *Colletotrichum gloeosporioides*,  
*Oidium caricae* e *Phoma caricae-papayae*.

**MARCELO VIVAS**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY  
RIBEIRO – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
FEVEREIRO – 2009.

AVALIAÇÃO DE GERMOPLASMA E HÍBRIDOS DE MAMOEIRO  
QUANTO À RESISTÊNCIA ÀS DOENÇAS CAUSADAS PELOS  
FUNGOS *Asperisporium caricae*, *Colletotrichum gloeosporioides*,  
*Oidium caricae* e *Phoma caricae-papayae*.

**MARCELO VIVAS**

Dissertação 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 Mestre em Genética e Melhoramento de  
Plantas.

Orientador: Prof. Silvaldo Felipe da Silveira.

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
FEVEREIRO – 2009.

AVALIAÇÃO DE GERMPLASMA E HÍBRIDOS DE MAMOEIRO  
QUANTO À RESISTÊNCIA ÀS DOENÇAS CAUSADAS PELOS  
FUNGOS *Asperisporium caricae*, *Colletotrichum gloeosporioides*,  
*Oidium caricae* e *Phoma caricae-papayae*.

**MARCELO VIVAS**

Dissertação 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 Mestre em Genética e Melhoramento de  
Plantas.

Aprovada em 11 de fevereiro de 2009

Comissão Examinadora:

---

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

---

Prof<sup>a</sup>. Telma Nair Santana Pereira (Ph.D., Plant Breeding) – UENF

---

Dr. Hélcio Costa (D.Sc., Fitopatologia) – INCAPER

---

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

Dedico esta conquista a toda minha família, e a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

## **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, pelo afetuoso convívio;

À Minha querida Janieli Maganha Silva, 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 G. Pereira, por todo o suporte e incentivo, além da colaboração nas análises dos dados;

À professora Telma N. S. Pereira e ao Dr. Hércio Costa pela participação na banca e pelas sugestões para a melhoria do trabalho;

A todos os professores do LMGV, em especial ao professor Alexandre Pio Viana, pela ajuda nas análises estatísticas;

Aos funcionários da Empresa Caliman Agrícola S.A., em especial ao Geraldo Ferregueti e Márcio Shiguero Suzuki;

Ao colega de trabalho Carlos Eduardo Pessanha Silva Terra, pelo apoio, amizade e trabalho em equipe, ao qual tem surtido grandes resultados;

Aos colegas do LMGV e do LEF, e em especial a Renata Venturim Fontes, pela colaboração na etapa de validação da escala diagramática;

A UENF, pela oportunidade de cursar o Mestrado.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	xi
1. INTRODUÇÃO .....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	04
2.1. Características botânicas e morfológicas da cultura .....	04
2.2. Principais doenças na cultura do mamoeiro.....	07
2.2.1. Pinta-preta [ <i>Asperisporium caricae</i> (Speg.) Maubl.] .....	07
2.2.2. Mancha-de-phoma [ <i>Phoma caricae-papayae</i> (Tarr) Punith] .....	09
2.2.3. Oídio [ <i>Oidium caricae</i> Noack; <i>Phyllactinia caricaefolia</i> Viégas; <i>Streptopodium caricae</i> Liberato & R.W. Barreto] .....	10
2.2.4. Mancha-chocolate ( <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz) .....	11
2.3. Melhoramento genético do mamoeiro .....	13
2.3.1. Melhoramento visando resistência a doenças .....	13
2.3.2. Parâmetros genéticos .....	15
2.3.3. O uso de testadores no melhoramento genético e a capacidade combinatória .....	18
3. TRABALHOS .....	20
3.1. Avaliação de genótipos (germoplasma e híbridos) de mamoeiro quanto à resistência à pinta-preta, mancha-de-phoma, oídio e mancha-chocolate .....	20
3.1.1. Resumo .....	20
3.1.2. Abstract .....	21

3.1.3. Introdução .....	22
3.1.4. Material e Métodos .....	24
3.1.5. Resultados e Discussão .....	30
3.1.6. Conclusão .....	47
3.1.7. Referências Bibliográficas .....	48
3.2. Parâmetros genéticos relativos a doenças ocasionadas por fungos em genótipos (germoplasma e híbridos) de mamoeiro .....	50
3.2.1. Resumo .....	50
3.2.2. Abstract .....	51
3.2.3. Introdução .....	51
3.2.4. Material e Métodos .....	53
3.2.5. Resultados e Discussão .....	58
3.2.6. Conclusão .....	65
3.2.7. Referências Bibliográficas .....	66
3.3. Heterose em híbridos de mamoeiro e capacidade específica de combinação de genótipos testadores para resistência a doenças fúngicas .....	67
3.3.1. Resumo .....	67
3.3.2. Abstract .....	68
3.3.3. Introdução .....	68
3.3.4. Material e Métodos .....	70
3.3.5. Resultados e Discussão .....	74
3.3.6. Conclusão .....	81
3.3.7. Referências Bibliográficas .....	83
3.4. Elaboração e validação de escala diagramática para a quantificação da severidade de pinta-preta em frutos de mamoeiro .....	84
3.4.1. Resumo .....	84
3.4.2. Abstract .....	85
3.4.3. Introdução .....	85
3.4.4. Material e Métodos .....	87
3.4.5. Resultados e Discussão .....	88
3.4.6. Conclusão .....	97
3.4.7. Referências Bibliográficas .....	97
4. RESUMO E CONCLUSÃO GERAL .....	100
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	103

## RESUMO

VIVAS, Marcelo M.Sc, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Fevereiro de 2009. Avaliação de germoplasma e híbridos de mamoeiro quanto à resistência às doenças causadas pelos fungos *Asperisporium caricae*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Oidium caricae* e *Phoma caricae-papayae*. Orientador: Prof. Silvaldo Felipe da Silveira. Conselheiros: Profs. Messias Gonzaga Pereira e Telma Nair Santana Pereira.

Durante a condução da lavoura o mamoeiro pode ser atacado por diversas doenças fúngicas de parte aérea, cuja ocorrência, inicialmente nas folhas, reduz a área fotossintética e a produtividade. Nos frutos, as mesmas doenças resultam em lesões epidérmicas, depreciando-os comercialmente e favorecendo o apodrecimento em pós-colheita. Como inexistem variedades resistentes, a pulverização de fungicidas tornou-se a principal medida de controle. Porém, o custo econômico, ambiental e social atribuído ao uso de agrotóxicos, bem como o surgimento de isolados de fitopatógenos resistentes a fungicidas no campo requerem pesquisas na busca de alternativas de controle de maior sustentabilidade, como o melhoramento genético visando o desenvolvimento de variedades e/ou híbridos resistentes aos fungos *Asperisporium caricae*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Oidium caricae* e *Phoma caricae-papayae*, agentes causais da pinta-preta, mancha-chocolate, oídio e mancha-de-phoma, respectivamente. Com o objetivo de suprir essa necessidade, avaliaram-se, em maio e agosto de 2007, as incidências de folhas com sintomas de pinta-preta, mancha-de-phoma e oídio, as severidades de pinta-preta e mancha-de-phoma

nas folhas, e, a área do fruto lesionada por pinta-preta e mancha-chocolate em 50 genótipos e 67 híbridos de mamoeiro, da coleção de germoplasma da UENF/CALIMAN. Além das análises de variâncias e testes de médias, foram estimados os parâmetros genéticos para cada característica, estimou-se ainda a heterose nos híbridos e a capacidade específica de combinação (CEC) de cada testador em particular. Os resultados indicam que em condições de campo, os genótipos que tiveram os menores valores médios de doença foram: a) Maradol (Mexicano), Maradol (grande limão), Baixinho de Santa Amália, Caliman AM e Tailândia, para oídio; b) Maradol (Mexicano), Maradol (grande limão), Americano, Tailândia, Baixinho de Santa Amália, JS 12, Waimanalo, Sekati, Papaya 46 (claro) e SH III 15-04, para mancha-de-phoma; c) STZ 03 (pecíolo curto), SH III 15-04, Golden (tipo formosa), Maradol (grande limão), Sunrise Solo (progenitor Tainung), Mamão Bené, SH III 12-07, Baixinho Super, Fruto Médio Verde, JS 12, Tainung, Baixinho da Santa Amália, Waimanalo, Tailândia, Maradol (Mexicano), Kaphoro Solo (polpa amarela) e Caliman M5, para pinta-preta; e, d) Papaya 46 (claro), Papaya 45 (formosa), Americano, Baixinho Super, Maradol (grande limão), Maradol (Mexicano), Tailândia, Baixinho de Santa Amália e Kaphoro Solo (polpa amarela), para mancha-chocolate. Quanto aos parâmetros genéticos estimados nos genótipos (germoplasma) observou-se que os maiores valores de variância genética, herdabilidade e índice de variação foram obtidos para as características associadas à resistência a mancha-de-phoma, o que possibilitará maiores ganhos genéticos na seleção de genótipos resistentes a esta doença. Em contrapartida, para os híbridos os maiores valores destes parâmetros foram estimados para pinta-preta, evidenciando, assim, a possibilidade de melhoramento para essa característica, por meio de hibridações. Na terceira parte deste trabalho constatou-se que heterose é um efeito comum em híbridos, havendo também manifestação de heterobeltiose em grande parte dos híbridos para todas as características avaliadas. Como última parte deste trabalho, visando possibilitar a quantificação de pinta-preta em frutos de mamoeiro, foi elaborada uma escala diagramática com os níveis de 0,1; 0,3; 0,6; 1,2; 2,5; 5,0; 10,0 e 20,0% de área lesionada. A escala diagramática proposta mostrou-se adequada para avaliação da severidade da pinta-preta em frutos de mamoeiro, uma vez que com o uso da mesma os avaliadores apresentaram boa repetibilidade e elevada reprodutibilidade das estimativas da severidade.

## ABSTRACT

VIVAS, Marcelo; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; February, 2009; Germplasm and hybrid evaluation of papaya plants concerning to resistance to fungal diseases caused by *Asperisporium caricae*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Oidium caricae* and *Phoma caricae-papayae*. Adviser: Silvaldo Felipe da Silveira. Committee members: Messias Gonzaga Pereira and Telma Nair Santana Pereira.

During the producing time, the aerial part of papaya plants can be attacked by several fungal diseases. These events initially occur in the leaves and reduce both the photosynthetic area and the plant yield. Later, they cause lesions in the fruit surface, depreciating them commercially and facilitating the post-harvest decay. There are no resistant varieties, thus fungicide pulverizations are the main form to control these diseases. However, considering the economical, environmental and social costs related to the use of pesticides as well as the emergence of isolates from resistant pathogens to fungicides in the field, researches to find alternatives of control that will be sustainable, as the development of varieties and/or hybrids resistant to the *Asperisporium caricae*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Oidium caricae* and *Phoma caricae-papayae*, the causal agents of the black-spot, chocolate-spot, powdery-mildew and phoma-spot, respectively, are necessary. With these objectives, the incidence of leaves with black-spot, phoma-spot and powder-milder symptoms, as well as the severities of black-spot and phoma-spot in the leaves and the area of the fruit lesion for black-spot and chocolate-spot were evaluated, in 50 genotypes and 67 papaya hybrids from the UENF/Caliman

germplasm collection, in May and August of 2007. The variance analyses and mean tests were conducted and the genetic parameters for each trait were estimated, as well as the heterosis of each hybrid and the specific combining ability (SCA) of each tester. The results indicate that in field conditions, the genotypes with the lowest mean values of disease were: a) Maradol (Mexicano), Maradol (grande limão), Baixinho de Santa Amália, Caliman AM and Tailândia, to powdery-mildew; b) Maradol (Mexicano), Maradol (grande limão), Americano, Tailândia, Baixinho de Santa Amália, JS 12, Waimanalo, Sekati, Papaya 46 (claro) and SH III 15-04, to phoma-spot; c) STZ 03 (pecíolo curto), SH III 15-04, Golden (Formosa type), Maradol (grande limão), Sunrise Solo (progenitor Tainung), Mamão Bené, SH III 12-07, Baixinho Super, Fruto Médio Verde, JS 12, Tainung, Baixinho da Santa Amália, Waimanalo, Tailândia, Maradol (Mexicano), Kaphoro Solo (yellow flesh) and Caliman M5, to black-spot; and, d) Papaya 46 (claro), Papaya 45 (Formosa), Americano, Baixinho Super, Maradol (grande limão), Maradol (Mexicano), Tailândia, Baixinho de Santa Amália and Kaphoro Solo (yellow flesh), to chocolate-spot. Among the genetic parameters that were estimated during the germplasm evaluation, the highest values of genetic variance, heritability and variation index were obtained for the characteristics associated to the phoma-spot resistance. It will increase the genetic gains during the selection of resistant genotypes to this disease. On the other hand, the highest values of these parameters were obtained for black-spot in the hybrids, suggesting the improvement of this characteristic will be obtained by hybridization. In the third part of this work, it was verified that heterosis is a common effect in hybrids. The heterobeltiosis also occurs in a significant part of the hybrids for all evaluated traits. In the last part of this work, a diagrammatic scale was elaborated with levels of 0.1; 0.3; 0.6; 1.2; 2.5; 5.0; 10.0 and 20.0% of lesion area, in order to quantify the black-spot damage in papaya fruits. The diagrammatic scale was suitable for the evaluation of black-spot severity in papaya fruits due to its good repeatability and high reproducibility.

## 1. INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.), possivelmente originário da América Central (Sul do México e Costa Rica), é uma das plantas tropicais de maior importância na produção nacional e mundial de fruteiras. Suas frutas são consumidas principalmente *in natura* e delas também é possível a extração de enzimas proteolíticas (papaína), com uso na indústria alimentícia e medicamentosa (Nakasone, 1994; Simão, 1998). Além do valor comercial da fruta madura e de seus produtos processados, o mamão também é cultivado, embora em menor extensão, para a extração de látex. As diferentes proteinases obtidas do látex extraído da fruta verde têm um vasto espectro de atividade, e são usadas amplamente nas indústrias farmacêuticas e de alimentos (Madrigal et al., 1980). Os frutos maduros são aromáticos, ricos em vitamina C, utilizados amplamente em dietas alimentares pelo seu valor nutritivo e digestivo (Dantas et al., 2002). Sendo, o mamoeiro uma das fruteiras mais cultivadas e consumidas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo.

A cultura do mamão é de grande relevância econômica para o Brasil, que é o maior produtor mundial e um dos maiores exportadores. Os principais estados produtores de mamão são Bahia e Espírito Santo, responsáveis por 88% da produção nacional, estimada em 1,9 milhões de toneladas em área colhida de 36,6 mil hectares (IBGE, 2008). Em 2007, segundo a SECEX, citado por Amaro et al. (2009), foram exportadas 32,3 mil toneladas de mamão, no valor de US\$34,4 milhões ao preço de US\$1.066/t, valores recordes desde 1999, tendo como

principais mercados a Holanda (28%), Estados Unidos (14%) e Portugal (13%). Porém, para aumentar a produção e incrementar as exportações, mantendo posição de destaque no cenário internacional, a cultura necessita superar uma série de problemas, especialmente os de natureza fitossanitária.

As doenças constituem o principal fator limitante 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 antracnose e mancha-chocolate [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc], pinta-preta [*Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl.], mancha-de-phoma [*Phoma caricae-papayae* (Tarr) Punith], oídio [*Oidium caricae* Noack; *Phyllactinia caricaefolia* Viégas; *Streptopodium caricae* Liberato & R.W. Barreto)], e, tombamento e podridão das raízes, colo e frutos [*Phytophthora palmivora* (E.J. Butler) E.J. Butler], também vêm merecendo atenção. Destas doenças, destaca-se a pinta-preta, que pode ocasionar severas perdas na produção, por reduzir a área fotossintética das folhas e, principalmente, por depreciar comercialmente os frutos ainda verdes. Segundo Stevens (1939) citado por Liberato & Zambolim (2002), plantas quando muito afetadas podem perder de 50 a 60% de suas folhas maduras (completamente desenvolvida) em um período de dois a três meses. Quando não controlada na folha, a doença pode ocasionar danos ao fruto, sendo que a incidência de frutos doentes pode chegar a 100% (Elder et al., 2000). Santos & Barreto (2003) relatam perdas de 30% na comercialização de mamão em São Paulo. Além da pinta-preta, outra doença vem merecendo atenção, a mancha-de-phoma, ocasionada por *P. caricae-papayae*, vem apresentando-se como uma doença de difícil controle nas áreas comerciais da Empresa Caliman Agrícola S/A no município de Linhares (Geraldo Ferregueti, 2007, informação pessoal).

Um agravante no controle de doenças foliares na cultura do mamoeiro é a inexistência de genótipos resistentes. Desta forma o uso de fungicidas torna-se a principal medida de controle, porém o alto custo, os danos ambientais e a saúde humana têm forçado os órgãos de pesquisa a buscarem alternativas de controle mais sustentáveis. Ademais, a presença de resíduos de fungicidas tem sido um entrave à exportação.

Considerando a possibilidade de se chegar a uma variedade e, ou híbridos resistentes à doença ocasionada por fungo, o melhoramento genético desponta

com uma alternativa viável para a solução deste problema. Contudo, a falta de informações sobre a reação de resistência de genótipos às doenças, bem como a carência de informações sobre parâmetros genéticos e herança de características relacionadas às principais doenças na cultura é um obstáculo a ser superado pelo melhoramento visando resistência a doenças.

Neste sentido, visando incrementar as informações sobre a reação de genótipos às doenças na cultura do mamoeiro, foram conduzidos experimentos em plantios experimentais localizados na Fazenda Macuco, na Empresa Caliman Agrícola S/A, em Linhares/ES, bem como em telado no “campus” Leonel Brizola, na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em Campos do Goytacazes/RJ. O presente estudo foi realizado com objetivo de: a) Quantificar a severidade e incidência de pinta-preta e mancha-de-phoma em folhas, a incidência de oídio em folhas e a área do fruto lesionada por pinta-preta e mancha-chocolate em genótipos (germoplasma e híbridos) de mamoeiro; b) Estimar parâmetros genéticos, das características acima citadas, nos genótipos (germoplasma e híbridos) de mamoeiro; c) Inferir sobre a heterose em híbridos e capacidade específica de combinação dos genótipos testadores para características relativas à resistência genética; e, d) Desenvolver metodologia para a avaliação da severidade de pinta-preta em frutos de mamoeiro.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O mamoeiro (*Carica papaya* L.), possivelmente originário da América Central (Sul do México e Costa Rica), é uma das plantas tropicais de maior importância na produção nacional e mundial de fruteiras. Sendo a Bahia e o Espírito Santo, responsáveis por 88% da produção nacional, estimada em 1,9 milhões de toneladas em área colhida de 36,6 mil hectares (IBGE, 2008).

Dos problemas relacionados com a cultura do mamoeiro no Brasil, um dos mais importantes é a falta de alternativas de variedades e híbridos comerciais que atendam tanto o mercado interno quanto o externo (Silva et al., 2007).

Para aumentar a produção e incrementar as exportações, mantendo posição de destaque no cenário internacional, a cultura necessita superar uma série de problemas, especialmente os de natureza fitossanitária. As doenças constituem o principal fator limitante 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. Doenças fúngicas também merecem atenção de Fitopatologistas e Melhoristas, por causarem enormes danos à cultura.

### 2.1. Características botânicas e morfológicas da cultura

O local de origem do mamoeiro ainda é discutido, sendo que alguns autores mencionam o sul do México, outros citam as terras baixas da América

Central e as Antilhas. Atualmente, considera-se o noroeste da América do Sul, na parte alta da bacia amazônica, como centro de origem do mamoeiro. Lorenzi et al. (2006) consideram o centro de origem e dispersão a América tropical como um todo.

O mamoeiro, pertence ao reino *Plantae*, divisão *Angiospermae* (atualmente *Magnoliophyta*), classe *Dicotyledoneae* (atualmente *Magnoliopsidae*), ordem das *Violales*, família *Caricaceae*.

Até recentemente, a família *Caricaceae* compreendia 31 espécies que eram distribuídas em quatro gêneros, sendo três (*Carica*, *Jacaratia* e *Jarilla*) da América tropical e um (*Cylicomorpha*) da África equatorial (Nakasone & Paull, 1998). Contudo, uma revisão taxonômica mais recente propõe que algumas espécies classificadas no gênero *Carica* sejam classificadas no gênero *Vasconcella* (Badillo, 2002).

Atualmente a família *Caricaceae*, segundo Badillo (2002), apresenta 34 espécies divididas em cinco gêneros: *Jacaratia* (sete espécies), *Jarilla* (três espécies), *Cylicomorpha* (duas espécies) e *Carica*, subdivididas em dois novos gêneros: *Vasconcella*, dezenove espécies e *Carica*, apenas uma espécie, sendo esta a única cultivada comercialmente. Dessa forma, a classificação da família *Caricaceae* tem sido revisada para compreender *Cylicomorpha* e cinco gêneros das Américas do Sul e Central (*Carica*, *Jacaratia*, *Jarilla*, *Horovitzia* e *Vasconcella*), com *Carica papaya* L. sendo a única espécie dentro do gênero *Carica* (Badillo, 2002).

Os mamoeiros cultivados, atualmente, se dividem em dois grupos heteróticos: 'Solo' e 'Formosa'. Em pomares domésticos ainda são encontrados mamoeiros comuns ou dióicos, com características distintas ou intermediárias entre os dois grupos heteróticos.

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 3kg. Polpa carnosa, de coloração vermelho-alaranjada, com numerosas sementes pretas. (Andrade, 1980; Marin & Gomes, 1986; Silva & Tassara, 1996; Dantas et al., 2002).

O gênero *Carica*, representado por uma única espécie, apresenta número de cromossomos  $2n=2x = 18$  em sua forma diplóide. (Storey, 1941).

O mamoeiro é uma planta alógama, podendo, contudo, ser autopolinizada sem perda de vigor (Storey, 1941). No entanto, até hoje pouca informação existe sobre as taxas de alogamia dos principais grupos cultivados ('Solo' e 'Formosa'), bem como se estes se comportam como culturas essencialmente alógamas ou até mesmo autógamas com alta taxa de alogamia (Marin, 2001).

De acordo com Simão (1971), o mamoeiro apresenta um polimorfismo muito grande no que concerne à sua biologia floral, podendo apresentar até trinta e duas diferentes variações de suas formas florais. Porém, 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.

Holfmayer (1938) e Storey (1941), trabalhado separadamente, estabeleceram hipóteses semelhantes sobre a determinação do sexo em *C. papaya*. De acordo com os autores, ocorre um alelismo múltiplo (três alelos), em que  $m$  determina a feminilidade,  $M_1$ , a masculinidade, enquanto  $M_2$ , o hermafroditismo. De acordo com Storey (1953), as formas  $M_1M_1$ ,  $M_2M_2$  e  $M_1M_2$  são responsáveis pela letalidade.

Segundo Horovitz e Jiménez (1964), o mamoeiro apresenta plantas unissexuais femininas, masculinas e 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 andromonóticos.

## 2.2. Principais doenças na cultura do mamoeiro

As viroses constituem o principal grupo de doenças do mamoeiro (*Carica papaya* L.), ocasionando grandes perdas na produção, podendo chegar a destruição total das plantações afetadas. 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 litoral capixaba e sul da Bahia, principais estados produtores que detêm mais de 88% da produção de mamão no Brasil (IBGE, 2008).

Além das viroses, doenças causadas por fungos ocorrem na cultura em diversas fases de desenvolvimento e em diferentes órgãos da planta. Singh (1990) informou dezessete doenças em mamoeiro, das quais aproximadamente seis são as principais encontradas em muitas áreas produtoras de mamão. Nishijima (1999) listou um número ainda maior.

Dentre os fungos que causam tombamento em mudas, os agentes causais mais freqüentes no Brasil são espécies de *Phytophthora*, *Pythium* e *Rhizoctonia*. Na parte aérea e em pós-colheita, a antracnose, causada por *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc está presente na maioria das áreas, infectando folha, pecíolos e frutos. Outras doenças importantes causadas por fungos em partes aéreas do mamoeiro incluem: mancha-de-corynespora, causada por *Corynespora cassiicola* (Berk. & Curt.) Wei; oídios que afetam o fruto e outras partes da planta incluem *Oidium caricae*, Noack, *Sphaerotheca* spp. e *Leveillula taurica* (Lév.) Arnaud [*Oidiopsis taurica* (Lév.) Salmon], além de *Ovulariopsis papayae* Bijl (Morton, 1987). Além destas, podem ser citadas a pinta-preta, causada por *Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl., e a mancha-de-phoma, cujo o agente causal é o fungo *Phoma caricae-papayae* (Tarr) Punith.

### 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, Colômbia, Cuba, El

Salvador, 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 Austrália, na Oceania, América do Sul e Central, Sul e Sudeste da Ásia, E.U.A. e Canadá.

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 & Francelli, 1997).

*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 [*Phoma caricae-papayae* (Tarr) Punith]**

A mancha-de-phoma, ocasionada por *P. caricae-papayae* (Syn. *Ascochyta caricae* Pat. e *A caricae-papayae* Tarr) é considerada a segunda doença mais importante em pós-colheita no Brasil (Rezende & Francelli, 1997). Segundo Geraldo Ferregueti (2007, Informação pessoal), a doença tem-se mostrado de difícil controle nas áreas comerciais da Empresa Caliman Agrícola S/A, no município de Linhares, Espírito Santo. Nesta região a doença tem ocorrido nas folhas, o que aumenta o número de inóculo em campo.

O fungo é bastante disseminado em regiões tropicais (Hine et al., 1965; Hunter e Budderhagen, 1972) e mostra sintomatologia variada. A mancha-de-phoma apresenta características de afetar frutos, folhas e o tronco do mamoeiro (Mattos et al., 1974). 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, freqüentemente dispostos em anéis concêntricos (Liberato & Zambolim, 2002).

Nos frutos, pequenas pregas 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 ferimentos, 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 [*Oidium caricae* Noack; *Phyllactinia caricaefolia* Viégas; *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 40° norte a 40° ao sul do equador (Freire & Viana, 2001). A doença incide sobre o mamoeiro, ainda que não se inclua entre as doenças mais destrutivas 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 desta doença no mamoeiro o fungo *O. caricae*, descrito no Brasil em 1898, pelo menos três outras espécies já foram também relatadas como causadoras de oídio nesta cultura. Viégas (1944) descreveu *P. caricaefolia* 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 re-examinado e o fungo foi reclassificado *Streptopodium caricae* (Liberato et al. 2004).

#### **2.2.4. Mancha-chocolate [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Penz & Sacc]**

*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Penz & Sacc causa antracnose, podridão-peduncular e mancha-chocolate em frutos do mamoeiro (Alvarez & Nishijima, 1987; Oliveira et al., 2000; Ueno et al., 2001). A antracnose é uma das doenças mais sérias do mamoeiro e não só ataca os frutos como também causa amarelecimento e danos aos pecíolos das folhas (Gayet et al., 1995). Ainda que os frutos colhidos não apresentem sintomas da doença, ela se manifesta na fase de embalagem, transporte, amadurecimento e comercialização (Oliveira et al., 2000). A mancha-chocolate caracteriza-se por lesões superficiais, ocasionalmente deprimida, irregular a circular, com 1 a 10 mm de diâmetro, bem definida, com coloração marrom-avermelhada característica. Embora descritas como doenças distintas, tanto a antracnose quanto a mancha-chocolate são atribuídas a *C. gloeosporioides* (Alvarez & Nishijima, 1987; Dickman, 1994).

A mancha-chocolate já foi constatada em várias regiões do Brasil, sendo responsável pelas principais perdas na qualidade comercial dos frutos do mamoeiro no mercado interno e externo (Oliveira & Santos Filho, 2006). As condições que ocorrem nas áreas produtoras de mamão são geralmente muito propícias ao desenvolvimento da doença, o que aumenta a necessidade de atenção que deve ser dada à mesma.

Os sintomas manifestam-se nos frutos quase verdes ou em estágio inicial de maturação na forma de lesões superficiais irregulares a circulares, com coloração variando de marrom-claro a marrom-escuro, muito semelhante à cor “chocolate”. Com o amadurecimento dos frutos, as lesões podem permanecer superficiais ou aumentar de tamanho e ficarem levemente deprimidas, com aspecto semelhante às de antracnose. Principalmente em épocas chuvosas, é possível observar esses sintomas nas partes amarelas dos frutos, podendo haver exsudação de látex no centro da lesão. Embora a lesão não penetre tanto na polpa do fruto, a sua elevada incidência em frutos verdes e maduros, em certas épocas do ano, pode superar até mesmo os danos econômicos causados pela antracnose. (Oliveira & Santos Filho, 2006).

Segundo Alvarez & Nishijima (1987), um mesmo isolado pode causar tanto a lesão de antracnose quanto a mancha-chocolate. Andrade et al. (2007) confirmaram que os isolados obtidos de frutos de mamão com sintomas de antracnose produziram nos frutos sintomas idênticos aos produzidos pelo demais isolados, obtidos de frutos com mancha-chocolate.

Os diferentes sintomas da antracnose e da mancha-chocolate são atribuídos a fatores ambientais ou possivelmente ao estágio de maturação dos frutos, levando às diferenças na expressão dos sintomas. Andrade et al (2007) caracterizaram a variabilidade morfológica, cultural e patogênica de *C. gloeosporioides* isolados do mamoeiro e investigaram a possível ocorrência de mais de uma espécie de *Colletotrichum* associada aos sintomas de antracnose e mancha-chocolate em frutos coletados nas duas principais regiões produtoras do Brasil, Bahia e Espírito Santo. As características fenotípicas e genotípicas avaliadas neste estudo confirmaram ser *C. gloeosporioides* o único fungo a causar sintoma de antracnose e mancha-chocolate no mamoeiro.

## **2.3. Melhoramento genético do mamoeiro**

Normalmente ao se iniciar um programa de melhoramento genético de determinada cultura, é necessário conhecer a diversidade genética existente para melhor explorar essas diferenças genéticas. Storey (1953) relata que existe uma grande diversidade de tipos de mamoeiro no mundo, com características aproveitáveis em um programa de melhoramento. Contudo, existem poucas linhagens realmente melhoradas ou mesmo consideradas como variedades definidas, em função da propagação de plantas por sementes, durante sucessivas gerações, sem o devido controle das polinizações.

No melhoramento de plantas é importante que cada característica seja moldada de modo que se obtenham vantagens preestabelecidas no início do projeto, seja de ordem prática, econômica ou funcional, mas que principalmente garanta maior produtividade e melhor qualidade de frutos. Na cultura do mamoeiro, o melhoramento visa melhorar características relacionadas à própria planta e do fruto, como vigor, ausência de ramificação lateral, frutificação precoce, altura mais baixa na planta, ausência ou ocorrência mínima de carpeloidia, pentandria e esterilidade de verão, resistência a doenças e pragas, alta capacidade produtiva, tamanho uniforme do fruto, além de ser livre de manchas, com casca amarelo-clara, quando maduro, polpa espessa e cavidade ovariana pequena, alto teor de sólidos solúveis, ausência de odor desagradável almíscar e longevidade dos frutos na pós-colheita (Luna, 1986; Giacometti e Ferreira 1988).

### **2.3.1. Melhoramento visando resistência às doenças**

As doenças constituem o principal fator limitante ao aumento da produtividade e expansão da cultura do mamoeiro. Sendo as viroses o principal grupo de doenças do mamoeiro (*Carica papaya* L.), ocasionando grandes perdas na produção, podendo chegar à destruição total das plantações afetadas. Dentre estas, o mosaico ou vírus da mancha anelar do mamoeiro (*Papaya ringspot virus*, PRSV), é comum em todas as regiões produtoras de mamão, sendo responsável pelo abandono de lavouras e deslocamento contínuo da cultura para novas áreas. Até o momento não se conseguiu, em nível prático, desenvolver cultivares comerciais resistentes ao mosaico. Na espécie *C. papaya*, Dantas et al. (2002)

citam, como tolerante, a variedade dióica Califlora. Os mesmos autores ainda citam as espécies *C. cauliflora*, *C. pubescens*, *C. candicans* (recentemente reclassificadas para o do gênero *Vasconcella*) e *J. spinosa* como resistentes ao PRSV, podendo ser utilizadas no processo de melhoramento visando resistência ao mosaico. Já a meleira (*Papaya meleira virus*, PMeV), Dantas et al. (2002) afirmam não existir informação referente ao comportamento varietal em relação a esta doença.

Além das doenças causadas por vírus. Algumas doenças ocasionadas por fungos merecem destaque. Uma destas doenças é a pinta-preta, ocasionada por *Asperisporium Caricae* (Speg.) Maubl. O fungo ataca as folhas e os frutos, diminuindo a área fotossintética das plantas e depreciando os frutos comercialmente. Ide et al. (2001), na Estação Experimental de Macaé, Pesagrorio, trabalhando com 18 genótipos, concluíram que existem fatores genéticos que conferem resistência à pinta-preta. Estes autores utilizando uma escala de notas (variando de 1 a 5) para quantificar a severidade da doença, observaram que a cultivar mexicana Maradol apresentou menor número de pintas no lóbulo central em relação à variedade Sunrise Solo 72/12. Em 2003 Santos & Barreto, conduzindo estudos epidemiológicos sobre estratégias de controle utilizando fungicidas e a resistência de diferentes genótipos a pinta-preta, apontam a cultivar Cariflora como mais resistente. Dianese et al. (2007) avaliaram a reação de 9 genótipos (5 do grupo 'Formosa' e 4 do grupo 'Solo') à pinta-preta em folhas e frutos, por meio de escala de notas de 1 a 6. O genótipo Sekati foi o que 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.

Assim como para pinta-preta, são poucos os trabalhos com mancha-de-phoma, e estes estão restritos à avaliação de genótipos. 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 SS<sub>2</sub>). 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.

### 2.3.2. Parâmetros genéticos

De acordo com Cruz & Carneiro (2003), o estudo dos parâmetros genéticos é importante por permitir identificar a natureza da ação gênica no controle das características quantitativas e avaliar a eficiência das estratégias de melhoramento com o objetivo de obter ganhos genéticos e manutenção da base genética.

Na estimação dos parâmetros genéticos, há de se considerar que as estimativas obtidas são válidas apenas para a população da qual o material experimental constitui amostra e para as condições de ambiente em que o experimento foi conduzido (Silva, 2006). Quando se objetiva conduzir estudos sobre parâmetros genéticos, deve-se utilizar material representativo da população, assim como as condições ambientais devem ser parecidas com as que serão utilizadas para cultivo comercial.

Um dos parâmetros estimado é a herdabilidade ( $h^2$ ) e coeficiente de determinação genotípica ( $H^2$ ), que é a proporção herdável da variabilidade total de uma população (Borém, 2001). A herdabilidade e o coeficiente de determinação genotípica, segundo Falconer (1987), expressam a confiabilidade do valor fenotípico como estimador do valor genético. Trata-se de um parâmetro adimensional, sendo a razão de toda variação devido à porção herdável pela variação total ocorrida na população em relação a uma determinada característica. Nos casos em que os genótipos são fixos (ou seja, toda população de interesse é conhecida), a herdabilidade é substituída pelo coeficiente de determinação genotípico ( $H^2$ ), já que não existe propriamente variância genética, apenas uma variabilidade entre os genótipos denominada “variabilidade genética” ( $\theta^2g$ ), componente quadrático que expressa a variação entre os genótipos.

Marin (2001), em um estudo com treze características em combinações híbridas e respectivos genitores, obteve um valor muito elevado de  $H^2$  para peso médio dos frutos, alto para altura do primeiro fruto, número de frutos por planta e degustação. O coeficiente de determinação genotípico foi mediano para a maioria

das características medidas: Altura de planta, diâmetro de caule, produção por planta. Porém, foi baixo para volume da cavidade ovariana e espessura de polpa.

As herdabilidades para as principais características do mamoeiro ainda não foram suficientemente determinadas. Silva et al. (2008a) obtiveram altos valores para os coeficientes de determinação genotípicos para características morfológicas, aos 140 e 260 dias após o transplante, como altura de planta, diâmetro de caule. O  $H^2$  para número de frutos totais após 140 dias foi mediano, porém, aos 260 dias observou-se valor elevado. Este parâmetro foi alto para o peso médio de frutos, assim como, comprimento, largura e firmeza interna. Os valores de  $H^2$  foram medianos para as características produção por planta, firmeza externa de polpa e teor de sólidos solúveis totais.

Outros parâmetros que podem ser estimados por este método são as variâncias fenotípicas, genotípicas e ambientais. Desta forma em uma determinada população os fenótipos de cada indivíduo são condicionados a variações ligadas ao caráter genético, ambiental ou pela interação genótipos com ambientes (Borém, 2001). A magnitude da dispersão entre os fenótipos na população pode ser obtida através da análise de variância, neste caso, denomina-se “variância fenotípica”.

Variância ambiental, por ser uma medida das fontes de variação não controladas (Borém, 2001), em alguns casos, se confunde com o próprio erro experimental. A variância genética ou genotípica é o componente de variância causado pelas diferenças genéticas entre os indivíduos da população considerada. Quando toda a população é conhecida, tornado o efeito dos genótipos fixo, pode ser obtida apenas sua variabilidade genética.

A variabilidade genética é formada pelas diferenças genéticas entre os indivíduos de uma população conhecida. Para o melhorista, a variabilidade genética é um fator fundamental para a obtenção de ganhos genéticos e suas técnicas devem ser direcionadas para a obtenção de materiais genéticos superiores (Cruz et al., 2004).

O coeficiente de variação genético (CVg) é a razão entre o desvio padrão genético e a média dos genótipos, expressa em percentagem. Indica, de forma relativa, a presença de variabilidade genética e a possibilidade de obtenção de mudanças, por meio de seleção, para uma determinada característica (Rodrigues et al., 1998). Parâmetro relevante, uma vez que permite inferir sobre a magnitude

da variabilidade presente nas populações e em diferentes caracteres (Rezende, 2002). Suas estimativas permitem comparar níveis de variabilidade presentes em diferentes populações ambientes e características. O valor do CVg é diretamente proporcional à variabilidade genética da população.

Valores elevados de CVg para a produção de frutos por plantas e peso médio de frutos em mamoeiro foram observados por Marin (2001), em Linhares, em ensaio de combinações híbridas. Neste mesmo experimento, observou-se que as características morfológicas obtiveram baixos valores de coeficiente de variação genotípica. O CVg da característica número de frutos por plantas foi mediano.

Silva et al. (2008) encontraram baixos valores de CVg para altura de planta, diâmetro de caule, firmeza de polpa e sólidos solúveis totais, porém este parâmetro foi elevado para peso médio de fruto, número de frutos e produção de frutos por planta. O valor de CVg foi superior a 100% para o número de frutos pentândricos e bastante elevados (66% com 140 dias e 78% com 260 dias após o transplante) para frutos carpelóides, demonstrando alta variabilidade genética para estas duas características negativas.

O coeficiente de variação experimental (CVe) é um parâmetro estatístico, e não genético, obtido pela razão entre o desvio padrão e a média do experimento, normalmente expresso em percentagem. O CVe mede a precisão do experimento. De acordo com Pimentel-Gomes & Garcia (2002), lembrando que esta regra não é geral, em trabalhos de campo, o CVe, normalmente, é considerado baixo quando inferior a 10%; médios, entre 10% e 20%; altos, de 20% a 30%; e muito alto quando superior a 30%.

Segundo os resultados encontrados por Silva et al. (2008a), as características morfológicas como altura de planta e diâmetro do caule, assim como algumas características do fruto como largura, comprimento, firmeza de polpa apresentam baixos valores de CVe, enquanto a contagem dos frutos (comerciais, carpelóides e pentândricos) apresentam CVe bastante elevado. Para o peso médio dos frutos e a produção por planta este parâmetro apresentou valores medianos.

Pela relação entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação experimental, pode-se estimar o Índice de variação genético (Iv). A principal finalidade do Iv é indicar se os materiais genéticos avaliados se prestam

à seleção, porém, este parâmetro pode ser usado na comparação da variabilidade genética. Quando o valor de  $I_v$  atinge valor igual ou superior à unidade na experimentação, indica uma situação mais favorável para a seleção (Vencovsky e Barriga, 1992).

Neste contexto, no experimento envolvendo híbridos de mamoeiro, Marin (2001) obteve  $I_v$  superior à unidade apenas em quatro características das treze estudadas: altura do primeiro fruto, número de frutos por planta (segunda contagem), peso médio de frutos e degustação de frutos. Silva et al. (2008a) obtiveram valores de  $I_v$  superior à unidade em praticamente todas as características, o que significa que o material genético utilizado pelos autores possui alta variabilidade genética para todas as características analisadas, sendo plenamente apropriada para o melhoramento genético.

### **2.3.3. O uso de testadores no melhoramento genético e estudo da capacidade combinatória**

Hallauer & Lopez-Perez (1979), em seu trabalho sobre uso de testadores em milho, afirmam que para o sucesso de um programa de melhoramento é importante identificar as melhores linhagens. Quando se trabalha com um pequeno número de genótipos, é possível identificá-los usando dialelo, porém quando se trabalha com um número muito grande de genótipos, é recomendável o uso de testadores para se obter as medidas da capacidade combinatória.

Testador é um genótipo cuidadosamente escolhido pelo melhorista para cruzar com todos os outros genótipos a serem avaliados e, desta forma, pode-se estimar a capacidade combinatória de cada um dos genótipos avaliados com o testador.

A capacidade combinatória é uma propriedade de um genótipo no que se refere à obtenção de progênies superiores quando este é cruzado com outros genótipos. A capacidade combinatória pode ser de dois tipos: capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC).

As estimativas da CGC informam sobre a concentração de genes com capacidade de proporcionar efeitos aditivos sobre a característica de interesse, tendo sido muito utilizado como indicativo em programas de melhoramento intra-populacional (Cruz et al., 2004). A CGC indica os melhores pais em um programa

de melhoramento que visa o desenvolvimento de novas variedades. Um estudo sobre a CGC, em mamoeiro, foi feito por Marin (2001) para 14 características. Identificando assim os genótipos que apresentavam os maiores valores de CGC, e que poderiam ser utilizados futuramente no programa.

Segundo Cruz & Venkovsky (1989), um alto valor relativo (positivo ou negativo) para CEC demonstra a existência de dominância unidirecional (a maioria dos genes para a característica considerada tendendo ao dominante ou ao recessivo). Marin (2001), em experimento envolvendo híbridos entre genótipos dos grupos 'Solo' e 'Formosa', efetuou estudo sobre a capacidade específica de combinação para 14 características, servindo como um dos critérios para o registro de nove híbridos, incluindo entre eles o UENF/CALIMAN-01 (Calimosa).

### 3. TRABALHOS

#### 3.1. AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS (GERMOPLASMA E HÍBRIDOS) DE MAMOEIRO QUANTO À RESISTÊNCIA A PINTA-PRETA, MANCHA-DE-PHOMA, OÍDIO E MANCHA-CHOCOLATE.

##### 3.1.1. RESUMO

O mamoeiro é atacado por diversas doenças fúngicas de parte aérea, cuja ocorrência, inicialmente nas folhas, reduz a área fotossintética e a produtividade. Nos frutos, as mesmas doenças resultam em lesões epidérmicas, depreciando-os comercialmente e favorecendo o apodrecimento em pós-colheita. Objetivando identificar possíveis fontes de resistência e/ou tolerância à pinta-preta (*Asperisporium caricae*), mancha-de-phoma (*Phoma caricae-papayae*), oídio (*Oidium caricae*) e mancha-chocolate (*Colletotrichum gloeosporioides*) em genótipos de mamoeiro, avaliaram-se em maio e agosto de 2007, as incidências de folhas com sintomas de pinta-preta, mancha-de-phoma e oídio, a severidade da pinta-preta e mancha-de-phoma nas folhas, e, a área do fruto lesionada por pinta-preta e mancha-chocolate em 50 genótipos e 68 híbridos de mamoeiro, pertencentes à coleção de germoplasma da UENF/CALIMAN. Em condições de campo, os materiais que tiveram os melhores resultados foram Maradol

(Mexicano), Maradol (grande limão) e Baixinho de Santa Amália. Pode-se citar ainda: Caliman AM e Tailândia, para oídio; b) Americano, Tailândia, JS 12, Waimanalo Sekati, Papaya 46 (claro) e SH III 15-04, para mancha-de-phoma; e, c) Papaya 46 (claro), Papaya 45 (formosa), Americano, Baixinho Super, Tailândia e Kaphoro Solo (polpa amarela), para mancha-chocolate. Para pinta-preta, não houve diferença significativa entre os genótipos. Quanto aos híbridos avaliados, a combinação Americano x Waimanalo se destacou, estando presente no grupo com os menores valores de doença para todas as características avaliadas.

### 3.1.2. ABSTRACT

Papaya plants can be attacked by several fungal diseases that affect their aerial parts. These diseases initially occur in the leaves and reduce both the photosynthetic area and the plant yield. Besides, they cause lesions in the fruit surface, depreciating them commercially and facilitating the post-harvest decay. In order to identify possible resistance and/or tolerance sources of black-spot (*Asperisporium caricae*), phoma-spot (*Phoma caricae-papayae*), powdery-mildew (*Oidium caricae*) and chocolate-spot (*Colletotrichum gloeosporioides*) in papaya genotypes, the incidence of leaves with symptoms of black-spot, phoma-spot and powdery-mildew, the severity of the black-spot and phoma-spot in the leaves as well as the area of the fruit lesion for black-spot and chocolate-spot were evaluated in 50 genotypes and 68 papaya hybrids from the UENF/Caliman germplasm collection, in May and August of 2007. Under field conditions, the materials with the best performances were Maradol (Mexicano), Maradol (grande limão) and Baixinho de Santa Amália. It was also verified that: a) Caliman AM and Tailândia were superior to powdery-mildew; b) Americano, Tailândia, JS 12, Waimanalo Sekati, Papaya 46 (claro) and SH III 15-04, were superior to phoma-spot, and; c) Papaya 46 (claro), Papaya 45 (formosa), Americano, Baixinho Super, Tailândia and Kapoho Solo (yellow flesh), were superior to chocolate-spot. There was not significant difference for black-spot resistance among genotypes. The Americano x Waimanalo hybrid combination had a good performance; it was in the group with the lowest disease values for all traits evaluated.

### 3.1.3. 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, sendo Bahia e Espírito Santo os principais produtores, responsáveis por 88% da produção nacional, estimada em 1,9 milhões de toneladas em área colhida de 36,6 mil hectares (IBGE, 2008). O Brasil é o maior produtor mundial de mamão, com uma produção estimada de 1,6 milhões de toneladas em 2005, porém desta, somente cerca de 2% é exportada (SBRT, 2006).

Estando as doenças, principalmente as que ocorrem em pós-colheita, entre os principais fatores que limitam a exportação. É sabido que durante a condução da lavoura, o mamoeiro é atacado por várias doenças causadas por fungos, que reduzem a área fotossintética foliar bem como resultam em lesões nos frutos, depreciando-os comercialmente ou predispondo-os a podridões em pós-colheita. As doenças fúngicas mais frequentes são antracnose e mancha-chocolate, causadas por *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc, pinta-preta, causada por *Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl., mancha-de-phoma [*Phoma caricae-papayae* (Tarr) Punith], oídio [*Oidium caricae* Noack; *Phyllactinia caricaefolia* Viégas; *Streptopodium caricae* Liberato & R.W. Barreto).

A pinta-preta pode ocasionar severas perdas na produção, por reduzir a área fotossintética das folhas e, principalmente, por depreciar comercialmente os frutos ainda verdes (Rezende & Martins, 2005). Segundo Stevens (1939), citado por Liberato & Zambolim (2002), plantas quando muito afetadas podem perder de 50 a 60% de suas folhas maduras (completamente desenvolvida) em um período de dois a três meses. Santos & Barreto (2003) relatam perdas de 30% na comercialização de mamão em São Paulo. Em áreas comerciais do Espírito Santo, a mancha-de-phoma vem se agravando em áreas onde se pratica o controle químico regular da pinta-preta (Geraldo Ferregueti, 2007 – Informação pessoal).

Como inexitem genótipos resistentes a estas doenças, a pulverização de fungicidas torna-se a principal medida de controle. Porém, o alto custo, os danos

ambientais e os riscos pela exposição a substâncias químicas inerentes a saúde humana requerem da pesquisa novas alternativas de controle. Ademais, resíduos de agrotóxicos têm sido um entrave à exportação, e em muitos casos acarretam marketing negativo a exportação de frutas brasileiras.

Alguns trabalhos têm sido desenvolvidos neste sentido, e relatam a ocorrência de variabilidade entre os materiais avaliados. Sanchez et al. (1991), avaliaram a reação à mancha-de-phoma em frutos de *C. goudotiana*, *C. cauliflora* (atualmente reclassificados no gênero *Vasconcellea*) e em duas cultivares de *C. papaya* (Sunrise Solo 72/12 e Formoso) e mais quatro linhagens (DCG-434(4pa), DCG-422, DCG-435-5 e SS<sub>2</sub>), observando resistência à mancha-de-phoma na espécie *C. goudotiana* em condições de campo e em pós-colheita. 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, destacando que a cultivar mexicana Maradol apresentou menor número de pintas no lóbulo central em relação a variedade Sunrise Solo-72/12. Em 2003 Santos & Barreto, conduzindo estudos epidemiológicos sobre estratégias de controle utilizando fungicidas e a resistência de diferentes genótipos a pinta-preta, apontam a cultivar Cariflora como mais resistente. Dianese et al. (2007) avaliaram a reação de 9 genótipos (5 do grupo formosa e 4 do grupo solo) à pinta-preta em folhas e frutos. Destes, o genótipo Sekati foi o que apresentou menor valor médio de severidade de pinta-preta nas folhas. Nos frutos, o genótipo Tailândia Roxão apresentou a média mais baixa de doença, porém não diferiu estatisticamente dos demais genótipos.

Neste sentido, o melhoramento genético desponta como uma alternativa para um controle de maior sustentabilidade. Contudo, faltam informações sobre a reação genótipos e herança da resistência a doenças fúngicas na cultura do mamoeiro. Com base no exposto, no presente trabalho avaliou-se a incidência de folhas com sintoma de pinta-preta, mancha-de-phoma, oídio, severidade de pinta-preta e mancha-de-phoma em folhas, percentagem de área do fruto lesionada por pinta-preta e mancha-chocolate, em genótipos de mamoeiro, na coleção de germoplasma da UENF/CALIMAN.

### 3.1.4. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1.4.1. Experimentos, localização e material vegetal

Três experimentos foram conduzidos na Fazenda Macuco, da Empresa Caliman Agrícola S/A, em Linhares/ES. O primeiro experimento envolveu a aviação da coleção de germoplasma UENF/CALIMAN, composta por 50 genótipos (Quadro 1). O segundo experimento foi referente à avaliação de 22 híbridos  $F_1$  originados a partir de cruzamentos entre linhagens do grupo 'Solo' com um testador JS 12, e entre linhagens do grupo 'Formosa' com um testador Sunrise Solo 72/12, além do cruzamento entre Mamão roxo x Sunrise Solo 72/12 (Quadro 2). O terceiro experimento envolveu 46 híbridos  $F_1$  provenientes do cruzamento entre linhagens do grupo 'Solo' e 'Formosa' como os testadores Americano, Maradol (Mexicano) e Sekati, além dos cruzamentos entre o híbrido Calimosa com Tailândia, Maradol (Mexicano), Sekati e Americano (Quadro 3).

Um quarto experimento foi conduzido sob Telado no "Campus" Leonel Brizola, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em Campos do Goytacazes/RJ. Onde se comparou os melhores materiais do experimento 1 com o genótipo Golden (Caliman G). Foram obtidas sementes de Tailândia, Sunrise Solo (progenitor tainung), Mamão Bené, Maradol (Mexicano), Maradol (grande limão), Calimosa, STZ 03, SH III 12-07 e SH III 15-04, para condução do trabalho.

Quadro 1. Genótipos de mamoeiro pertencentes à coleção de germoplasma UENF/CALIMAN, localizado em Linhares\ES (experimento 01).

<b>Número de Identificação</b>	<b>GENÓTIPO</b>	<b>GRUPO</b>	<b>ORIGEM</b>	<b>TIPO DE GENÓTIPO</b>
1	Caliman M5	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
2	Sunrise Solo 783	Solo	Korin Kaohsiung - Taiwan	Variedade
3	Costa Rica	Formosa	CNPMFT Cruz das Almas - BA	Genótipo Elite
4	Taiwan et	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
5	Diva	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
6	Grampola	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
7	Sunrise Solo	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
8	Caliman AM	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
9	Caliman GB	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
10	Caliman SG	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
11	Caliman G (Golden)	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
12	Sunrise Solo 72 / 12	Solo	Papaya Ceres Linhares - ES	Variedade
13	Kapoho Solo (polpa amarela)	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
14	Baixinho de Santa Amália	Solo	Papaya Ceres Linhares - ES	Variedade
15	Sunrise Solo TJ	Solo	Papaya Ceres Linhares - ES	Variedade
16	Tailândia	Formosa	CNPMFT Cruz das Almas - BA	Variedade
17	São Mateus	Solo	Papaya Ceres Linhares - ES	Genótipo Elite
18	Kapoho Solo (polpa vermelha)	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
19	Sunrise Solo (prog Tainung)	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
20	Waimanalo	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
21	Mamão Bené	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
22	Mamão Roxo	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
23	Maradol (Mexicano)	Formosa	Tabasco.- México	Variedade
24	Maradol (grande limão)	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Variedade
25	Sekati	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Variedade
26	Baixinho Super	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
27	Americano	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
28	STZ – 51	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
29	STZ – 52	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
30	Calimosa	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Híbrido
31	JS 12	Formosa	CNPMFT Cruz das Almas - BA	Genótipo Elite
32	Cariflora	Formosa	UNESP Jaboticabal - SP	Genótipo Elite
33	Golden tipo formosa	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
34	STZ – 03	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
35	SH 12-07	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
36	SH 11-08	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
37	SH 50-09	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
38	SH 02-01	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
39	SH 14-05	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
40	SH 15-04	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
41	SH 04-02	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
42	SH 12-06	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
43	Papaya 42 formosa	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
44	Papaya 45 formosa	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
45	Papaya 46 claro	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
46	Fruto Médio Verde	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
47	Golden robusto	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
49	Tainung	Formosa	África do Sul 01/781	Híbrido
51	STZ – 63	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
52	Sekati (fruto longo macuco)	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem

Quadro 2. Híbridos de mamoeiro, obtidos por meio de cruzamento de genótipos de mamoeiro com os genótipos testadores JS 12 e Sunrise Solo 72/12, considerados na coleção de germoplasma UENF/CALIMAN, localizado em Linhares\ES (experimentos 02).

<b>GENÓTIPO TESTADOR</b>	<b>Número de Identificação</b>	<b>GENITOR MASCULINO</b>
JS 12	28	Caliman M5
	29	Taiwan et
	30	Diva
	31	Grampola
	32	Sunrise Solo
	33	Caliman GB
	34	Caliman SG
	35	Caliman G
	36	Kapoho Solo (polpa amarela)
	37	Baixinho de Santa Amália
	38	São Mateus
	39	Kapoho Solo (polpa vermelha)
	40	Sunrise Solo (prog. Tainung)
	41	Waimanalo
	42	Maradol (orig. México)
Sunrise Solo 72/12	43	Caliman M5
	44	Taiwan et
	45	Diva
	46	Grampola
	47	Sunrise Solo
	48	Caliman GB
	49	Caliman SG

Quadro 3. Híbridos de mamoeiro, obtidos por meio de cruzamento de genótipos de mamoeiro com os genótipos testadores Americano, Sekati e Maradol (Mexicano), e o híbrido Calimosa, considerados na coleção de germoplasma UENF/CALIMAN, localizado em Linhares\ES (experimento 3).

GENÓTIPO TESTADOR	Número de Identificação	GENITOR MASCULINO	
Americano	6	Caliman M5	
	7	Sunrise Solo 783	
	8	Costa Rica	
	9	Taiwan et*	
	10	Diva	
	11	Grampola	
	12	Sunrise Solo	
	13	Caliman AM	
	14	Caliman GB	
	15	Caliman SG	
	16	Caliman G	
	17	Sunrise Solo 72/12*	
	18	Baixinho de Santa Amália	
	19	Sunrise Solo TJ	
	20	São Mateus	
	21	Kapoho Solo (polpa vermelha)	
	22	Sunrise Solo (prog. Tainung)	
	23	Mamão Roxo	
	24	Sekati	
	25	Baixinho Super (+ baixo q BSA)	
	26	STZ - 52	
	27	Waimanalo	
	Calimosa	50	Tailândia
		51	Maradol (orig. México)
		52	Sekati
		53	Americano
	Sekati	54	Caliman G
55		Caliman AM	
56		Caliman SG	
57		Caliman GB	
58		Sunrise Solo	
59		Diva	
60		Caliman M5	
64		Sunrise Solo 72/12*	
72		JS 11	
73		JS 12	
Maradol (Mexicano)	65	Caliman G	
	66	Caliman AM	
	67	Caliman SG	
	68	Sunrise Solo	
	69	Diva	
	71	Sunrise Solo 72 / 12	
	61	Caliman M5	
	62	Sunrise Solo (prog. Tainung)	
	63	Taiwan et	

\*Indica que o genótipo foi utilizado como genitor feminino e não como masculino.

### **3.1.4.2. Delineamento estatístico e condições experimentais**

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso com duas repetições nos experimentos conduzidos em Linhares, com plantas dispostas em fileiras duplas, com espaçamento de 3,6 x 2,0 x 1,8 m, e sistema de irrigação do tipo microaspersão. O tipo de solo é classificado como Podzólico Vermelho Amarelo, com textura argilo-arenosa, fase floresta subperenifólia, e relevo plano a suavemente ondulado (platôs litorâneos). Todos os tratamentos culturais foram como recomendados para a cultura. Na condução das lavouras experimentais, por tratar-se de coleção de germoplasma e para se garantir produção de frutos e sementes a empresa, foram feitas pulverizações semanais ou quinzenais de fungicidas registrados para a cultura.

No experimento 04, conduzido em Campos dos Goytacazes, foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso com seis repetições de cada genótipo. Cada unidade experimental constou de uma planta por vaso. Os genótipos foram transplantados para vasos de 5l contendo uma mistura de solo, areia e esterco de curral na proporção 2:1:1, e mantidos no interior do telado. A inoculação foi natural, uma vez que no entorno do telado havia plantas de mamoeiro com sintoma das doenças em estudo.

Dados climáticos referentes aos experimentos 01, 02 e 03 foram obtidos a partir de estação climatológica localizada na própria área experimental da empresa. No experimento no interior do telado (experimento 04) coletaram-se apenas dados diários de temperaturas máxima e mínima.

### **3.1.4.3. Características avaliadas**

Nos experimentos 01, 02 e 03 foram quantificados em duas épocas, a incidência de folhas com sintoma de mancha-de-phoma (IMP), de pinta-preta (IPP), e de oídio (IO). Os dados de incidência foram obtidos pela divisão do número de folhas com sintomas pelo número total de folhas multiplicado por cem. Avaliou-se ainda, a severidade de pinta-preta (SPP) e mancha-de-phoma. A SPP, foi avaliada na folha com a primeira flor aberta, estimada com auxílio de escala diagramática proposta por Terra et al. (2008a), e a SMP, foi avaliada na folha disposta imediatamente abaixo da folha com a primeira flor aberta, estimada

visualmente com o auxílio de escala diagramática proposta por Terra et al. (2008b).

Nos frutos no primeiro estágio de maturação (índice de cor da casca), segundo escala proposta por Balbino (1997), avaliaram-se o número de lesões de pinta-preta (PPF) e de mancha-chocolate (MCF), obtidas pela contagem de número de lesões de cada doença no fruto. Os números de lesões foram posteriormente transformados em porcentagem, multiplicado pelo valor médio de cada doença obtido via QUANT.

Já para o experimento 04 quantificaram-se as incidências de folhas com sintoma de mancha-de-phoma (IMP), pinta-preta (IPP) e oídio (IO), obtidos pela divisão do número de folhas com sintomas pelo número total de folhas multiplicado por cem. Além da severidade de pinta-preta, porcentagem de área lesionada na 3ª, 5ª e 7ª folha e na folha marcada, estimada com auxílio de escala diagramática (Terra et al, 2008a).

#### **3.1.4.4. Análises estatísticas**

Foram realizadas análise de variância conjunta considerando as duas épocas (maio/junho e agosto/setembro), e quando constatado efeito significativo para a interação genótipo x época conduziu as análises individuais para cada época. As análises de variância conjuntas realizadas para cada variável dependente em cada experimento obedeceram o modelo estatístico descrito abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + B_k + G_i + E_j + GE_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Onde,  $Y_{ijk}$  = valor observado referente ao  $i$ -ésimo genótipo da  $k$ -ésima repetição na  $j$ -ésima época;  $\mu$  = constante geral;  $B_k$  = efeito da  $k$ -ésima repetição;  $G_i$  = efeito fixo do  $i$ -ésimo genótipo;  $E_j$  = efeito fixo da  $j$ -ésima época;  $e$ ,  $\epsilon_{ijk}$  = erro experimental dentro da parcela.

As análises de variância individuais foram efetuadas considerando o modelo estatístico descrito abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + B_j + G_i + \epsilon_{ij}$$

Onde:  $Y_{ij}$  = valor observado referente ao  $i$ -ésimo genótipo da  $j$ -ésima repetição;  $\mu$  = constante geral;  $B_j$  = efeito da  $j$ -ésima repetição;  $G_i$  = efeito fixo do  $i$ -ésimo genótipo;  $\epsilon_{ij}$  = erro experimental dentro da parcela.

As análises de variâncias conjuntas e individuais foram realizadas utilizando-se o Programa SAS (SAS, 1992), e as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 0,05 de probabilidade utilizando o aplicativo SAEG (Euclides, 1983).

Para o experimento 04 foram realizadas análises de variância e teste de médias considerando como variável dependente a área abaixo da curva do progresso de doença (AACPD), estimada para pinta-preta, mancha-de-phoma e oídio conforme descrito por Campbell & Madden (1990). Para tal considerou a incidência de folhas com sintoma de doença em função do tempo. Para pinta-preta a AACPD foi estimada considerando o índice de pinta-preta, obtido conforme a expressão:  $ID = ((S3+S5+S7)/3)*I$ ; sendo ID = índice de doença; S3, S5 e S7 = Severidades de doença obtidas na 3ª, 5ª e 7ª folhas, respectivamente; e, I = o valor de incidência de folhas totais com sintoma da doença em cada avaliação. Além da AACPD, considerou o valor de severidade máximo de pinta-preta (SMPP), o tempo em que a folha marcada levava para apresentar sintoma (IEPP) e o tempo máximo em que a folha com sintoma de doença permanece na planta (TMPP), como variável dependente. Os valores de SMPP, IEPP e TMPP foram obtidos pela média das avaliações destas variáveis em três folhas previamente marcadas.

### **3.1.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1.5.1. Experimento 01 – Genótipos (Germoplasma)**

Como não houve efeito da interação genótipo x época, foi realizada análise de variância conjunta considerando a média das duas épocas. A incidência de folhas com sintoma de pinta-preta (IPP), só foi avaliada na segunda época (final de agosto de 2007), sendo efetuada desta forma apenas a análise individual para esta característica.

Foi constatado efeito de época para incidência de folhas com sintoma de mancha-de-phoma (IMP) e oídio (IO), severidade de pinta-preta em folha (SPP) e área do fruto lesionada por mancha-chocolate (MCF), o que evidência a

necessidade de novos estudos em mais épocas. Segundo Suzuki et al., (2007) as épocas onde as condições climáticas mais favoreçam a doença, foram entre os meses de novembro e março, período onde a severidade e incidência de pinta-preta e mancha-de-phoma atingiram os maiores valores.

Para IO houve formação de dois grupos (Tabela 1), sendo os genótipos Maradol (Mexicano), Maradol (grande limão), Baixinho de Santa Amália, Caliman AM e Tailândia, locados no grupo com menor valor de incidência de doença. Resultados que apontam tais genótipos como mais vigorosos, uma vez que estes estão também entre os que apresentam menores valores de doença para outras características, como visto adiante.

Como observado na IO, para IMP também foi constatado variabilidade genética, havendo a formação de cinco grupos (Tabela 1), no grupo mais resistente, ou seja, aquele com menores valores de incidência de mancha-de-phoma se encontra apenas o genótipo Maradol (Mexicano), seguido pelos genótipos Maradol (grande limão) e Americano, locados no segundo grupo, e um terceiro grupo formado pelos genótipos Tailândia, Baixinho de Santa Amália, JS 12, Waimanalo e Sekati. Os demais genótipos foram distribuídos nos dois grupos restantes. Quando se analisou a severidade de mancha-de-phoma, observou-se a formação de dois grupos sendo o grupo com as menores médias formado por 37 genótipos (Tabela 1), destes, Maradol (Mexicano), Maradol (grande limão), Papaya 46 (claro), Tailândia, SH III 15-04 e JS 12 apresentaram médias menores que 4%, porém não diferiram dos demais genótipos localizados no grupo mais resistentes, ou seja, com menores valores de severidade de mancha-de-phoma em folhas de mamoeiro.

Para severidade de pinta-preta em folhas (SPP) não houve diferença significativa entre os genótipos avaliados. Resultados que contrastam com os observados por Ide et al (2001), Santos & Barreto (2003) e Dianese et al (2007), que encontraram variabilidade genética, trabalhando com um número bem menor de genótipos. Entre os genótipos avaliados na coleção de germoplasma, pode-se destacar STZ 03 (pecíolo curto), SH III 15-04, Golden (tipo formosa) e Maradol (grande limão) com média inferior a 0,02% e Sunrise Solo (progenitor Tainung), Mamão Bené, SH III 12-07, Baixinho Super, Fruto Médio Verde, JS 12, Tainung e Kaphoro Solo (polpa amarela) com médias inferiores a 0,03%. Porém, vale ressaltar mais uma vez que estas médias não diferiram entre si (Tabela 1). Assim

como observado para severidade de pinta-preta, para incidência também não foi observado diferença significativa, sendo Baixinho da Santa Amália, Waimanalo, Tailândia, Maradol (Mexicano), Kaphoro Solo (polpa amarela) e Caliman M5 os genótipos que apresentaram médias inferiores a 77% (Tabela 1).

Já para características ligadas ao fruto, para área do fruto lesionada por pinta-preta, não foi observado diferença significativa (Tabela 1). Os genótipos Golden (tipo formosa), Maradol (grande limão), Fruto Médio Verde e Diva apresentaram médias inferiores a 0,05%. Diferentemente do observado para pinta-preta, para área do fruto lesionada por mancha-chocolate (MCF) houve a formação de três grupos, sendo que os genótipos Papaya 46 (claro), Papaya 45 (formosa), Americano, Baixinho Super, Maradol (grande limão), Maradol (Mexicano), Tailândia, Baixinho de Santa Amália e Kaphoro Solo (polpa amarela), não manifestaram sintomas da doença (Tabela 1).

Como visto anteriormente, Ide et al (2001), Santos & Barreto (2003) e Dianese et al (2007) encontraram diferenças significativas entre os materiais avaliados para resistência a pinta-preta. Porém, estes resultados contrastam com os resultados encontrados neste experimento, uma vez que estes não evidenciaram diferenças significativas para características relativas à pinta-preta. A pouca variabilidade genética encontrada para os genótipos avaliados pode estar atrelada ao controle químico praticado pela empresa, uma vez que entre os materiais avaliados estão presentes genótipos que apresentaram médias menores em outros experimentos, ou seja, o genótipo Mexicano Maradol (Ide et al, 2001), Cariflora (Santos & Barreto, 2003) e Sekati (Dianese et al., 2007). Outra possibilidade para a pouca variabilidade pode estar ligada a época de avaliação, conduzidas nos meses de maio/junho e agosto/setembro. Suzuki et al. (2007) afirmam que de novembro a março os valores de severidade e incidência de pinta-preta são maiores.

De modo geral, considerando as diferentes doenças e formas de avaliar, alguns genótipos merecem destaque e podem apresentar genes que podem ser aproveitados em programas de melhoramento. Maradol (Mexicano), Maradol (grande limão), Papaya 46 (claro), Tailândia, SH III 15-04 e JS 12 STZ 03 (pecíolo curto), Golden (tipo formosa), Sunrise Solo (progenitor Tainung), Mamão Bené, SH III 12-07, Baixinho Super, Fruto Médio Verde, Tainung, Kaphoro Solo (polpa amarela) Baixinho da Santa Amália, Waimanalo, Caliman M5, Fruto Médio Verde,

Diva, Papaya 45 (formosa) e Americano, figuraram ao menos uma vez entre os grupos com menores valores de doença.

Dos genótipos citados acima alguns se destacam ainda mais, pois estão presentes entre o grupo mais resistente (menores valores de doença) para mais de uma variável. Destes, pode-se citar os genótipos Maradol (Mexicano), Maradol (grande limão), Papaya 46 (claro), Tailândia, SH III 15-04, JS 12, Baixinho de Santa Amália e Kaphoro Solo (polpa amarela). A presença de Maradol (Mexicano) neste grupo já era esperada, uma vez que o mesmo já foi observado em outros trabalhos (Ide et al., 2001; Terra et al., 2008c), porém a presença do genótipo JS 12, contrasta com o observado por Terra et al. (2008c), já que em ensaio de casa de vegetação este material esteve entre os com maiores valores de AACPD para pinta-preta. Porém, é importante ressaltar que estes autores trabalharam apenas com seis genótipos, e que a metodologia de análise dos resultados utilizada foi outra.

A análise do experimento 01 (germoplasma), permite inferir como cada material se comporta *per si*, mas não é possível concluir como estes materiais se comportaram em cruzamentos, passando seus genes favoráveis (responsáveis por menores valores médios de doença) a seus descendentes. Neste sentido, foram elaborados os experimentos 02 e 03, sendo possível, assim, deduzir quais as melhores combinações e como determinado material se comporta como doador.

Tabela 1. Médias de incidência e severidade em folhas e da área do fruto lesionada por diferentes doenças fúngicas, avaliadas em Linhares/ES, em genótipos (germoplasma) de mamoeiro presentes na coleção de germoplasma da UENF/CALIMAN.

Genótipos (Germoplasma)		Médias dos genótipos para cada característica													
		IMP*		IPP		IO		SPP		SMP		PPF		MCF	
1	Caliman M5	71,980	B**	76,264	A	82,417	A	0,076	A	7,056	B	0,196	A	0,010	C
2	Sunrise Solo 783	76,365	A	77,324	A	84,238	A	0,075	A	11,950	A	0,272	A	0,104	B
3	Costa Rica	74,864	A	79,478	A	82,159	A	0,058	A	6,294	B	0,235	A	0,041	C
4	Taiwan et	75,751	A	78,824	A	77,393	A	0,034	A	5,263	B	0,245	A	0,173	B
5	Diva	77,140	A	80,058	A	80,010	A	0,057	A	5,163	B	0,049	A	0,028	C
6	Grampola	69,654	B	82,940	A	80,661	A	0,044	A	8,281	B	0,132	A	0,038	C
7	Sunrise Solo	76,607	A	79,136	A	83,007	A	0,040	A	7,569	A	0,118	A	0,066	C
8	Caliman AM	83,661	A	80,395	A	70,169	B	0,032	A	11,313	A	0,122	A	0,195	B
9	Caliman GB	80,829	A	78,941	A	80,847	A	0,034	A	10,125	A	0,201	A	0,099	B
10	Caliman SG	80,461	A	80,650	A	75,759	A	0,038	A	15,188	A	0,113	A	0,003	C
11	Caliman G	78,044	A	81,767	A	78,210	A	0,086	A	8,675	A	0,090	A	0,066	C
12	Sunrise Solo 72 / 12	75,933	A	80,086	A	77,048	A	0,044	A	5,838	B	0,056	A	0,005	C
13	Kapoho Solo (polpa amarela)	79,640	A	76,114	A	79,400	A	0,029	A	8,819	A	0,127	A	0,000	C
14	Baixinho de Santa Amália	61,244	C	67,978	A	67,243	B	0,031	A	4,450	B	0,075	A	0,000	C
15	Sunrise Solo TJ	78,460	A	80,788	A	80,173	A	0,044	A	5,688	B	0,057	A	0,003	C
16	Tailândia	59,751	C	71,740	A	70,761	B	0,047	A	2,592	B	0,337	A	0,000	C
17	São Mateus	82,120	A	81,370	A	81,975	A	0,042	A	4,000	B	0,051	A	0,033	C
18	Kapoho Solo (polpa vermelha)	78,824	A	78,660	A	79,954	A	0,041	A	6,669	B	0,054	A	0,005	C
19	Sunrise Solo (prog Tainung)	82,564	A	78,873	A	82,436	A	0,022	A	5,900	B	0,052	A	0,005	C
20	Waimanalo	62,941	C	70,686	A	76,353	A	0,033	A	6,363	B	0,215	A	0,081	C
21	Mamão Bené	66,820	B	79,344	A	77,519	A	0,023	A	5,000	B	0,091	A	0,284	A
22	Mamão Roxo	80,060	A	78,484	A	80,550	A	0,034	A	6,894	B	0,080	A	0,003	C
23	Maradol (Mexicano)	30,876	E	76,000	A	57,812	B	0,034	A	0,842	B	0,082	A	0,000	C
24	Maradol (grande limão)	50,681	D	78,703	A	65,211	B	0,018	A	1,384	B	0,030	A	0,000	C
25	Sekati	63,524	C	81,196	A	73,698	A	0,071	A	4,444	B	0,062	A	0,010	C

Continua

\*IMP - Incidência de Mancha-de-phoma; IPP – Incidência de Pinta-preta; IO - Incidência de Oídio; SPP - Severidade de Pinta-preta; SMP - Severidade de Mancha-de-phoma; PPF - Pinta-preta no fruto; MCF - Mancha-chocolate no fruto; \*\* Na mesma coluna, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Skott-knott em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 1, Cont.

Genótipos (Germoplasma)		Médias dos genótipos para cada característica													
		IMP*		IPP		IO		SPP		SMP		PPF		MCF	
26	Baixinho Super	68,014	B	80,787	A	78,932	A	0,026	A	5,250	B	0,085	A	0,000	C
27	Americano	50,797	D	80,210	A	74,539	A	0,173	A	5,400	B	0,144	A	0,000	C
28	STZ – 51	76,191	A	78,017	A	79,856	A	0,108	A	8,094	A	0,070	A	0,157	B
29	STZ – 52	79,020	A	82,024	A	83,259	A	0,033	A	7,019	B	0,118	A	0,043	C
30	Calimosa	69,339	B	78,793	A	78,230	A	0,042	A	4,438	B	0,118	A	0,041	C
31	JS 12	62,428	C	78,023	A	73,987	A	0,027	A	3,888	B	0,181	A	0,028	C
32	Cariflora	66,612	B	77,829	A	76,059	A	0,050	A	4,202	B	0,132	A	0,069	C
33	Golden tipo formosa	78,032	A	79,808	A	77,616	A	0,014	A	8,092	A	0,022	A	0,122	B
34	STZ - 03	73,445	B	77,830	A	77,424	A	0,012	A	6,694	B	0,075	A	0,010	C
35	STZ - 03	72,391	B	83,384	A	80,067	A	0,024	A	4,206	B	0,127	A	0,119	B
36	SH 12-07	78,017	A	80,411	A	79,466	A	0,095	A	5,044	B	0,134	A	0,053	C
37	SH 11-08	68,201	B	77,029	A	76,326	A	0,034	A	4,794	B	0,135	A	0,162	B
38	SH 50-09	68,467	B	77,988	A	81,524	A	0,041	A	6,113	B	0,259	A	0,107	B
39	SH 02-01	72,006	B	77,941	A	77,256	A	0,037	A	5,550	B	0,173	A	0,338	A
40	SH 14-05	73,768	B	78,489	A	79,438	A	0,013	A	3,656	B	0,202	A	0,178	B
41	SH 15-04	69,895	B	79,633	A	75,602	A	0,043	A	6,531	B	0,188	A	0,025	C
42	SH 04-02	68,288	B	79,384	A	77,217	A	0,263	A	5,594	B	0,139	A	0,058	C
43	Papaya 42 formosa	74,643	A	80,803	A	76,148	A	0,041	A	6,625	B	0,070	A	0,018	C
44	Papaya 45 formosa	78,090	A	80,706	A	80,290	A	0,096	A	4,634	B	0,114	A	0,000	C
45	Papaya 46 claro	80,092	A	82,451	A	85,057	A	0,046	A	2,413	B	0,072	A	0,000	C
46	Fruto Médio Verde	75,880	A	81,035	A	81,722	A	0,026	A	6,506	B	0,049	A	0,013	C
47	Golden robusto	82,874	A	83,347	A	81,636	A	0,034	A	11,469	A	0,098	A	0,005	C
49	Tainung	62,729	B	78,133	A	80,772	A	0,031	A	5,050	B	0,094	A	0,010	C
51	STZ 63	77,641	A	78,252	A	73,730	A	0,041	A	8,600	A	0,139	A	0,020	C
52	Sekati (fruto longo macuco)	75,925	A	76,264	A	78,995	A	0,047	A	5,490	B	0,176	A	0,010	C

\*IMP - Incidência de Mancha-de-phoma; IPP – Incidência de Pinta-preta; IO - Incidência de Oídio; SPP - Severidade de Pinta-preta; SMP - Severidade de Mancha-de-phoma; PPF - Pinta-preta no fruto; MCF - Mancha-chocolate no fruto; \*\* Na mesma coluna, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Skott-knott em nível de 5% de probabilidade.

### 3.1.5.2. Experimento 02 e 03 – Combinações híbridas

Nas combinações híbridas envolvendo os testadores JS 12 e Sunrise Solo 72/12 (experimento 02), não houve efeito da interação genótipo x época, assim conduziu-se apenas a análise de variância conjunta considerando a média das duas épocas. Como a incidência de folhas com sintoma de pinta-preta (IPP) só foi avaliada na segunda época (final de agosto de 2007), procedeu-se a análise individual para esta característica.

Foi constatado efeito de época para incidência de folhas com sintoma de mancha-de-phoma (IMP) e oídio (IO), severidade de pinta-preta em folha (SPP) e área do fruto lesionada por pinta-preta (PPF), observações que estão em concordância com o observado no experimento 01 (germoplasma), evidenciando a necessidade de novos estudos em mais épocas, como já discutido anteriormente.

Nas características envolvendo incidência de folhas com sintoma de doença não foi encontrada diferença significativa entre os híbridos avaliados (Tabela 2). Para incidência de folhas com sintoma de oídio (IO) o híbrido Sunrise Solo 72/12 x Tailândia apresentou média de aproximadamente 80%. Analisando a incidência de folhas com sintoma de pinta-preta (IPP) quatro combinações [JS 12 x Caliman M5, JS 12 x Maradol (Mexicano), JS 12 x Waimanalo e JS 12 x Taiwan et] apresentaram médias inferiores a 80%, já para incidência de folhas com sintoma de mancha-de-phoma (IMP) as combinações Sunrise Solo 72/12 x Sekati, Sunrise Solo 72/12 x Maradol (grande limão), JS 12 x Caliman M5, JS 12 x São Mateus, JS 12 x Maradol (Mexicano), JS 12 x Caliman GB e Sunrise Solo 72/12 x Mamão Bené apresentaram médias inferiores a 80% (Tabela 2).

Para severidade de pinta-preta (SPP) não foi observada diferença significativa, sendo a combinação Sunrise Solo x Mamão Roxo a única a apresentar média inferior a 0,02% (Tabela 2). Já para severidade de mancha-de-phoma (SMP) houve a formação de dois grupos, sendo o grupo mais resistente, ou seja, o com menor severidade de mancha composto por 17 combinações, destas Sunrise Solo 72/12 x Maradol (Mexicano) apresentou média inferior a 3% de severidade. Das combinações com o genótipo testador JS 12, as menores médias ocorreram quando este foi combinado com Sunrise Solo (progenitor

Tainung), Sunrise Solo, Caliman M5, Grampola, São Mateus, Kaphoro Solo (polpa vermelha), Caliman GB, Baixinho de Santa Amália e Caliman GB. Com o testador Sunrise Solo 72/12, além de Maradol (Mexicano), a combinação com Maradol (grande limão), Sekati e Tailândia apresentaram as menores médias (Tabela 02).

Além de SMP, também foi observado diferença significativa para a área do fruto lesionada por pinta-preta (PPF). Doze dentre 21 híbridos ficaram locados no grupo com menor valor de área lesionada e deste, o híbrido Sunrise Solo 71/12 x Costa Rica foi o único a apresentar média inferior a 0,1%. Dos híbridos obtidos pelo cruzamento com o genótipo testador JS 12, as menores médias ocorreram quando este foi combinado a Kaphoro Solo (polpa amarela), Caliman SG, Baixinho de Santa Amália, Sunrise Solo (progenitor Tainung) e Waimanalo. Com o testador Sunrise Solo 72/12, além de Costa Rica, a combinação deste com Mamão Roxo, Sekati, Mamão Bené, Tailândia, Maradol (grande limão) e Maradol (Mexicano) apresentou as menores médias, assim, todos os híbridos obtidos com o testador Sunrise Solo 72/12 ficaram locados no grupo com menores valores de PPF (Tabela 2). Já para a área do fruto lesionada por mancha-chocolate (MCF) não houve diferença entre os híbridos, apesar disso, pode-se destacar os híbridos Sunrise Solo 72/12 x Mamão Bené, JS 12 x Waimanalo, JS 12 x Sunrise Solo (progenitor Tainung) e JS 12 x Taiwan et, por apresentarem frutos sem sintomas de mancha-chocolate, apresentando média igual a zero para a variável MCF (Tabela 2).

Para as combinações híbridas envolvendo os genótipos testadores Americano, Maradol (Mexicano) e Sekati, além de cruzamentos com o híbrido Calimosa (experimento 03), só houve efeito significativo da interação genótipo x época para a área do fruto lesionada por mancha-chocolate (MCF), assim a análise de variância e teste de média foi desmembrada para esta variável. Nas demais características realizaram análise de variância conjunta considerando a média das duas épocas. Como a incidência de folhas com sintoma de pinta-preta (IPP) só foi avaliada na segunda época (final de agosto de 2007), procedeu-se a análise individual para esta característica.

Tabela 2. Médias de incidência e severidade em folhas e da área do fruto lesionada por diferentes doenças fúngicas, avaliadas em Linhares/ES, em híbridos de mamoeiro derivados dos genótipos testadores JS 12 e Sunrise Solo 72/12.

Genótipos (Híbridos)		Médias dos genótipos para cada características													
		IMP*		IPP		IO		SPP		SMP		PPF		MCF	
28	JS 12 x Caliman M5	76,490	A**	77,277	A	83,587	A	0,048	A	3,988	B	0,479	A	0,008	A
29	JS 12 x Taiwan ET	80,204	A	79,963	A	83,295	A	0,043	A	5,750	A	0,510	A	0,000	A
30	JS 12 x Diva	81,721	A	82,316	A	83,537	A	0,041	A	3,656	B	0,551	A	0,008	A
31	JS 12 x Grampola	82,136	A	82,859	A	83,171	A	0,036	A	4,681	B	0,499	A	0,018	A
32	JS 12 x Sunrise Solo	78,853	A	80,260	A	83,363	A	0,033	A	3,875	B	0,483	A	0,010	A
33	JS 12 x Caliman GB	79,594	A	82,882	A	86,267	A	0,048	A	5,081	B	0,836	A	0,038	A
34	JS 12 x Caliman SG	82,457	A	80,601	A	82,183	A	0,047	A	7,044	A	0,317	B	0,073	A
35	JS 12 x Caliman G	83,215	A	82,201	A	85,956	A	0,047	A	5,375	A	0,662	A	0,020	A
36	JS 12 x Kapoho Solo (polpa amarela)	83,179	A	82,047	A	83,313	A	0,046	A	5,956	A	0,673	A	0,023	A
37	JS 12 x Baixinho de Santa Amália	80,195	A	82,312	A	83,282	A	0,061	A	5,256	B	0,337	B	0,003	A
38	JS 12 x São Mateus	77,540	A	84,177	A	82,074	A	0,050	A	4,694	B	0,724	A	0,027	A
39	JS 12 x Kapoho Solo (polpa vermelha)	80,222	A	80,619	A	82,789	A	0,044	A	4,831	B	0,294	B	0,013	A
40	JS 12 x Sunrise Solo (prog. Tainung)	81,739	A	82,122	A	86,048	A	0,050	A	3,544	B	0,360	B	0,000	A
41	JS 12 x Waimanalo	81,312	A	79,597	A	82,698	A	0,050	A	6,688	A	0,362	B	0,000	A
42	JS 12 x Maradol (orig. México)	79,519	A	77,624	A	84,297	A	0,036	A	5,850	A	0,383	B	0,005	A
43	Sunrise Solo 72 / 12 x Costa Rica	80,794	A	81,632	A	83,039	A	0,036	A	8,706	A	0,098	B	0,018	A
44	Sunrise Solo 72 / 12 x Tailândia	80,141	A	81,683	A	80,631	A	0,045	A	4,225	B	0,222	B	0,013	A
45	Sunrise Solo 72 / 12 x Mamão Bené	80,627	A	82,793	A	81,986	A	0,031	A	7,363	A	0,173	B	0,000	A
46	Sunrise Solo 72 / 12 x Mamão Roxo	79,714	A	80,375	A	83,818	A	0,017	A	5,513	A	0,103	B	0,013	A
47	Sunrise Solo 72 / 12 x Maradol (orig. México)	75,598	A	81,950	A	79,484	A	0,025	A	2,563	B	0,426	B	0,013	A
48	Sunrise Solo 72 / 12 x Maradol (grande limão)	75,315	A	80,739	A	81,977	A	0,033	A	3,694	B	0,261	B	0,048	A
49	Sunrise Solo 72 / 12 x Sekati	83,631	A	83,066	A	83,284	A	0,052	A	3,869	B	0,144	B	0,005	A

\*IMP - Incidência de Mancha-de-phoma; IPP – Incidência de Pinta-preta; IO - Incidência de Oídio; SPP - Severidade de Pinta-preta; SMP - Severidade de Mancha-de-phoma; PPF - Pinta-preta no fruto; MCF - Mancha-chocolate no fruto; \*\* Na mesma coluna, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Skott-knott em nível de 5% de probabilidade.

Foi constatado efeito de época para incidência de folhas com sintomas de mancha-de-phoma (IMP) e oídio (IO), severidade de pinta-preta em folha (SPP) e área do fruto lesionada por pinta-preta (PPF) e mancha-chocolate (MCF). Essas observações estão em concordância com o que foi observado nos experimentos 01 e 02 (germoplasma e híbrido 01, respectivamente), evidenciando mais uma vez a necessidade de novos estudos em mais épocas. Suzuki et al. (2007) afirmam que entre os meses de novembro e março, a severidade e incidência de pinta-preta e mancha-de-phoma atingem os maiores valores.

A incidência de folhas com sintomas de doenças é uma relação em percentagem entre o número de folhas com sintoma pelo número total de folhas da planta. Neste sentido, considerando as características relativas às incidências de folhas com sintomas de oídio (IO), pinta-preta (IPP) e mancha-de-phoma (IMP), apenas a combinação híbrida Americano x Waimanalo esteve locada no grupo mais resistente (Tabela 3). Para oídio e pinta-preta houve apenas a formação de dois grupos, já para mancha-de-phoma formaram-se três grupos, o primeiro formado pelo híbrido citado anteriormente, em um segundo grupo, também formado por apenas um híbrido, Maradol (Mexicano) x JS 12.

Para severidade de pinta-preta (SPP) houve a formação de três grupos (Tabela 3). No grupo com menores valores médios se destaca, mais uma vez o híbrido Americano x Waimanalo, o único a apresentar média inferior a 0,01%. Além de Waimanalo, os genótipos Sunrise Solo 72/12, Grampola, Baixinho de Santa Amália, Caliman AM, Caliman GB, Baixinho Super, Sunrise Solo, Diva, Sunrise Solo (progenitor Tainung), Taiwan et, Sunrise Solo 783, Caliman M5, Kaphoro Solo (polpa vermelha), São Mateus, Sekati, Mamão Roxo, Caliman SG, Caliman G e Costa Rica, também resultaram em combinações que ficaram locadas no grupo com menores médias. Para o genótipo testador Sekati destacam-se as combinações com JS11, Caliman G, Caliman GB, Diva e Sunrise Solo, locadas no grupo mais resistente. Das combinações com o genótipo testador Maradol (Mexicano), as que resultaram em menores valores de severidade de pinta-preta foram Caliman AM, Sunrise Solo (progenitor Tainung), Sunrise Solo, Diva, Caliman G e Sunrise Solo 72/12 (Tabela 3). Além destas, as combinações Calimosa x Sekati e Calimosa x Maradol (Mexicano) também figuraram neste grupo.

Tabela 3. Médias de incidência e severidade em folhas e da área do fruto lesionada por diferentes doenças fúngicas, avaliadas em Linhares/ES, em híbridos de mamoeiro derivados dos genótipos testadores Americano, Sekati e Maradol (Mexicano).

Genótipos (Híbridos)	Médias dos genótipos para cada características															
	IMP*		IPP		IO		SPP		SMP		PPF		MCF1		MCF2	
6 Americano x Caliman M5	79,804	A**	81,126	A	85,213	A	0,027	C	5,394	A	0,207	C	0,000	B	0,000	B
7 Americano x Sunrise Solo 783	83,733	A	81,925	A	84,942	A	0,027	C	5,400	A	0,246	C	0,021	B	0,000	B
8 Americano x Costa Rica	82,581	A	81,489	A	87,406	A	0,036	C	5,875	A	0,209	C	0,000	B	0,000	B
9 Taiwan et x Americano	79,213	A	82,583	A	84,079	A	0,027	C	5,669	A	0,432	B	0,026	B	0,005	B
10 Americano x Diva	79,073	A	78,396	A	84,425	A	0,026	C	7,356	A	0,272	C	0,000	B	0,000	B
11 Americano x Grampola	77,846	A	79,710	A	84,896	A	0,020	C	9,063	A	0,321	B	0,000	B	0,000	B
12 Americano x Sunrise Solo	83,376	A	80,487	A	87,319	A	0,025	C	5,363	A	0,079	C	0,000	B	0,000	B
13 Americano x Caliman AM	81,169	A	75,040	A	82,269	A	0,024	C	5,150	A	0,161	C	0,117	B	0,015	B
14 Americano x Caliman GB	80,922	A	78,960	A	83,363	A	0,024	C	7,444	A	0,196	C	0,005	B	0,000	B
15 Americano x Caliman SG	79,558	A	79,459	A	82,791	A	0,034	C	7,613	A	0,320	B	0,015	B	0,000	B
16 Americano x Caliman G	81,726	A	78,846	A	83,416	A	0,035	C	7,313	A	0,233	C	0,274	A	0,010	B
17 Sunrise Solo 72 / 12 x Americano	79,873	A	81,317	A	85,317	A	0,018	C	6,575	A	0,126	C	0,076	B	0,010	B
18 Americano x Baixinho de Santa Amália	75,370	A	83,055	A	86,163	A	0,021	C	5,219	A	0,150	C	0,000	B	0,000	B
19 Americano x Sunrise Solo TJ	84,607	A	84,269	A	86,558	A	0,040	B	6,225	A	0,424	B	0,026	B	0,015	B
20 Americano x São Mateus	76,893	A	79,571	A	83,588	A	0,030	C	4,769	B	0,069	C	0,005	B	0,000	B
21 Americano x Kapoho Solo (polpa vermelha)	79,314	A	80,497	A	85,948	A	0,029	C	8,344	A	0,336	B	0,010	B	0,000	B
22 Americano x Sunrise Solo (prog. Tainung)	77,879	A	79,371	A	83,745	A	0,027	C	6,613	A	0,220	C	0,000	B	0,000	B
23 Americano x Mamão Roxo	78,749	A	81,059	A	82,276	A	0,033	C	5,081	A	0,210	C	0,000	B	0,005	B
24 Americano x Sekati	73,504	A	81,056	A	82,518	A	0,031	C	7,750	A	0,051	C	0,000	B	0,000	B
25 Americano x Baixinho Super (+ baixo q BSA)	76,096	A	81,371	A	82,258	A	0,025	C	6,844	A	0,303	B	0,000	B	0,000	B
26 Americano x STZ – 52	78,771	A	82,362	A	85,203	A	0,041	B	6,394	A	0,248	C	0,010	B	0,000	B
27 Americano x Waimanalo	54,299	C	62,956	B	68,842	B	0,008	C	2,906	B	0,075	C	0,000	B	0,000	B

Continua

\*IMP - Incidência de Mancha-de-phoma; IPP – Incidência de Pinta-preta; IO - Incidência de Oídio; SPP - Severidade de Pinta-preta; SMP - Severidade de Mancha-de-phoma; PPF - Pinta-preta no fruto; MCF1 e MCF2 - Mancha-chocolate no fruto avaliada na época 1 e 2, respectivamente; \*\* Na mesma coluna, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Skott-knott em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3, Cont.

Genótipos (Híbridos)		Médias dos genótipos para cada características															
		IMP*		IPP		IO		SPP		SMP		PPF		MCF1		MCF2	
50	Calimosa x Tailândia	78,468	A	81,818	A	83,195	A	0,023	C	1,208	B	0,185	C	0,051	B	0,000	B
51	Calimosa x Maradol (orig. México)	73,349	A	80,731	A	83,663	A	0,026	C	1,292	B	0,261	C	0,020	B	0,051	A
52	Calimosa x Sekati	77,906	A	80,323	A	83,104	A	0,047	B	4,375	B	0,104	C	0,000	B	0,010	B
53	Calimosa x Americano	76,192	A	82,513	A	82,738	A	0,053	B	4,975	A	0,115	C	0,000	B	0,000	B
54	Sekati x Caliman G	76,558	A	80,595	A	82,535	A	0,028	C	4,013	B	0,098	C	0,036	B	0,010	B
55	Sekati x Caliman AM	80,134	A	81,062	A	83,826	A	0,065	A	1,850	B	0,070	C	0,005	B	0,000	B
56	Sekati x Caliman SG	78,730	A	81,554	A	85,416	A	0,044	B	3,719	B	0,059	C	0,005	B	0,005	B
57	Sekati x Caliman GB	77,701	A	79,880	A	83,007	A	0,031	C	4,681	B	0,111	C	0,000	B	0,000	B
58	Sekati x Sunrise Solo	78,209	A	80,275	A	84,247	A	0,038	C	4,638	B	0,070	C	0,000	B	0,000	B
59	Sekati x Diva	79,776	A	83,086	A	85,240	A	0,034	C	4,031	B	0,122	C	0,041	B	0,000	B
60	Sekati x Caliman M5	77,755	A	79,906	A	83,565	A	0,051	B	5,356	A	0,036	C	0,000	B	0,015	B
61	Maradol (orig. México) x Caliman G	73,231	A	81,392	A	84,413	A	0,031	C	2,656	B	0,108	C	0,010	B	0,005	B
62	Maradol (orig. México) x Caliman AM	80,751	A	78,522	A	85,197	A	0,020	C	3,100	B	0,158	C	0,041	B	0,000	B
63	Maradol (orig. México) x Caliman SG	79,166	A	81,677	A	84,458	A	0,042	B	2,894	B	0,465	B	0,300	A	0,030	A
64	Sunrise Solo 72 / 12 x Sekati	80,739	A	82,594	A	84,879	A	0,046	B	4,456	B	0,481	B	0,010	B	0,015	B
65	Maradol (orig. México) x Sunrise Solo	77,887	A	82,056	A	84,019	A	0,024	C	3,931	B	0,251	C	0,421	A	0,010	B
66	Maradol (orig. México) x Diva	83,544	A	83,848	A	86,737	A	0,030	C	3,719	B	0,675	A	0,137	B	0,031	A
67	Maradol (orig. México) x Sunrise Solo 72 / 12	77,796	A	79,661	A	84,279	A	0,032	C	4,344	B	0,140	C	0,051	B	0,000	B
68	Maradol (orig. México) x Caliman M5	82,739	A	82,035	A	85,272	A	0,063	A	3,531	B	0,215	C	0,091	B	0,010	B
69	Maradol (orig. México) x S. Solo (prog. Tainung)	82,663	A	82,346	A	83,608	A	0,023	C	3,288	B	0,251	C	0,010	B	0,005	B
71	Sekati x JS 11	70,951	A	75,323	A	80,902	A	0,018	C	3,438	B	0,057	C	0,000	B	0,005	B
72	Sekati x JS 12	74,945	A	77,692	A	83,986	A	0,073	A	5,069	A	0,150	C	0,000	B	0,000	B
73	Maradol (orig. México) x JS 12	67,320	B	78,715	A	81,679	A	0,039	B	2,319	B	0,215	C	0,229	B	0,000	B

\*IMP - Incidência de Mancha-de-phoma; IPP – Incidência de Pinta-preta; IO - Incidência de Oídio; SPP - Severidade de Pinta-preta; SMP - Severidade de Mancha-de-phoma; PPF - Pinta-preta no fruto; MCF1 e MCF2 - Mancha-chocolate no fruto avaliada na época 1 e 2, respectivamente; \*\* Na mesma coluna, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Skott-knott em nível de 5% de probabilidade.

Para severidade de pinta-preta (SPP) houve a formação de três grupos (Tabela 3). No grupo com menores valores médios se destaca mais uma vez o híbrido Americano x Waimanalo, o único a apresentar média inferior a 0,01%. Além de Waimanalo, os genótipos Sunrise Solo 72/12, Grampola, Baixinho de Santa Amália, Caliman AM, Caliman GB, Baixinho Super, Sunrise Solo, Diva, Sunrise Solo (progenitor Tainung), Taiwan et, Sunrise Solo 783, Caliman M5, Kaphoro Solo (polpa vermelha), São Mateus, Sekati, Mamão Roxo, Caliman SG, Caliman G e Costa Rica, também resultaram em combinações que ficaram locadas no grupo com menores médias. Para o genótipo testador Sekati destacam-se as combinações com JS11, Caliman G, Caliman GB, Diva e Sunrise Solo, locadas no grupo mais resistentes. Das combinações com o genótipo testador Maradol (Mexicano), as que resultaram em menores valores de severidade de pinta-preta foram com Caliman AM, Sunrise Solo (progenitor Tainung), Sunrise Solo, Diva, Caliman G e Sunrise Solo 72/12 (Tabela 3). Além destas, as combinações Calimosa x Sekati e Calimosa x Maradol (Mexicano) também figuraram neste grupo.

Quando se analisou a severidade se mancha-de-phoma (SMP) houve a formação de dois grupos, No primeiro grupo (como menores médias) ficaram locados 22 híbridos (Tabela 3). Destes destacam-se Calimosa x Sekati, Calimosa x Maradol (Mexicano) e Sekati x Caliman AM, com médias abaixo de 2%. Considerando as melhores combinações para cada genótipo testador merecem destaque alguns genótipos. Waimanalo e São Mateus, para o testador Americano. Todas as Combinações com o genótipo testador Maradol (Mexicano) ficara locadas no grupo com menores médias. Já para o testador Sekati, as melhores combinações ocorreram com Caliman SG, Caliman G, Diva, JS 11, Sunrise Solo e Caliman GB, além do híbrido Sekati x Caliman AM, citado anteriormente.

Considerando caracteres relativos ao fruto, para pinta-preta, houve a formação de três grupos. O grupo com maior área do fruto lesionado pela doença foi formado apenas pelo híbrido Maradol (Mexicano) x Diva. Por outro lado, no grupo com menores valores médios de doenças ficaram locadas 36 combinações híbridas (Tabela 3), destas, destacam-se: Sekati x Caliman M5, Americano x Sekati, Sekati x JS 11, Sekati x Caliman SG, Americano x São Mateus, Sekati x Caliman AM, Sekati x Sunrise Solo, Americano x Waimanalo, Americano x Sunrise Solo, Sekati x Caliman G, com média inferior a 1%.

O valor médio de área do fruto lesionado por mancha-chocolate foi calculado para cada época, uma vez que houve efeito significativo da interação genótipo (híbrido) x época. Nas duas épocas (final de maio e final de agosto de 2007) houve a formação de dois grupos (Tabela 3). Para o valor da área do fruto lesionada por mancha-chocolate na primeira época (MCF1) apenas as combinações de Maradol (Mexicano) com Sunrise Solo e Caliman SG e Americano com Caliman G ficaram localizadas no grupo com maiores valores de doença e as demais combinações ficaram no primeiro grupo (menores médias). Já na segunda época, Calimosa x Maradol (Mexicano), Maradol (Mexicano) x Diva e Maradol (Mexicano) x Caliman M5, diferiram dos demais híbridos por apresentarem maiores médias para área do fruto lesionada por mancha-chocolate (MCF2).

As melhores combinações encontradas permitem chegar a algumas conclusões acerca dos genitores. Praticamente em todas as características onde foi observada diferença significativa entre os híbridos, e que estava presente o genótipo Caliman G, as outras variações de Caliman também se encontravam. Possivelmente este genótipo porta genes comuns no que se refere à resistência genética. Estes resultados são próximos ao encontrado por Cattaneo (2001), que trabalhando com marcadores RAPD e AFLP, para estudar a diversidade genética de 22 genótipos de mamoeiro, agrupou os genótipos Caliman G, Caliman SG, Caliman GB, Grampola, Caliman D e Sunrise Solo TJ em um mesmo grupo.

Outro ponto a ser observado refere-se ao híbrido Americano x Waimanalo, que figura entre os mais resistentes, para praticamente todas as características em estudo. Pode-se afirmar que o híbrido é bom, porém os genitores *per si* não são, exceto para incidência de mancha-de-phoma, para as demais características os genótipos Americano e Waimanalo não estiveram nos grupos com menores valores de doença.

Sendo assim, com base nos dados de incidência e severidade de doença (obtidas nos experimentos 02 e 03), foi identificado como cada material se comporta como doador, passando a característica desejável a seus descendentes. Neste sentido além dos genótipos Americano, Waimanalo, pode-se apontar os materiais Sunrise Solo 72/12, Sekati, JS 12, Caliman M5, Sunrise Solo, Maradol (Mexicano), Maradol (grande limão), Tailândia, Calimosa, Caliman AM e Caliman G. Uma vez que estes materiais em cruzamentos foram os que

resultaram em híbridos com as menores médias de incidência e severidade de doenças fúngicas.

### **3.1.5.3. Experimento 04 – Telado**

Com base nos experimentos anteriores, foram selecionados os seguintes materiais para condução do experimento em casa-de-vegetação, a qual também tinha maior disponibilidade de sementes: Maradol (Mexicano), STZ 03 (pecíolo curto), Maradol (grande limão), Tailândia, SH III 15-04, Calimosa, SH III 12-t07, Sunrise Solo (progenitor Tainung), Mamão Bené e Caliman G.

Constatou-se efeito significativo de genótipo para mancha-de-phoma e pinta-preta (Figura 1a), confirmando a ocorrência de variabilidade genética para estas características, como relatado por Ide et al. (2001), Santos & Barreto (2003) e Dianese (2007). Também, houve significância para o tempo (dias) para início de sintoma de pinta-preta e o tempo (dias) máximo em que a folha com sintoma permaneceu na planta (Figura 1b), já para o valor de severidade máxima de pinta-preta na folha marcada não houve diferença entre os genótipos avaliados.

Considerando os valores médios de área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD) para índice de pinta-preta, houve a formação de dois grupos, sendo que o genótipo STZ 03 apresentou a menor média de doença para esta variável. Já para a variável AACPD para incidência de mancha-de-phoma, os genótipos STZ 03, Tailândia, SH III 15-04 e Mamão Bené foram os que apresentaram as menores médias. Já para AACPD para a incidência de oídio, não houve diferença estatística entre os genótipos avaliados. Estes resultados apontam o genótipo STZ 03 como promissor, uma vez que este apresentou a menor média de AACPD para pinta-preta e esteve entre os com menores médias de AACPD para mancha-de-phoma. Porém, é importante ressaltar que a ocorrência de mancha-de-phoma não era esperada, uma vez que a forma de dispersão da doença é por respingo de água, condição esta ausente no telado. Neste sentido, é de se questionar até que ponto os resultados encontrados são válidos, ou decorrentes de irregularidades na distribuição do inóculo. Como o patógeno também ataca frutos, causando podridão peduncular (Mattos et al., 1974; Rezende & Francelli, 1997), sua transmissão por semente não pode ser descartada, haja vista que não foi feito nenhum tipo de inoculação deste patógeno.

Para severidade máxima de pinta-preta, avaliada em três folhas marcadas, não houve diferença entre os genótipos, sendo que a média variou de 2,32 (STZ 03) a 3,72 [Maradol (Mexicano)], resultados que contrastam com os observados por outros autores. Terra et al. (2008c) trabalhando com seis genótipos, na avaliação de indutores de resistência no controle da pinta-preta, encontraram diferenças entre os materiais avaliados, sendo o genótipo Maradol (Mexicano), considerado naturalmente resistente. O mesmo não foi observado neste experimento, o que leva a questionar a possibilidade de haver efeito da idade fenológica da planta.

Para o tempo em que a folha marcada leva para apresentar sintoma de pinta-preta, os maiores tempos ocorreram em Tailândia e STZ 03 (Figura 1b). Porém, quando analisando o tempo máximo em que a folha com sintoma de pinta-preta permanece na planta, os genótipos STZ 03, Maradol (grande limão), Calimosa e Sunrise Solo (progenitor Tainung) se destacaram por apresentarem maiores médias. Estes resultados podem ser encarados de maneiras diferentes. A primeira possibilidade é que a maior permanência da folha na planta é indício de maior tolerância a doença, fato positivo, uma vez que sua fotossíntese será mantida. Porém, maior será também a disponibilidade de inóculo disperso por ela. No entanto, estudos adicionais são necessários para se estimar parâmetros epidemiológicos adicionais, tais como a produção de esporos, lesão e o período de infecção, por exemplo, que é o tempo em que as lesões permanecem produzindo esporos.

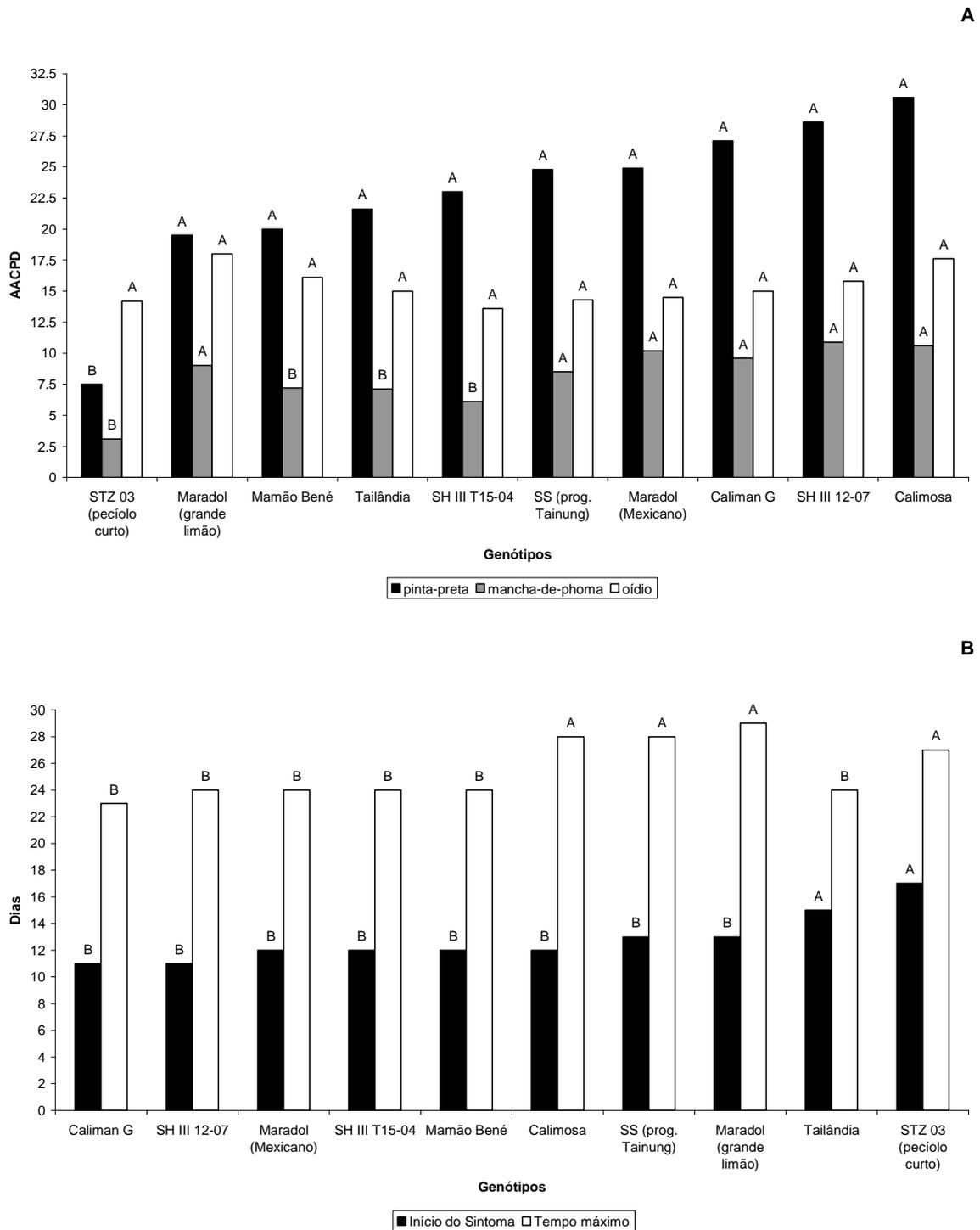


Figura 1. Valores de AACPD obtido para pinta-preta, mancha-de-phoma e oídio (A) e de tempo em que a folha leva para começa a apresentar os primeiros sintomas e o tempo máximo em que a folha com sintoma permanece na planta (B). Valores obtidos em telado, no “campus” Leonel Brizola, UENF, Campos dos Goytacazes/RJ, de novembro de 2008 a janeiro de 2009.

### 3.1.6. CONCLUSÃO

Foi constatado efeito de época para a maioria das características avaliadas, evidenciando a necessidade de novos estudos em mais épocas, principalmente, entre os meses de novembro e março, período onde a severidade e incidência de pinta-preta e mancha-de-phoma atingem os maiores valores.

Em condições de campo, os genótipos que tiveram as menores médias de intensidade de doenças foram: a) Maradol (Mexicano), Maradol (grande limão), Baixinho de Santa Amália, Caliman AM e Tailândia, para oídio; b) Maradol (Mexicano), Maradol (grande limão), Americano, Tailândia, Baixinho de Santa Amália, JS 12, Waimanalo Sekati, Papaya 46 (claro) e SH III 15-04, para mancha-de-phoma; c) STZ 03 (pecíolo curto), SH III 15-04, Golden (tipo formosa), Maradol (grande limão), Sunrise Solo (progenitor Tainung), Mamão Bené, SH III 12-07, Baixinho Super, Fruto Médio Verde, JS 12, Tainung, Baixinho da Santa Amália, Waimanalo, Tailândia, Maradol (Mexicano), Kaphoro Solo (polpa amarela) e caliman M5, para pinta-preta; e, d) Papaya 46 (claro), Papaya 45 (formosa), Americano, Baixinho Super, Maradol (grande limão), Maradol (Mexicano), Tailândia, Baixinho de Santa Amália e Kaphoro Solo (polpa amarela), para mancha-chocolate.

Quanto à avaliação dos híbridos, os genótipos que resultaram em F<sub>1</sub> com características desejáveis foram Americano, Waimanalo, Sunrise Solo 72/12, Sekati, JS 12, Caliman M5, Sunrise Solo, Maradol (Mexicano), Maradol (grande limão), Tailândia, Calimosa, Caliman AM e Caliman G. Uma vez que estes materiais em cruzamentos foram os que resultaram em híbridos com as menores médias de incidência e severidade para a maioria das doenças fúngicas.

No experimento conduzido em telado, o genótipo STZ 03 apresentou a menor média de área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD) para pinta-preta. Já para AACPD da incidência de mancha-de-phoma, os genótipos STZ 03, Tailândia, SH III 15-04 e Mamão Bené, foram os que apresentaram menores médias.

### 3.1.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balbino, J.M.S. (1997) *Efeitos de hidrotermia, refrigeração e ethephon na qualidade pós-colheita do mamão (Carica papaya L.)*. Tese (Doutorado em Agronomia), Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 104p.
- Campbell, C. Lee & Madden, Laurence V. (1990) *Introduction to plant disease epidemiology*. John Wiley & Sons. New York. 532 p.
- Cattaneo, Laércio Francisco. (2001) *Avaliação da divergência genética e análise de gerações em mamoeiro (Carica papaya L.)*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 95p.
- 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(5): 419-423.
- Euclides, R.F. (1983) Sistema para análises estatísticas e genéticas (SAEG). Divisão de pesquisa e desenvolvimento/CPD, UFV, Viçosa.
- IBGE (2008) – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2008) Produção Agrícola Municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> . Acesso em 5 março de 2008.
- 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.
- Liberato, J.R. & Zambolim, L. (2002) Controle de doenças causados por fungos, bactérias e nematóides em mamoeiro. *In: Zambolim, L.; Vale, F.X.R. Do; Monteiro, A.J.A. & Costa, H. (eds). Controle de doenças de plantas: fruteiras*. Viçosa, v.2, p.1023-1170.
- Mattos, J.K.A., Fonseca, J.N.L., Takatsu, A., Fontes, A.C.A. (1974) Ascochytose do Mamoeiro: observações acerca de sua ocorrência no Distrito Federal. *Cerrado*. 25:18-19.
- Rezende JAM & Martins, M.C. (2005) Doenças do mamoeiro (*Carica papaya L.*). *In: Kimati H, Amorim L, Rezende JAM, Bergamin Filho A & Camargo LEA (Ed.). Manual de fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas*. Agronômica Ceres, São Paulo, p.435-443.
- 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 goudotiana*. *Fitopatologia Brasileira*, 16:121-129.
- Santos, M.C., Barreto, M. (2003) Estudo epidemiológico da varíola do mamoeiro em cultivares submetidos a tratamentos com fungicidas. *Summa Phytopathologica*, 29 (2):141-146.

SAS Institute INC. (1992) Statistical Analysis System. Release 6.12 (Software). Cary, 1992.

SBTR (2006) - Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Informações sobre exportação de frutos. Disponível em: <<http:sbrt.ibict.br/upload/sbrt2085.pdf>> Acesso em 14 de junho de 2006.

Suzuki, M.S., Zambolim, L., Liberato, J.R. (2007) Progresso de doenças fúngicas e correlações com variáveis climáticas em mamoeiro. *Summa Phytopathologica*, 23(2):167-177.

Terra, C.E.P.S.; Vivas, M.; Melo, C.S.; Silveira, S.F. & Pereira, M.G. (2008a). Elaboração de validação de escala diagramática para avaliação da severidade da pinta preta (*Asperisporium caricae*) em folhas de mamoeiro. *Anais do XX Congresso Brasileiro de Fruticultura*, Vitória, ES.

Terra, C.E.P.S.; Vivas, M.; Melo, C.S.; Silveira, S.F. & Pereira, M.G. (2008b) Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da podridão preta (*Phoma caricae papayae*) em folhas de mamoeiro (*Carica papaya*). *Anais do XX Congresso Brasileiro de Fruticultura*, Vitória, ES.

Terra, C.E.P.S.; Vivas, M.; Silveira, S.F.; Tatagiba, J.; Pereira, M.G. & Suzuki, M.S. (2008c) Avaliação de indutores de resistência no controle da pinta-preta (*Asperisporium caricae*) em genótipos de mamoeiro (*Carica papaya*). *Livros de Resumos da 54th Annual Meeting of the International Society for Tropical Horticulture*, Vitória, ES, p.59.

## **3.2. PARÂMETROS GENÉTICOS RELATIVOS A DOENÇAS OCASIONADAS POR FUNGOS EM GENÓTIPOS (GERMOPLASMA E HÍBRIDOS) DE MAMOEIRO**

### **3.2.1.RESUMO**

As doenças ocasionadas por fungos podem causar grandes danos na produção e na comercialização do mamoeiro. A resistência genética desponta como uma alternativa sustentável para o seu controle, no entanto, não há genótipos e/ou híbridos resistentes. Neste sentido, visando dar subsídios aos programas de melhoramento do mamoeiro foram estimados os parâmetros genéticos de características ligadas à resistência à pinta-preta (*Asperisporium caricae*), mancha-de-phoma (*Phoma caricae-papayae*), oídio (*Oidium caricae*) e mancha-chocolate (*Colletotrichum gloeosporioides*) em genótipos de mamoeiro, para tal, utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com 43 genótipos e 62 híbridos, duas repetições. Avaliou-se, em maio e agosto de 2007, as incidências de folhas com sintomas de oídio e mancha-de-phoma, a severidade de mancha-de-phoma e pinta-preta em folhas, área do fruto lesionada por pinta-preta e mancha-chocolate. Os maiores valores de variância genética, herdabilidade e índice de variação foram obtidos para as características associadas à resistência à mancha-de-phoma, o que possibilitará maiores ganhos genéticos na seleção de genótipos resistentes a esta doença dentro do germoplasma. Por outro lado, quando foram estimados nos híbridos, os maiores valores destes parâmetros foram para características associadas à pinta-preta,

evidenciando, assim, a possibilidade de melhoramento para essa característica, por meio de hibridações.

### 3.2.2. ABSTRACT

Fungal diseases can cause serious damages in both papaya production and commercialization. The genetic resistance appears as a sustainable alternative for its control, although there are no resistant genotypes and/or hybrids. Thus, with the aim of give subsidies to papaya breeding programs, the genetic parameters of traits that are associated to the resistance of black-spot (*Asperisporium caricae*), of phoma-spot (*Phoma caricae-papayae*), of powdery-mildew (*Oidium caricae*) and of chocolate-spot (*Colletotrichum gloeosporioides*) were estimated in papaya genotypes. The experiment was conducted in randomized complete block design with two replications. Forty-three genotypes and 62 hybrids were analyzed. The incidences of leaves with both powdery-mildew and phoma-spot symptoms, the severity of both phoma-spot and black-spot in the leaves and the fruit area with both black-spot and chocolate-spot lesions were evaluated, in May and August of 2007. The highest values of genetic variance, heritability and variation index were obtained for traits associated to the phoma-spot resistance. It will increase the genetic gains during the selection of resistant genotypes to this disease. On the other hand, the highest values of these parameters were obtained for black-spot when the hybrids were analyzed, suggesting the improvement of this characteristic will be obtained by hybridization.

### 3.2.3. INTRODUÇÃO

A cultura do mamão é de grande relevância econômica para o Brasil, que é o maior produtor mundial e um dos maiores exportadores. Os principais estados produtores de mamão são Bahia e Espírito Santo, responsáveis por 88% da produção nacional, estimada em 1,9 milhões de toneladas em área colhida de

36,6 mil hectares (IBGE, 2008). Em 2007, segundo a SECEX, citado por Amaro et al. (2009), foram exportadas 32,3 mil toneladas de mamão, no valor de US\$34,4 milhões ao preço de US\$1.066/t, valores recordes desde 1999, tendo como principais mercados a Holanda (28%), Estados Unidos (14%) e Portugal (13%). Porém, para aumentar a produção e incrementar as exportações, mantendo posição de destaque no cenário internacional, a cultura necessita superar uma série de problemas, especialmente os de natureza fitossanitária.

Dos problemas relacionados à cultura ressalta-se a limitação de alternativas quando da escolha de cultivares e, ou híbridos comerciais para o plantio que atendam tanto as exigências do mercado nacional quanto internacional, cada vez mais rigorosos quanto as características fitossanitárias, e presença de resíduos de agrotóxicos. No que se refere ao controle de doenças causadas por fungos em partes aéreas, o uso intensivo de fungicidas tem exercido pressão de seleção a favor de isolados agressivos e resistentes a fungicidas em lavouras de mamoeiro (Ventura & Balbino, 1995). As doenças fúngicas de partes aéreas que incidem em pré-colheita, limitam a produtividade por comprometerem a área fotossintética e, nos frutos, causam depreciação comercial e agravamento das podridões em pós-colheita. As doenças mais frequentes são antracnose e mancha-chocolate, causadas por *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc, a pinta-preta, causada por *Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl., mancha-de-phoma [*Phoma caricae-papayae* (Tarr) Punith], oídio [*Oidium caricae* Noack; *Phyllactinia caricaefolia* Viégas; *Streptopodium caricae* Liberato & R.W. Barreto).

Uma alternativa viável e sustentável para o controle de doenças na cultura do mamoeiro é a resistência genética. Porém, pouco se sabe sobre a reação de genótipos de mamoeiro, as principais doenças de partes aéreas nesta cultura. Os poucos trabalhos que tratam do assunto apenas relatam diferenças encontradas entre os genótipos estudados quanto à pinta-preta (Santos & Barretos, 2003; Dianese et al, 2007) e à podridão-do-pé (Dantas & Lima, 2001; Dianese et al, 2007), porém há uma carência de informação acerca de parâmetros genéticos relativos à resistência genética na cultura do mamoeiro.

A estimativa de parâmetros genéticos tem grande importância, pois possibilita a tomada de decisões relacionadas com a escolha do método mais apropriado de melhoramento genético da cultura, bem como orienta quais características deverão ser priorizadas nas etapas iniciais e avançadas de

seleção, pois a estas são atribuídos pesos ou ganho genético devido à seleção. Um dos parâmetros mais utilizados é a herdabilidade, que reflete a importância da herança e do ambiente na expressão das características. Quanto maior for o coeficiente de herdabilidade, maior será o sucesso de uma seleção para dado caráter resultando em uma relação positiva entre alta herdabilidade e eficácia seletiva (Allard, 1974).

Visando embasar o programa de melhoramento genético da cultura do mamoeiro e devido a pouca informação a respeito da resistência genética às principais doenças fúngicas, foram conduzidos experimentos com objetivo de se estimar parâmetros genéticos de características ligadas à resistência à pinta-preta em folha e fruto, mancha-de-phoma em folha, mancha-chocolate em fruto e oídio em folha. Foram avaliados genótipos e híbridos de mamoeiro pertencentes à coleção de germoplasma da UENF/CALIMAN, localizado em Linhares, Espírito Santo, no ano de 2007.

#### **3.2.4. MATERIAL E MÉTODOS**

Dois experimentos foram conduzidos na Fazenda do Macuco, da Empresa Caliman Agrícola S/A, no município de Linhares, Estado do Espírito Santo. O primeiro experimento envolveu 50 genótipos pertencentes ao grupo 'Solo' e 'Formosa' (Quadro 1). O segundo experimento foi composto de 68 combinações híbridas, tendo como base para o cruzamento os genótipos testadores: Americano, Maradol (Mexicano), Sunrise Solo 72/12, Sekati e JS 12. (Quadro 2), também foi considerando os cruzamentos entre o híbrido Calimosa com os genótipos Americano, Maradol (Mexicano), Sekati e Tailândia. Tanto os genótipos quanto os híbridos foram plantados em meados do mês de abril de 2006.

Foram realizadas duas avaliações, sendo a primeira no final de maio e início de Junho e a segunda no final de agosto e início de 2007. As avaliações ocorreram em quatro plantas por repetição para cada genótipo, nas duas épocas. Avaliaram-se as incidências de folhas com oídio (IO) e mancha-de-phoma (IMP), das severidades de pinta-preta (SPP) e mancha-de-phoma (SMP) em folhas, da porcentagem de área do fruto lesionada por pinta-preta (PPF) e mancha-

chocolate (MCF), em genótipos e híbridos de mamoeiro. As severidades foram estimadas com auxílio de escala diagramática (Terra et al. 2008a, 2008b), na folha disposta na axila imediatamente abaixo da primeira flor aberta (pinta-preta) e na folha disposta imediatamente abaixo da folha com a primeira flor aberta (mancha-de-phoma).

Para a análise de variância e estimação dos parâmetros genéticos utilizou-se o programa Genes (Cruz, 2006), considerando o modelo aleatório (Vencovsky & Barriga, 1992; Cruz & Regazzi, 1997), conforme modelo descrito no Quadro 3. Para cada característica, foram calculados os seguintes estimadores e parâmetros genéticos:

a) Variância fenotípica da análise conjunta:  $\sigma^2 f = \frac{QMG}{re}$ ; e da análise individual:  $\sigma^2 f = \frac{QMG}{r}$ ;

b) Variância da interação genótipo x época:  $\sigma^2 ge = \frac{QMGE - QMR}{r}$ ;

c) Variância genotípica da análise conjunta:  $\sigma^2 g = \frac{QMG - QMGE}{er}$ ; e da análise individual:  $\sigma^2 g = \frac{QMG - QMR}{r}$ ;

d) Variância de ambiente (época):  $\sigma^2 = QMR$ ;

e) Herdabilidade das análises conjuntas (com base na média das parcelas):  $h^2 = \frac{QMG - QMGE}{QMG}$ ; e das análises individuais  $h^2 = \frac{QMG - QMR}{QMG}$ ;

f) Correlação intraclasse:  $CI = \frac{\sigma^2 g}{\sigma^2 g + \sigma^2}$ ;

g) Coeficiente de variação genético:  $CVg = \frac{100\sqrt{\sigma^2 g}}{\hat{m}}$ ;

h) Coeficiente de variação experimental:  $CVe = \frac{100\sqrt{QMR}}{\hat{m}}$ ; e,

i) Índice de variação:  $Iv = \frac{CVg}{CVe}$ .

Quadro 1. Genótipos de mamoeiro pertencentes à coleção de germoplasma UENF/CALIMAN, localizado em Linhares\ES (experimento 01).

<b>Número de Identificação</b>	<b>GENÓTIPO</b>	<b>GRUPO</b>	<b>ORIGEM</b>	<b>TIPO DE GENÓTIPO</b>
1	Caliman M5	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
2	Sunrise Solo 783	Solo	Korin Kaohsiung - Taiwan	Variedade
3	Costa Rica	Formosa	CNPMFT Cruz das Almas - BA	Genótipo Elite
4	Taiwan et	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
5	Diva	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
6	Grampola	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
7	Sunrise Solo	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
8	Caliman AM	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
9	Caliman GB	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
10	Caliman SG	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
11	Caliman G (Golden)	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
12	Sunrise Solo 72 / 12	Solo	Papaya Ceres Linhares - ES	Variedade
13	Kapoho Solo (polpa amarela)	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
14	Baixinho de Santa Amália	Solo	Papaya Ceres Linhares - ES	Variedade
15	Sunrise Solo TJ	Solo	Papaya Ceres Linhares - ES	Variedade
16	Tailândia	Formosa	CNPMFT Cruz das Almas - BA	Variedade
17	São Mateus	Solo	Papaya Ceres Linhares - ES	Genótipo Elite
18	Kapoho Solo (polpa vermelha)	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
19	Sunrise Solo (prog Tainung)	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
20	Waimanalo	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
21	Mamão Bené	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
22	Mamão Roxo	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
23	Maradol (Mexicano)	Formosa	Tabasco.- México	Variedade
24	Maradol (grande limão)	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Variedade
25	Sekati	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Variedade
26	Baixinho Super	Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
27	Americano	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
28	STZ – 51	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
29	STZ – 52	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
30	Calimosa	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Híbrido
31	JS 12	Formosa	CNPMFT Cruz das Almas - BA	Genótipo Elite
32	Cariflora	Formosa	UNESP Jaboticabal - SP	Genótipo Elite
33	Golden tipo formosa	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
34	STZ – 03	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
35	SH 12-07	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
36	SH 11-08	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
37	SH 50-09	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
38	SH 02-01	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
39	SH 14-05	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
40	SH 15-04	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
41	SH 04-02	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
42	SH 12-06	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
43	Papaya 42 formosa	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
44	Papaya 45 formosa	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
45	Papaya 46 claro	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
46	Fruto Médio Verde	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
47	Golden robusto	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
49	Tainung	Formosa	África do Sul 01/781	Híbrido
51	STZ – 63	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
52	Sekati (fruto longo macuco)	Formosa	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem

Quadro 2. Híbridos de mamoeiro, derivados dos genótipos testadores Americano, JS 12, Sekati, Sunrise Solo 72/12 e Maradol (Mexicano), avaliados em duas épocas em Linhares\ES.

GENÓTIPO TESTADOR	Número de identificação	GENITOR MASCULINO	
Americano	6	Caliman M5	
	7	Sunrise Solo 783	
	8	Costa Rica	
	9	Taiwan et*	
	10	Diva	
	11	Grampola	
	12	Sunrise Solo	
	13	Caliman AM	
	14	Caliman GB	
	15	Caliman SG	
	16	Caliman G	
	17	Sunrise Solo 72 / 12*	
	18	Baixinho de Santa Amália	
	19	Sunrise Solo TJ	
	20	São Mateus	
	21	Kapoho Solo (polpa vermelha)	
	22	Sunrise Solo (prog. Tainunq)	
	23	Mamão Roxo	
	24	Sekati	
	25	Baixinho Super (+ baixo q BSA)	
	26	STZ – 52	
	27	Waimanalo	
	JS 12	28	Caliman M5
		29	Taiwan et
		30	Diva
		31	Grampola
		32	Sunrise Solo
33		Caliman GB	
34		Caliman SG	
35		Caliman G	
36		Kapoho Solo (polpa amarela)	
37		Baixinho de Santa Amália	
38		São Mateus	
39		Kapoho Solo (polpa vermelha)	
40		Sunrise Solo (prog. Tainunq)	
42		Maradol (orig. México)	
Sunrise Solo 72 / 12		43	Costa Rica
	44	Tailândia	
	45	Mamão Bené	
	46	Mamão Roxo	
	47	Maradol (orig. México)	
	48	Maradol (grande limão)	
	49	Sekati	
Sekati	54	Caliman G	
	55	Caliman AM	
	56	Caliman SG	
	57	Caliman GB	
	58	Sunrise Solo	
	59	Diva	
	60	Caliman M5	
	64	Sunrise Solo 72 / 12*	
72	JS 11		
73	JS 12		
Maradol (oria. México)	61	Caliman G	
	62	Caliman AM	
	63	Caliman SG	
	65	Sunrise Solo	
	66	Diva	
	67	Sunrise Solo 72 / 12	
	68	Caliman M5	
	69	Sunrise Solo (prog. Tainunq)	
	71	Taiwan et	

\* Indica que o genótipo descrito com genitor masculino foi utilizado com genitor feminino para este cruzamento em particular.

Quadro 3. Esquema da análise de variância, para análise conjunta e individual, com as respectivas distribuições dos graus de liberdade e esperanças matemáticas dos quadrados médios.

Esquema de Análise de Variância para análise conjunta das duas épocas.		
FV	GL	EQM
Bloco	r-1	$\sigma^2 + GE\sigma_b^2$
Época (E)	e-1	$\sigma^2 + R\sigma_{eg}^2 + RG\sigma_e^2$
Genótipo (G)	g-1	$\sigma^2 + R\sigma_{eg}^2 + RE\sigma_g^2$
E x G	(e-1)(g-1)	$\sigma^2 + R\sigma_{eg}^2$
Erro	(eg-1)(r-1)	$\sigma^2$
Esquema de Análise de Variância para análise individual para cada época.		
FV	GL	EQM
Bloco	r-1	$\sigma^2 + G\sigma_b^2$
Genótipo (G)	g-1	$\sigma^2 + R\sigma_g^2$
Erro	(g-1)(r-1)	$\sigma^2$

### 3.2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se efeito significativo de genótipo para incidência de folhas com sintomas de oídio (IO) e mancha-de-phoma (IMP), severidade de mancha-de-phoma (SMP), severidade da mancha-chocolate no fruto (MCF) (Tabela 1). As características relativas à mancha-de-phoma manifestaram as maiores significâncias para genótipo, resultados que contrastam com os observados por Sanchez et al (1991). Porém, é importante ressaltar que esses autores trabalharam com um número bem reduzido de genótipos. Ademais, as variações de doença e a forma de avaliação não foram as mesmas.

As análises individuais, analisando época, ou ambiente separadamente, são de grande importância, pois possibilitam a avaliação da magnitude da variabilidade genética e das discrepâncias entre as variâncias residuais em cada ambiente (Cruz & Regazzi, 1997). Sendo assim, considerando as análises individuais das duas épocas, constatou-se efeito significativo de genótipo para IMP, PPF (Tabela 1).

Em setembro de 2007, ocorreu efeito significativo de genótipo para as variáveis IO, IMP e SMP, porém não houve efeito significativo para severidade de pinta-preta em folhas e porcentagem de área lesionada por pinta-preta em frutos, (Tabela 1). O controle químico efetuado no banco de germoplasma e as condições de baixa pluviosidade observada no período podem ser fatores que mascararam o efeito dos genótipos para estas doenças em agosto/setembro de 2007, uma vez que outros trabalhos relatam efeito de genótipo quanto à resistência à pinta-preta (Santos & Barretos, 2003; Dianese et al, 2007).

Quanto às estimativas dos parâmetros genéticos com base na análise conjunta das duas avaliações em épocas distintas, para IO e IMP, o valor da variância da interação genótipo x época foi nulo, já o valor da variância de época foi alto, o que constata o forte efeito do ambiente sobre essas características. Considerando as estimativas de herdabilidade e índice de variação, nota-se que os maiores valores ocorreram para SMP, MCF e IMP. Como para os genótipos, as variáveis associadas à mancha-de-phoma devem possibilitar maiores ganhos genéticos na seleção visando resistência a esta doença.

Tabela 1. Média, quadrados médios e coeficientes percentuais de variação, estimados com base na análise conjunta e individual para cada época (maio/junho e agosto/setembro de 2007), calculados para incidência e severidade de doenças fúngicas que atacam folhas e frutos de genótipos de mamoeiro, avaliados em Linhares-ES, discriminando cada época e tipo de análise.

TIPO DE ANÁLISE / ÉPOCA	VALORES ESTIMADOS	CARACTERÍSTICAS <sup>1</sup>					
		IO	IMP	SPP	SMP	PPF	MCF
Análise Conjunta	QMG	82,54*	218,32**	0,0058	26,90**	0,019	0,021**
	QME	10208,49**	24386,53**	0,093**	16,13	0,001	0,16**
	QMGE	48,86	97,88	0,0037	9,20	0,018	0,0094
	QMR	80,81	118,66	0,0044	17,59	0,014	0,011
	Média	78,14	73,27	0,048	6,27	0,12	0,056
	CVe(%)	11,50	14,86	138,98	66,86	96,02	184,95
Análise Individual / Época 01	QMG	115,83	338,74**	0,0036	27,65	0,028*	0,024
	QMR	72,005	105,55	0,0030	18,63	0,016	0,017
	Média	70,92	61,38	0,068	6,48	0,13	0,085
	CVe(%)	11,96	16,74	80,68	66,65	100,90	153,05
Análise Individual / Época 01	QMG	15,57**	59,56**	0,0059	9,89**	0,0088	0,0061
	QMR	6,11	9,85	0,0057	2,39	0,0077	0,0044
	Média	85,36	84,42	0,025	5,99	0,12	0,028
	CVe(%)	2,89	3,72	300,47	25,84	71,92	240,64

\*Significativo a 5%, \*\* Significativo a 1% pelo teste F.

<sup>1</sup>IO – incidência de oídio e IMP – mancha-de-phoma, SPP – severidade de pinta-preta e SMP – mancha-de-phoma, PPF – área do fruto lesionada por pinta-preta e MCF – mancha-chocolate.

Da mesma forma, constatou-se individualmente nas duas épocas a possibilidade de identificação de genótipos superiores com base nas análises das populações, uma vez que estas características (IMP e SMP) apresentaram maiores valores de variância genética, herdabilidade, e índice de variação maiores ou próximos da unidade, principalmente na segunda época (Tabela 2). Isso mostra uma situação favorável ao melhoramento dessa característica no mamoeiro, sobretudo pela identificação de materiais com baixos índices de mancha-de-phoma. Desta forma, métodos de melhoramento simples podem ser aplicados a essa característica, como seleção massal e suas derivações. É a primeira vez que estudos revelam esta possibilidade, evidenciando a necessidade de continuidade de trabalhos nesse sentido.

Outra característica que apresentou maiores valores de herdabilidade foi IO principalmente na segunda época, ocasião em que este atingiu 60,77%, com índice de variação de 88%. Todavia, o índice de variação abaixo da unidade indica a necessidade de métodos de avaliação e de seleção com maior poder discriminatório.

Para as demais características, foram observados baixos valores de herdabilidade, índice de variação abaixo da unidade e alto valor da variância ambiental (efeito de época). Nesse caso, recomenda-se avaliação dos materiais sobre outras condições ambientais, já que existem relatos de variabilidade genética nesses caracteres no mamoeiro, principalmente com relação à pinta-preta (Santos & Barretos, 2003; Dianese et al, 2007).

Diferentemente do observado na análise dos genótipos, quando se analisou os híbridos, os quadrados médios não evidenciaram significância para as características estudadas (Tabelas 3). Porém, os dados permitiram a comparação entre os quadrados médios de genótipos. Na análise conjunta, observa-se valor de quadrado médio inferior aos obtidos para genótipos em grande parte das características estudadas, com exceção de pinta-preta em fruto (PPF). O mesmo sendo observado nas análises individuais (Tabela 3).

Os valores mais elevados de coeficiente de variação experimental foram obtidos para área do fruto lesionada por pinta-preta (PPF) e mancha-chocolate (MCF) (Tabela 3), o que evidencia a necessidade de desenvolvimento de metodologias mais acuradas e precisas para avaliação de doenças em frutos.

Tabela 2. Valores de parâmetros genéticos associados à resistência a doenças fúngicas que atacam folhas e frutos em 50 genótipos de mamoeiro, estimados separadamente para duas épocas de avaliação das doenças (maio/junho e agosto/setembro de 2007), no banco ativo de germoplasma da UENF/CALIMAN em Linhares, ES.

TIPO DE ANÁLISE / ÉPOCA	PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS					
		IO	IMP	SPP	SMP	PPF	MCF
Análise Conjunta	$\sigma^2_g$	8,42	30,11	0,0005	4,42	0,0004	0,003
	$\sigma^2_{ge}$	0	0	0	0	0,002	0
	$\sigma^2_e$	84,81	118,66	0,004	17,59	0,014	0,011
	$\sigma^2_f$	93,23	148,77	0,0045	22,01	0,0164	0,014
	$H^2$	40,80	55169	35,74	65,79	7,44	55,35
	CI	0,1149	0,2176	0,1131	0,2482	0,0218	0,2246
	CVg	3,71	7,49	47,65	33,53	15,20	96,43
	lv	0,32	0,50	0,34	0,50	0,16	0,52
Análise Individual / Época 01	$\sigma^2_g$	21,91	116,59	0,0003	4,51	0,006	0,004
	$\sigma^2_e$	36,002	52,78	0,002	9,32	0,008	0,008
	$\sigma^2_f$	57,92	169,37	0,001	13,82	0,014	0,012
	$H^2$	37,84	68,84	15,58	32,62	42,45	30,81
	CI	0,2333	0,5249	0,0843	0,1949	0,2694	0,1821
	CVg	6,60	17,59	24,49	32,79	61,27	72,22
	lv	0,55	1,05	0,30	0,49	0,60	0,47
Análise Individual / Época 01	$\sigma^2_g$	4,73	24,86	0,0001	3,75	0,0005	0,0008
	$\sigma^2_e$	3,05	4,92	0,003	1,19	0,004	0,002
	$\sigma^2_f$	7,78	29,78	0,003	4,94	0,004	0,003
	$H^2$	60,77	83,47	4,05	75,79	11,93	27,24
	CI	0,4365	0,7162	0,0206	0,6102	0,0634	0,1577
	CVg	2,55	5,90	43,66	32,33	18,72	104,11
	lv	0,88	1,59	0,14	1,25	0,26	0,43

IO – incidência de oídio e IMP – mancha-de-phoma, SPP – severidade de pinta-preta e SMP – mancha-de-phoma, PPF – área do fruto lesionada por pinta-preta e MCF – mancha-chocolate. Variâncias genéticas ( $\sigma^2_g$ ), de ambiente/época ( $\sigma^2_e$ ) e fenotípica ( $\sigma^2_f$ ), da herdabilidade ( $h^2$ ), da correlação intraclasse (CI), do coeficiente de variação genético (CVg) e do índice de variação (lv).

Tabela 3. Média, quadrados médios e coeficientes percentuais de variação, estimados com base na análise conjunta e individual para cada época (maio/junho e agosto/setembro de 2007), calculadas para incidência e severidade de doenças fúngicas que atacam folhas e frutos de híbridos de mamoeiro, avaliadas em Linhares-ES, discriminando cada época e tipo de análise.

TIPO DE ANÁLISE / ÉPOCA	VALORES ESTIMADOS	CARACTERÍSTICAS <sup>1</sup>					
		IO	IMP	SPP	SMP	PPF	MCF
Análise Conjunta	QMG	23,189**	76,68**	0,00063**	11,67**	0,13**	0,0064
	QME	2001,67**	5221,58**	0,09993**	1,77	0,0089	0,043**
	QMGE	11,92	29,34	0,00035	6,25*	0,042*	0,0059
	QMR	11,24	35,28	0,00045	4,16	0,030	0,0066
	Média	83,67	78,78	0,0356	5002	0,27	2,24
	CVe(%)	4,01	7,54	59,47	40,79	63,30	361,72
Análise Individual / Época 01	QMG	22,97	73,18*	0,00091**	13,37**	0,12**	0,012*
	QMR	15,70	43,40	0,00045	5,83	0,03	0,0069
	Média	80,94	74,37	0,055	4,92	0,27	0,035
	CVe(%)	4,89	8,86	38,73	49,08	68,86	236,98
Análise Individual / Época 01	QMG	12,14**	32,84**	0,000075**	4,54**	0,058**	0,00047
	QMR	6,22	10,04	0,0000080	2,31	0,026	0,00037
	Média	86,40	83,19	0,016	5,08	0,28	0,0098
	CVe(%)	2,89	3,81	16,94	29,90	58,17	197,13

\*Significativo a 5%, \*\* Significativo a 1% pelo teste F.

<sup>1</sup>IO – incidência de oídio e IMP – mancha-de-phoma, SPP – severidade de pinta-preta e SMP – mancha-de-phoma, PPF – área do fruto lesionada por pinta-preta e MCF – mancha-chocolate.

Quando se efetuou análise conjunta das duas épocas, estimando os parâmetros genéticos, para incidência de mancha-de-phoma (IMP), o valor da variância de época foi o mais alto (Tabela 4). Indicando fortemente a possibilidade de haver efeito de ambiente sobre essa característica. Já o valor da variância da interação genótipo x época foi nulo. Considerando as estimativas de herdabilidade e índice de variação nota-se que os maiores valores ocorreram para PPF e IMP, indicando a possibilidade de sucesso no melhoramento genético para características que envolvam pinta-preta, por meio de hibridações, principalmente para características relativas ao fruto (Tabela 4).

As estimativas de parâmetros genéticos relativos às duas épocas para os híbridos revelaram a mesma tendência em indicar ganhos de seleção quanto as características relacionadas à pinta-preta, uma vez que foram as variáveis que apresentaram os maiores valores de variância genética, herdabilidade e índice de variação maiores ou próximos da unidade (Tabela 4). Isso mostra uma situação favorável ao melhoramento dessa característica no mamoeiro, por meio de hibridações.

Outra característica que apresentou valores favoráveis de herdabilidade e índice de variação acima da unidade, quando se analisou os híbridos, foi incidência de mancha-de-phoma (IMP), na segunda época, ocasião em que esta atingiu 69,42%, sendo o índice de variação de 1,06% (Tabela 4).

Tabela 4. Valores de parâmetros genéticos associados à resistência a doenças fúngicas que atacam folhas e frutos em 67 híbridos de mamoeiro, estimados separadamente para duas épocas de avaliação das doenças (maio/junho e agosto/setembro de 2007), no banco ativo de germoplasma da UENF/CALIMAN em Linhares, ES.

TIPO DE ANÁLISE / ÉPOCA	PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS					
		IO	IMP	SPP	SMP	PPF	MCF
Análise Conjunta	$\sigma^2_g$	2,81	11,84	0,00007	1,35	0,023	0,00013
	$\sigma^2_{ge}$	0,34	0	0	1,04	0,0061	0
	$\sigma^2_e$	11,24	35,28	0,00045	4,16	0,030	0,0066
	$\sigma^2_f$	14,39	44,15	0,00047	6,55	0,0591	0,00639
	$H^2$	48,58	61,74	44,33	46,43	69,03	8,30
	CI	0,1956	0,2681	0,1489	0,2064	0,3949	0,0209
	CVg	2,01	4,37	23,49	23,26	56,18	51,54
	lv	0,50	0,58	0,40	0,57	0,89	0,14
Análise Individual / Época 01	$\sigma^2_g$	3,64	14,88	0,00023	3,77	0,043	0,0025
	$\sigma^2_e$	7,85	21,70	0,00023	2,92	0,017	0,0034
	$\sigma^2_f$	11,49	36,59	0,00045	6,69	0,060	0,0059
	$H^2$	31,66	40,68	50,11	56,38	71,81	41,91
	CI	0,1881	0,2553	0,3343	0,3926	0,5602	0,2651
	CVg	2,36	5,19	27,44	39,46	77,72	142,34
	lv	0,48	0,58	0,71	0,80	1,13	0,60
	Análise Individual / Época 01	$\sigma^2_g$	2,96	11,40	0,00003	1,12	0,016
$\sigma^2_e$		3,11	5,02	0,000004	1,16	0,013	0,00019
$\sigma^2_f$		6,07	16,42	0,00004	2,27	0,029	0,00024
$H^2$		48,74	69,42	89,86	49,15	54,96	20,44
CI		0,3222	0,5317	0,8159	0,3258	0,3789	0,1138
CVg		1,99	4,06	35,67	20,78	45,44	70,65
lv		0,69	1,06	2,10	0,69	0,78	0,34

IO – incidência de oídio e IMP – mancha-de-phoma, SPP – severidade de pinta-preta e SMP – mancha-de-phoma, PPF – área do fruto lesionada por pinta-preta e MCF – mancha-chocolate; variâncias genéticas ( $\sigma^2_g$ ), de ambiente/época ( $\sigma^2_e$ ) e fenotípica ( $\sigma^2_f$ ), da herdabilidade ( $h^2$ ), da correlação intraclasse (CI), do coeficiente de variação genético (CVg) e do índice de variação (lv).

### 3.2.6. CONCLUSÃO

Há uma situação favorável ao melhoramento para redução da mancha-de-phoma, uma vez que as estimativas de parâmetros ligados a essa característica, estimados para os genótipos, apresentam os maiores valores de variância genética, herdabilidade, e índice de variação maiores ou próximos da unidade, principalmente na segunda época. O mesmo é válido para a seleção de híbridos, com herdabilidade de 69,42% e o índice de variação de 1,06%.

Já os parâmetros estimados para pinta-preta nos híbridos, contrastam com os que foram obtidos para os genótipos. Evidencia-se, assim, a possibilidade de identificação de combinações híbridas desejáveis, uma vez que os parâmetros para essa característica, apresentam os maiores valores de variância genética, herdabilidade e índice de variação maiores ou próximos da unidade. Isso mostra uma situação favorável ao melhoramento dessa característica no mamoeiro, por meio de hibridações.

Foi constatado um pronunciado efeito de época e baixa significância de genótipo, evidenciando assim a necessidade de novos estudos em mais épocas. Também a de se relatar a necessidade de buscar novas fontes de resistências que possam potencializar a variabilidade.

### 3.2.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allard, R.W. (1974) *Princípios do melhoramento genético das plantas*. Rio de Janeiro: USAID, Edgard Blucher, 381p.

Amaro, A.A., Sachs, R.C.C., Silva, P.R. (2009) Relações de preços na comercialização de mamão em São Paulo. *Informações Econômicas*, 39(1):60-67.

Cruz, C.D., Regazzi, A.J. (1997) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*, Viçosa, Editora UFV, 390p.

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

Dantas, J.L.L., Lima, J.F. (2001) Seleção e recomendação de variedades de mamoeiro – avaliação de linhagens e híbridos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 23(3):617-621.

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(5): 419-423.

IBGE (2008) – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2008) Produção Agrícola Municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> . Acesso em 5 março de 2008.

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 goudotiana*. *Fitopatologia Brasileira*, 16:121-129.

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

Vencovsky, R., Barriga, P. (1992) *Genética biométrica no fitomelhoramento*, Ribeirão Preto, Revista Brasileira de Genética, 469p.

Ventura, J.A., Balbino, J.M.S. (1995) Resistência do agente etiológico da antracnose do mamoeiro ao benomyl, no Estado do Espírito Santo. *Fitopatologia Brasileira* 20:308. (Resumo).

Terra, C.E.P.S.; Vivas, M.; Melo, C.S.; Silveira, S.F. & Pereira, M.G. (2008a). Elaboração de validação de escala diagramática para avaliação da severidade da pinta preta (*Asperisporium caricae*) em folhas de mamoeiro. *Anais do XX Congresso Brasileiro de Fruticultura*, Vitória, ES.

Terra, C.E.P.S.; Vivas, M.; Melo, C.S.; Silveira, S.F. & Pereira, M.G. (2008b) Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da podridão preta (*Phoma caricae papayae*) em folhas de mamoeiro (*Carica papaya*). *Anais do XX Congresso Brasileiro de Fruticultura*, Vitória, ES.

### **3.3. HETEROSE EM HÍBRIDOS DE MAMOEIRO E CAPACIDADE ESPECÍFICA DE COMBINAÇÃO DE GENÓTIPOS TESTADORES PARA RESISTÊNCIA A DOENÇAS FÚNGICAS**

#### **3.3.1. RESUMO**

A resistência genética constitui alternativa sustentável para o controle de doenças na cultura do mamoeiro. Devido às características reprodutivas desta espécie, há possibilidade de se obter variedades híbridas superiores, a partir de cruzamentos direcionados visando à resistência a doenças. Neste trabalho, estimou-se o efeito heterótico visando indicar as melhores combinações híbridas entre genótipos de mamoeiro, quanto à redução na incidência de pinta-preta, oídio e mancha-de-phoma, na severidade de pinta-preta e mancha-de-phoma e na área de fruto lesionada por pinta-preta e mancha-chocolate. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com 98 tratamentos (67 híbridos e 31 genitores) e duas repetições. Houve efeito heterose, no sentido de redução da doença, em todas as características estudadas. Foi constatado efeito de heterobeltiose para todas as características, com exceção da incidência de mancha-de-phoma. Os efeitos de heterose média foram maiores (valores negativos) para as severidades de pinta-preta e mancha-de-phoma. O híbrido Americano x Waimanalo se destacou, apresentando os menores valores médios de doenças para todas as características. Os genótipos que em cruzamentos resultaram em híbridos com menores médias de incidência e severidade de doenças foram Americano, Waimanalo, Sunrise Solo 72/12, Sekati, JS 12, Caliman M5, Sunrise Solo,

Maradol (Mexicano), Maradol (grande limão), Tailândia, Calimosa, Caliman AM e Caliman G.

### **3.3.2. ABSTRACT**

The genetic resistance is sustainable alternative for disease control in papaya. Due to its reproductive characteristics, it is possible to obtain superior resistant papaya hybrids by crosses between resistant materials. In the present work, the heterotic effect was estimated in order to indicate the best hybrid combinations among papaya genotypes in relation to the incidence reduction of black-spot, powdery-mildew and phoma-spot, the severity of both black-spot and phoma-spot and in the fruit area with both black-spot and chocolate-spot lesions. The experiment was conducted in randomized complete block design with two replications and 98 treatments (67 hybrids and 31 genitors). The heterosis was observed in all analyzed traits, in the sense of disease reduction. The heterobeltiosis also occurred, except for phoma-spot incidence. The mean effects of heterosis were higher (negative values) for black-spot and phoma-spot severities. The Americano x Waimanalo hybrid presented the lowest mean disease values for all evaluated traits. The genotypes that resulted in hybrids with lowest incidence and severity means were Americano, Waimanalo, Sunrise Solo 72/12, Sekati, JS 12, Caliman M5, Sunrise Solo, Maradol (Mexicano), Maradol (grande limão), Tailândia, Calimosa, Caliman AM and Caliman G.

### **3.3.3. INTRODUÇÃO**

A cultura do mamão é de grande relevância econômica para o Brasil, que é o maior produtor mundial e um dos maiores exportadores. Os principais estados produtores de mamão são Bahia e Espírito Santo, responsáveis por 88% da produção nacional, estimada em 1,9 milhões de toneladas em área colhida de

36,6 mil hectares (IBGE, 2008). Em 2007, segundo a SECEX, citado por Amaro et al. (2009), foram exportadas 32,3 mil toneladas de mamão, no valor de US\$34,4 milhões ao preço de US\$1.066/t, valores recordes desde 1999, tendo como principais mercados a Holanda (28%), Estados Unidos (14%) e Portugal (13%).

Porém, para aumentar a produção e incrementar as exportações, mantendo posição de destaque no cenário internacional, a cultura necessita superar uma série de problemas, especialmente os de natureza fitossanitária.

Entre as doenças que afetam a cultura destacam-se a pinta-preta, cujo agente causal é *Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl., a mancha-de-phoma causada por *Phoma caricae-papayae* (Tarr) Punith, a antracnose e a mancha-chocolate tendo como agente etiológico *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. in Penz. (Rezende e Fancelli, 1997). Além destas, *Oidium caricae* Noack é a espécie comumente encontrada associada ao oídio do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Brasil. A resistência genética constitui alternativa sustentável para o controle de doença na cultura do mamoeiro. Devido às características reprodutivas desta espécie há possibilidade de se obter variedades híbridas superiores, a partir de cruzamentos direcionados visando à resistência a doenças. Desta forma, 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.

A heterose ou a expressão dos efeitos benéficos de hibridação (Barelli et al, 1998) pode ser explicada pelos efeitos da ação intra e interlocos. Assim, a heterose da mesma forma que a depressão, por causa da endogamia, depende da dominância para sua ocorrência. Porém, se alguns locos são dominantes em uma direção, e outros, em outra, seus efeitos tenderão a cancelar-se e nenhuma heterose poderá ser observada, apesar da dominância nos locos individuais (Falconer, 1987). A epistasia pode explicar a heterose pela ação gênica complementar, pela reação limitante e pela soma multiplicativa (Borém e Miranda, 2005). Na ação gênica complementar, a geração  $F_1$  é superior a ambos os pais, como conseqüência da heterozigose do diíbrido quando são considerados dois pares de gene. Isto é justificado porque os genitores levam genes contrastantes, embora um deles apresente genes homozigotos recessivos.

Melhoristas exploraram a heterose, também conhecido como vigor híbrido, em prática até mesmo antes de Shull em 1952 propor o conceito do termo

(Paterniani, 2001). Igualmente, o termo heterobeltiose foi usado na identificação de híbridos que se apresentam melhores que o pai superior (Vencovsky e Barriga, 1992). Em mamão, foi observada heterose em cruzamentos interespecíficos de *Carica cauliflora* x *C. goudotiana* e *C. cauliflora* x *C. monoica* (Mekako e Nakasone, 1975). Em ambos os cruzamentos as características altura de planta, diâmetro do caule, número e peso médio do fruto na geração F<sub>1</sub> foi significativamente maior que nos pais mais vigorosos.

Outro relato de heterose em mamoeiro foi obtido por Marin et al. (2006), que 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 avaliadas, concluindo que heterose é um efeito comum em híbridos de mamoeiro.

Neste trabalho, avaliou-se o efeito heterótico (vigor híbrido) de combinações híbridas envolvendo cinco testadores e 31 genótipos quanto à redução na severidade e, ou incidência das doenças: pinta-preta (*A. caricae*) em folhas e frutos, mancha-de-phoma (*P. caricae-papayae*) em folhas, mancha-chocolate (*C. gloeosporioides*) em frutos e oídio (*O. caricae*) em folhas de híbridos de mamoeiro (*C. papaya*). Além disso, estimou-se a capacidade específica de combinação de cada característica para cada testador.

#### 3.3.4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento conduzido na Fazenda do Macuco, da Empresa Caliman Agrícola S/A, no município de Linhares, Estado do Espírito Santo, envolveu 67 híbridos (Quadro 2) derivados do cruzamento de 5 testadores com 31 genótipos dos grupos 'Solo' e 'Formosa' (Quadro 1), além do cruzamento do híbrido Calimosa com os genótipos Americano, Maradol (Mexicano), Sekati e Tailândia.

Na condução das lavouras experimentais, por tratar-se de banco germoplasma ativo e para se garantir produção de frutos e sementes à empresa, foram feitas pulverizações semanais ou quinzenais de fungicidas registrados para a cultura.

Avaliaram-se as incidências de folhas com sintoma de pinta-preta (IPP), oídio (IO) e mancha-de-phoma (IMP), das severidades de pinta-preta (SPP) e mancha-de-phoma (SMP) em folhas, da porcentagem de área do fruto lesionada por pinta-preta (PPF) e mancha-chocolate (MCF) em genótipos e híbridos de mamoeiro. Os valores de incidência de folhas doentes foram obtidos pela divisão do número de folhas com sintoma de doenças pelo número total de folhas. As severidades foram estimadas com auxílio de escala diagramática (Terra et al. 2008a, 2008b), na folha disposta na axila imediatamente abaixo da primeira flor aberta (pinta-preta) e na folha disposta imediatamente abaixo da folha com a primeira flor aberta (mancha-de-phoma). A porcentagem do fruto lesionada foi obtida pela contagem do número de lesão na face externa do fruto no primeiro estágio de maturação, sendo posteriormente os dados numéricos transformados em porcentagem.

A heterose média para cada característica avaliada foi obtida pela expressão  $h = F_1 - MP$  (Falconer, 1987): onde:  $h$  = heterose média;  $F_1$  = média de todos os híbridos;  $MP$  = média de todos os pais. A heterose relativa (em porcentagem) foi obtida pela expressão  $h(\%) = (h/MP) \cdot 100$  (Falconer, 1987): onde:  $h(\%)$  = heterose relativa;  $h$  = heterose média; e  $MP$  = média dos pais. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa SAS (SAS Institute, 1992).

A capacidade específica de combinação (CEC) foi calculada conforme a expressão descrita abaixo, considerando o desvio de um cruzamento individual em relação à média geral com um testador em particular:

$CEC = F_1 - T$ ; onde: CEC, capacidade específica de combinação;  $F_1$ , média de uma combinação em particular; e,  $T$ , média das combinações para um testador em particular.

As estimativas da heterose e da capacidade específica de combinação foram realizadas com a média dos dados coletados nas duas épocas de avaliação das doenças, ou seja, no final de maio e início de junho e final de agosto e início de setembro de 2007.

Quadro 1. Pedigree e informações descritivas dos genitores do grupo 'Solo' e 'Formosa', utilizados em cruzamentos com outros genótipos de mamoeiro.

<b>GRUPO HETERÓTICO</b>	<b>GENÓTIPO</b>	<b>ORIGEM</b>	<b>TIPO DE GENÓTIPO</b>
Solo	Caliman M5	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
	Sunrise Solo 783	Korin Kaohsiung -Taiwan	Variedade
	Taiwan et	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
	Diva	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
	Grampola	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
	Sunrise Solo	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
	Caliman AM	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
	Caliman GB	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
	Caliman SG	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
	Caliman G	Caliman Agrícola S/A - ES	Genótipo Elite
	Sunrise Solo 72/12	Papaya Ceres Linhares - ES	Variedade
	Kapoho Solo (polpa amarela)	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
	Baixinho de Santa Amália	Papaya Ceres Linhares - ES	Variedade
	Sunrise Solo TJ	Papaya Ceres Linhares - ES	Variedade
	São Mateus	Papaya Ceres Linhares - ES	Variedade
	Kapoho Solo (polpa Vermelha)	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
	Sunrise Solo (prog. Tainung)	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
	Mamão roxo	Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
	Baixinho Super	Caliman Agrícola S/A - ES	Variedade
	Formosa	Costa Rica	CNPMFT Cruz das Almas - BA
Tailândia		CNPMFT Cruz das Almas - BA	Variedade
Waimanalo		Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
Mamão Bené		Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
Maradol (Mexicano)		Tabasco - México	Variedade
Maradol (grande limão)		Caliman Agrícola S/A - ES	Variedade
Sekati		Caliman Agrícola S/A - ES	Variedade
Americano		Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
STZ-52		Caliman Agrícola S/A - ES	Linhagem
Calimosa		Caliman Agrícola S/A - ES	Híbrido
JS 12		CNPMFT Cruz das Almas - BA	Genótipo Elite
JS 11		CNPMFT Cruz das Almas - BA	Variedade

Quadro 2. Relação dos genótipos utilizados em cruzamento com os diferentes genótipos testadores JS 12, Sunrise Solo 72/12, Americano, Maradol (Mexicano) e Sekati.

<b>JS 12</b>	<b>Sunrise Solo 72/12</b>	<b>Americano</b>	<b>Maradol (Mexicano)</b>	<b>Sekati</b>
Baixinho de Santa Amália	Americano	Baixinho de Santa Amália		
		Baixinho Supe		
Caliman G		Caliman AM	Caliman AM	Caliman AM
Caliman GB		Caliman G	Caliman G	Caliman G
Caliman M5		Caliman GB		Caliman GB
Caliman SG		Caliman M5	Caliman M5	Caliman M5
		Caliman SG	Caliman SG	Caliman SG
	Costa Rica	Costa Rica		
Diva		Diva	Diva	Diva
Grampola		Grampola		
				JS 11
				JS 12
K Solo (polpa amarela)		K Solo (polpa vermelha)		
K Solo (polpa vermelha)				
	Mamão Bené			
	Mamão Roxo	Mamão Roxo		
Maradol (Mexicano)	Maradol (grande limão)			
São Mateus	Maradol (Mexicano)	São Mateus		
	Sekati	Sekati		
	Tailândia	STZ – 52		
Sunrise Solo		Sunrise Solo	Sunrise Solo	Sunrise Solo
S Solo (prog. Tainung)		S Solo (prog. Tainung)	S Solo (prog. Tainung)	
			Sunrise Solo 72/12	
		Sunrise Solo 783		
		Sunrise Solo TJ		
	Tailândia			
Taiwan et		Taiwan et	Taiwan et	
Waimanalo				

### 3.3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Similarmente ao observado em mamoeiro para outras características (MARIN et al., 2006), heterose também é um efeito comum para características associadas à resistência de mamoeiro a doenças fúngicas, evidenciando-se assim a possibilidade de produção de híbridos resistentes. Uma vez que se está trabalhando com resistência à doença, os valores mais baixos e negativos das médias, neste caso, são desejáveis. Assim, a combinação Americano x Waimanalo se destacou em todas as características avaliadas, tendo atingido maiores magnitudes negativas de heterose média para IMP (-2,57), IO (-6,60) e PPF (-0,10) (Tabela 1).

Para incidência de doenças, quase não houve efeito heterótico nos híbridos avaliados, a heterose média apresentou valores negativos absolutos menores em relação aos valores positivos, variando de -6,60 a 22,49 para IPM, de -2,57 a 22,81 para IMP e de -4,18 a 8,93 para IPP (Tabela 01). Tais resultados são contrários ao esperado, uma vez que plantas  $F_1$  apresentam-se geralmente mais vigorosas e com maior número de folhas, quando comparadas aos genitores. Esperava-se, portanto, que os valores de incidência de doenças diminuíssem. Uma explicação para esses resultados, seria que tendo mais folhas, as condições microclimáticas e, ou de dispersão de inóculo (auto-infecção) poderiam favorecer mais o ataque da doença em maior número de folhas. Outra possibilidade é que plantas com poucas folhas teriam o dossel ou copa mais ventilada, o que desfavorece a doença no campo.

Já para características ligadas a severidade (porcentagem de área foliar lesionada), os valores de heterose média foram negativos, tendo as características SPP e SMP valores de heterose relativa de -46,51 e -10,56, respectivamente (Tabela 1). Os seguintes híbridos tiveram melhor desempenho heterótico para a característica IPP: Maradol (Mexicano) x Taiwan et, JS 12 x Maradol (Mexicano), Maradol (Mexicano) x Caliman AM, Calimosa x Sekati e Sekati x JS 12, com valores de -4,18, -1,83, -1,77, -1,28 e -1,28, tendo uma prevalência de valores positivos na maioria das combinações híbridas. Das combinações acima apenas em Maradol (Mexicano) x Caliman AM não houve

efeito de heterobeltiose, ou seja, a média do  $F_1$  não foi menor que a média do melhor pai, vez que valores mais baixos são desejáveis neste caso.

Para característica IMP e IPM houve efeito de heterose e heterobeltiose apenas para Americano x Waimanalo, tendo a heterose relativa os valores de 19,76 e 12,17 (Tabela 1). Com exceção de um único híbrido, todos os demais apresentaram valores de heterose positivos para as duas características, o que justifica os valores positivos da heterose média e relativa.

Para características ligadas a severidade, ou seja, porcentagem de área foliar lesionada, os valores de heterose média foram negativos, tendo as características SPP e SMP o valor de heterose relativa de -46,51 e -10,56, respectivamente (Tabela 1). Da mesma forma que comentado para a incidência das doenças, os valores indicam efeito dominante e complementar na formação dos híbridos, quanto à redução da severidade (porcentagem de área foliar lesionada) da pinta-preta e mancha-de-phoma. Os seguintes híbridos tiveram melhor desempenho heterótico para a característica IPP: Maradol (Mexicano) x Taiwan et, JS 12 x Maradol (Mexicano), Maradol (Mexicano) x Caliman AM, Calimosa x Sekati e Sekati x JS 12, com valores de -4,18, -1,83, -1,77, -1,28 e -1,28, tendo uma prevalência de valores positivos na maioria das combinações.

Para característica IMP e IO houve efeito de heterose e heterobeltiose apenas para Americano x Waimanalo, tendo a heterose relativa os valores de 19,76 e 12,17 (Tabela 1). Com exceção de um único híbrido todos os demais apresentaram valores de heterose positivos para as duas características, o que justifica os valores positivos da heterose média e relativa.

Combinações híbridas envolvendo o genótipo JS 12 não apresentaram heterose para SPP, exceto quanto este foi combinado com Sekati, Caliman G, Caliman M5, Sunrise Solo e Diva, sendo então constatado efeito da heterose. Todas as combinações envolvendo os genótipos Americano, Sekati, Calimosa, Sunrise Solo 72/12 apresentaram heterose para SPP. Para o genótipo Maradol (Mexicano) apenas não houve efeito heterótico quando este foi combinado com Caliman SG e Caliman M5. Os valores de heterose e heterobeltiose encontrados na maioria dos híbridos indicam a possibilidade de controle da doença, através de hibridações, uma vez que mais de 78% dos híbridos apresentaram heterose.

Tabela 1. Valores estimados de média, heterose média e heterose relativa para características associadas à intensidade de doenças fúngicas de partes aéreas (folhas e frutos) em genótipos de mamoeiro testadores do grupo Solo e Formosa.

<b>Características<sup>1</sup></b>	<b>Média dos genitores</b>	<b>Média dos híbridos</b>	<b>Amplitude</b>	<b>Heterose Média</b>	<b>Heterose Relativa (%)</b>
IO	74,51	83,58	68,84 – 87,41	9,06	12,17
IPP	79,31	81,04	62,96 – 84,27	1,73	2,18
IMP	65,72	78,71	54,30 – 84,61	12,91	19,76
NFP	21	27	13 – 28	6,08	28,97
SPP	0,066	0,036	0,017 – 0,062	-0,031	-46,51
SMP	5,535	4,962	1,208 – 9,063	-0,573	-10,35
MCF	0,027	0,023	0,000 – 0,216	-0,004	-14,56
PPF	0,118	0,273	0,037 – 0,674	0,155	132,06

<sup>1</sup>IPP: Incidência de folhas com Pinta-preta; SPP: Severidade de *Asperisporium caricae*; IMP: Incidência de folhas com Mancha-de-Phoma; SMP: Severidade de *Phoma caricae-papayae*; IO: Incidência de folhas com Oídio; MCF: Mancha-Chocolate em fruto; PPF: Pinta-preta em fruto; NFP: Número de folha por planta.

Para SMP houve efeito da heterose em 61% das combinações híbridas, tendo os híbridos Sekati x Caliman AM, Sekati x Caliman SG, Maradol (Mexicano) x Caliman SG, Americano x Sunrise Solo 783, Americano x Caliman AM e Americano x Waimanalo os melhores valores de heterose média e heterose relativa.

Quanto a características ligadas ao fruto pode-se observar que o valor de heterose média foi de -0,004 e 0,155 para MCF e PPF (Tabela 1). A heterose ocorreu em 61% das combinações híbridas e variou de -0,1 a 0,18 para MCF, pode-se destacar as combinações JS 12 x Taiwan et, Sekati x Caliman AM, Maradol (Mexicano) x Taiwan et, Maradol (Mexicano) x Caliman AM e Taiwan et x Americano que apresentaram heterose média de -0,1003, -0,1, -0,083, -0,077 e -0,071. Além do efeito heterótico, houve efeito de heterobeltiose em 36% dos híbridos, o que reforça a possibilidade de hibridação para redução da doença no fruto. Já para PPF houve efeito de heterobeltiose nos híbridos Americano x Waimanalo Sekati x Caliman M5, Americano x Sunrise Solo, Americano x Sekati e Calimosa x Americano. Nos híbridos Maradol (Mexicano) x Taiwan et, Sunrise Solo 72/12 x Costa Rica, Calimosa x Tailândia, Americano x São Mateus e nas combinações de Sekati com Caliman GB, Sunrise Solo e Caliman AM houve apenas efeito da heterose.

Considerando que as doenças que ocorrem no fruto estão entre as maiores causas de prejuízos e que o controle do inóculo na folha é essencial para uma redução da doença nos frutos, pode-se eleger as características SPP, SMP, PPF e MCF como as mais importantes. Desta forma os genótipos Americano, Sekati, Sunrise Solo 72/12, Maradol (Mexicano), Caliman SG, Caliman AM, Taiwan et, Calimosa e Waimanalo podem apresentar características desejáveis ao melhoramento visando resistência à pinta-preta, mancha-de-phoma e mancha-chocolate em mamoeiro.

Analisando individualmente as combinações, é possível determinar a capacidade específica de combinação (CEC) em relação a cada testador. Assim, tem que para o testador Americano, as melhores combinações ocorreram com Waimanalo, Baixinho de Santa Amália e São Mateus (Tabela 2).

Tabela 2. Valor da capacidade específica de combinação e média dos híbridos obtidos no experimento 02, constituído por cruzamento de diferentes genótipos de mamoeiro com os genótipos testadores Americano, Maradol (Mexicano) e Sekati.

GENÓTIPO TESTADOR	GENÓTIPO MASCULINO	CARACTERÍSTICA						
		IO*	IMP	IPP	SPP	SMP	PPF	MCF
Americano	Caliman M5	1,556	1,541	1,541	-0,001	-0,912	-0,009	-0,013
	Sunrise Solo 783	1,285	5,470	5,470	-0,001	-0,906	0,030	-0,003
	Costa Rica	3,751	4,317	4,317	0,008	-0,431	-0,007	-0,013
	Diva	0,769	0,809	0,809	-0,003	1,050	0,056	-0,013
	Grampola	1,239	-0,418	-0,418	-0,008	2,757	0,104	-0,013
	Sunrise Solo	3,662	5,112	5,112	-0,003	-0,943	-0,140	-0,013
	Caliman AM	-1,387	2,905	2,905	-0,004	-1,156	-0,055	0,052
	Caliman GB	-0,294	2,659	2,659	-0,004	1,138	-0,021	-0,011
	Caliman SG	-0,866	1,294	1,294	0,006	1,307	0,102	-0,006
	Caliman G	-0,240	3,462	3,462	0,007	1,007	0,017	0,129
	BSA	2,507	-2,895	-2,895	-0,007	-1,087	-0,066	-0,013
	Sunrise Solo TJ	2,900	6,345	6,345	0,011	-0,081	0,208	0,007
	São Mateus	-0,069	-1,371	-1,371	0,002	-1,537	-0,148	-0,011
	Kapoho Solo PV	2,292	1,051	1,051	0,001	2,038	0,118	-0,008
	Sunrise Solo PT	0,087	-0,385	-0,385	-0,001	0,307	0,004	-0,013
	Mamão Roxo	-1,381	0,485	0,485	0,005	-1,225	-0,006	-0,011
	Sekati	-1,138	-4,760	-4,760	0,002	1,444	-0,164	-0,013
	Baixinho Super	-1,398	-2,168	-2,168	-0,003	0,538	0,087	-0,013
	STZ – 52	1,547	0,508	0,508	0,013	0,088	0,032	-0,008
	Waimanalo	-14,81	-23,96	-23,96	-0,020	-3,400	-0,142	-0,013
	<b>Média dos híbridos</b>	<b>83,66</b>	<b>78,26</b>	<b>79,45</b>	<b>0,028</b>	<b>6,306</b>	<b>0,216</b>	<b>0,013</b>
Maradol M	Caliman G	0,093	-5,517	0,629	-0,001	-0,777	-0,149	-0,057
	Caliman AM	0,875	2,004	-2,241	-0,011	-0,333	-0,100	-0,044
	Caliman SG	0,137	0,419	0,914	0,011	-0,539	0,207	0,100
	Sunrise Solo	-0,303	-0,861	1,292	-0,007	0,498	-0,008	0,152
	Diva	2,416	4,798	3,084	-0,002	0,286	0,417	0,020
	Sunrise Solo 72/12	-0,041	-0,951	-1,099	0,000	0,911	-0,118	-0,039
	Caliman M5	0,952	3,991	1,273	0,031	0,098	-0,042	-0,014
	Sunrise Solo PT	-0,712	3,915	1,583	-0,008	-0,145	-0,006	-0,057
	JS 12	-3,418	-7,796	-5,439	-0,013	0,005	-0,200	-0,062
		<b>Média dos híbridos</b>	<b>84,32</b>	<b>78,75</b>	<b>80,76</b>	<b>0,031</b>	<b>3,433</b>	<b>0,258</b>
Sekati	Caliman G	-1,189	-0,205	0,288	-0,017	0,117	-0,006	0,003
	Caliman AM	0,103	3,371	0,756	0,020	-2,046	-0,029	-0,017
	Caliman SG	1,693	1,705	1,247	0,000	-0,177	-0,045	-0,014
	Caliman GB	-0,714	0,938	-0,428	-0,014	0,785	0,006	-0,019
	Sunrise Solo	0,525	1,447	-0,034	-0,007	0,742	-0,034	-0,019
	Diva	1,519	3,014	2,778	-0,011	0,135	0,018	0,001
	Caliman M5	-0,158	0,991	-0,401	0,006	1,460	-0,067	-0,012
	JS 11	0,263	-1,817	-2,613	0,029	0,560	0,046	-0,019
	JS 12	-2,044	-9,444	-1,592	-0,005	-1,577	0,112	0,095
		<b>Média dos híbridos</b>	<b>83,72</b>	<b>76,76</b>	<b>80,30</b>	<b>0,045</b>	<b>3,896</b>	<b>0,104</b>

\* IO: Incidência de folhas com Oídio; IPP: Incidência de folhas com Pinta-preta; SPP: Severidade de *Asperisporium caricae*; IMP: Incidência de folhas com Mancha-de-Phoma; SMP: Severidade de *Phoma caricae-papayae*; MCF: Mancha-Chocolate em fruto; PPF: Pinta-preta em fruto.

Considerando todos os híbridos envolvendo o testador Americano, as combinações que resultaram em menor CEC para a maioria dos caracteres envolvendo pinta-preta foram com Caliman M5, Grampola, Sunrise Solo, Caliman AM, Caliman GB, Baixinho de Santa Amália, São Mateus, Sunrise Solo (progenitor Tainung), Sekati, Baixinho Super, Waimanalo. Já para característica envolvendo mancha-de-phoma, as melhores combinações ocorreram com Baixinho de Santa Amália, São Mateus e Waimanalo (Tabela 2).

Quanto aos híbridos provenientes do testador Maradol (Mexicano), destacaram-se o híbrido Maradol (Mexicano) x JS 12, que apresentou os menores valores de CEC para a maioria das características (Tabela 02). Considerando as características envolvendo pinta-preta os melhores cruzamentos, ou seja, os que resultaram em menor capacidade específica foram com Caliman AM, Sunrise Solo, Sunrise Solo 72/12, Sunrise Solo (progenitor Tainung) e JS 12. Por outro lado, considerando mancha-de-phoma, as melhores combinações foram com Caliman G. (Tabela 2).

As menores CEC envolvendo o testador Sekati, ocorreram com Caliman G e JS 12, que apresentaram valores negativos de CEC para seis das sete características avaliadas (Tabela 2). Porém, considerando as características em separado, nota-se que para pinta-preta os melhores híbridos foram provenientes do cruzamento de Sekati com Caliman G, Caliman GB, Sunrise Solo e Caliman M5. Quando se considera mancha-de-phoma as melhores combinações ocorrem com JS 12 (Tabela 2).

De modo geral, o genótipo JS 12 se destacou como doador de alelos que condicionam redução na severidade e incidência das doenças em estudo, tendo estado entre os que resultam em híbridos com menores CEC, quando utilizado com genitor masculino. Na Tabela 3, encontram-se as estimativas da CEC do genótipo JS 12 como testador (genitor feminino). Com destaque para o híbrido JS 12 x Sunrise Solo que apresenta os menores valores de CEC para todas as características avaliadas. Outros genótipos, tais como Kaphoro Solo (polpa amarela) e Maradol (Mexicano), também se destacam por apresentarem valores negativos de CEC para a maioria das características (Tabela 03).

Tabela 3. Valor da capacidade específica de combinação e média dos híbridos obtidos no experimento 01, constituído por cruzamento de diferentes genótipos de mamoeiro com os genótipos testadores JS 12 e Sunrise Solo 72/12.

GENÓTIPO TESTADOR	GENÓTIPO MASCULINO	CARACTERÍSTICA						
		IO*	IMP	IPP	SPP	SMP	PPF	MCF
JS 12	Caliman M5	0,037	-3,721	-3,723	0,002	-1,037	-0,018	-0,009
	Taiwan et	-0,255	-0,007	-1,038	-0,004	0,725	0,012	-0,017
	Diva	-0,013	1,510	1,314	-0,005	-1,369	0,052	-0,009
	Grampola	-1,174	0,580	0,346	-0,006	-0,318	-0,049	0,005
	Sunrise Solo	-0,188	-1,358	-0,740	-0,014	-1,150	-0,016	-0,007
	Caliman GB	2,717	-0,617	1,880	0,001	0,056	0,339	0,021
	Caliman SG	-1,806	1,724	-0,518	0,002	2,022	-0,196	0,059
	Caliman G	2,461	0,779	1,231	0,005	-0,487	0,213	0,008
	Kapoho Solo PA	-0,237	2,968	1,047	-0,001	0,931	0,176	0,006
	BSA	-0,267	-0,015	1,312	0,015	0,231	-0,160	-0,014
	São Mateus	-1,921	-3,368	2,892	0,004	-0,285	0,214	0,007
	Kapoho Solo PV	-0,762	0,012	-0,382	-0,002	-0,194	-0,206	-0,004
	Sunrise Solo PT	2,497	1,528	1,122	0,004	-1,481	-0,137	-0,017
	Waimanalo	-0,853	1,099	-1,408	0,004	1,663	-0,135	-0,017
	Maradol Mexicano	-0,237	-1,120	-3,338	-0,007	0,696	-0,089	-0,014
<b>Média dos híbridos</b>		<b>83,55</b>	<b>80,21</b>	<b>81,00</b>	<b>0,046</b>	<b>5,025</b>	<b>0,498</b>	<b>0,016</b>
SS 72/12	Costa Rica	0,326	1,190	-0,164	0,003	3,488	-0,127	-0,001
	Tailândia	-2,083	0,538	-0,111	0,011	-0,993	-0,004	-0,006
	Mamão Bené	-0,726	1,024	1,000	-0,003	2,145	-0,053	-0,018
	Mamão Roxo	1,105	0,110	-1,420	-0,016	0,295	-0,123	-0,006
	Maradol Mexicano	-3,229	-4,006	0,155	-0,008	-2,655	0,199	-0,006
	Maradol GL	-0,735	-4,289	-1,054	-0,003	-1,524	0,035	0,029
	Sekati	0,570	4,026	1,272	0,019	-1,349	-0,082	-0,013
	Americano	2,605	0,270	-0,478	-0,016	1,357	-0,100	0,025
	<b>Média dos híbridos</b>		<b>82,71</b>	<b>79,60</b>	<b>81,79</b>	<b>0,033</b>	<b>5,218</b>	<b>0,194</b>

\* IO: Incidência de folhas com Oídio; IPP: Incidência de folhas com Pinta-preta; SPP: Severidade de *Asperisporium caricae*; IMP: Incidência de folhas com Mancha-de-Phoma; SMP: Severidade de *Phoma caricae-papayae*; MCF: Mancha-Chocolate em fruto; PPF: Pinta-preta em fruto.

Analisando ainda os híbridos provenientes do cruzamento com o testador JS 12, as melhores combinações envolvendo características relativas à pinta-preta ocorreram com Caliman M5, Sunrise Solo, Caliman SG, Kapoho Solo (polpa vermelha), Waimanalo e Maradol (Mexicano). Já para mancha-de-phoma, as melhores combinações de JS 12 foram com Caliman M5, Sunrise Solo e São Mateus (Tabela 3).

Com o testador Sunrise Solo 72/12, o híbrido que mais se destacou foi Sunrise Solo 72/12 x Maradol (Mexicano), apresentando os menores valores de CEC para a maioria das características avaliadas (Tabela 3). Individualmente, para pinta-preta, as melhores combinações ocorreram com Costa Rica, Tailândia, Mamão Roxo, Maradol (grande limão) e Americano; e, para mancha-de-phoma, as melhores foram com Maradol (Mexicano) e Maradol (grande limão).

### 3.3.6. CONCLUSÃO

Heterobeltiose é um efeito comum em híbridos de mamoeiro, ocorrendo em todas as características avaliadas, principalmente em severidade da pinta-preta (SPP) e Mancha-de-Phoma (SMP). O híbrido Americano x Waimanalo se destacou em todas as características avaliadas. Considerando as características SPP, SMP, PPF e MCF, podem-se eleger os genótipos Americano, Sekati, Sunrise Solo 72/12, Maradol (Mexicano), Caliman SG, Caliman AM, Taiwan et, Calimosa e Waimanalo como portadores de alelos favoráveis quanto à resistência a doenças em estudos.

Os melhores híbridos, para o testador Americano, ocorreram com Waimanalo, Baixinho de Santa Amália e São Mateus. Já os híbridos provenientes do testador Maradol (Mexicano), destaca-se o híbrido Maradol (Mexicano) x JS 12, que apresentou os menores valores de CEC para a maioria das características. As menores CEC envolvendo o testador Sekati, ocorreram com Caliman G e JS 12, que apresentaram valores negativos de CEC para seis das sete características avaliadas. Quanto ao testador JS 12, o híbrido JS 12 x Sunrise Solo destaca-se por apresentar valores de CEC para todas as características avaliadas. Outros genótipos, tais como Kaphoro Solo (polpa

amarela) e Maradol (Mexicano), também se destacam por apresentarem valores negativos de CEC para a maioria das características. Com o testador Sunrise Solo 72/12, o híbrido que mais se destacou foi Sunrise Solo 72/12 x Maradol (Mexicano), apresentando os menores valores de CEC para a maioria das características avaliadas.

### 3.3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaro, A.A., Sachs, R.C.C., Silva, P.R. (2009) Relações de preços na comercialização de mamão em São Paulo. *Informações Econômicas*, 39(1):60-67.

Barelli, M.A.A., Gonçalves-Vidigal, M.C., Amaral Júnior, A.T., Vidigal Filho, P.S., Scapim, C.A. (1998) Heterose relativa em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Scientiarum*, 20:257-262.

Borém, A., Miranda, G.V. (2005) *Melhoramento de Plantas*. Editora UFV, Viçosa, 525p.

Falconer, D.S. (1987) *Introdução à genética quantitativa*. Editora UFV, Viçosa, 279p.

IBGE (2008) – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2008) Produção Agrícola Municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> . Acesso em 5 março de 2008.

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.

Mekako, H.U., Nakasone, H.Y. (1975) Interspecific hybridization among 6 *Carica* species. *The Journal American Society for Horticultural Science*, 100:237-242.

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.

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.

SAS Institute INC. (1992) Statistical Analysis System. Release 6.12 (Software). Cary, 1992.

Terra, C.E.P.S.; Vivas, M.; Melo, C.S.; Silveira, S.F. & Pereira, M.G. (2008a) Elaboração de validação de escala diagramática para avaliação da severidade da pinta preta (*Asperisporium caricae*) em folhas de mamoeiro. *Anais do XX Congresso Brasileiro de Fruticultura*, Vitória, ES.

Terra, C.E.P.S.; Vivas, M.; Melo, C.S.; Silveira, S.F. & Pereira, M.G. (2008b) Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da podridão preta (*Phoma caricae papayae*) em folhas de mamoeiro (*Carica papaya*). *Anais do XX Congresso Brasileiro de Fruticultura*, Vitória, ES.

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

### **3.4. ELABORAÇÃO E VALIDAÇÃO DE ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DE PINTA-PRETA EM FRUTOS DE MAMOEIRO.**

#### **3.4.1. RESUMO**

A pinta-preta do mamoeiro, causada por *Asperisporium caricae*, encontra-se largamente distribuída em todas as regiões produtoras, causando sérios prejuízos em cultivares susceptíveis e depreciando os frutos comercialmente. Apesar da importância da doença, faltam métodos padronizados de quantificação da severidade da doença nos frutos. Com este propósito, foi elaborada uma escala diagramática com os níveis de 0,1; 0,3; 0,6; 1,2; 2,5; 5,0; 10,0 e 20,0% de área lesionada nos frutos. Para a validação da escala diagramática, imagens de 50 frutos com diferentes níveis de severidade da doença foram avaliadas por 10 pessoas sem e com a utilização da escala diagramática. Foram realizadas duas avaliações com utilização da escala, com intervalo de sete dias. A acurácia e a precisão de cada avaliador foram determinadas por regressão linear simples, entre a severidade real e a estimada. Sem a escala, a maioria dos avaliadores superestimou a severidade da doença. Com a escala, os avaliadores obtiveram melhores níveis de acurácia e precisão, embora tendessem a subestimar a severidade, com erros absolutos concentrando-se na faixa de 5%, o que é considerado aceitável em trabalhos de quantificação de severidade de doença. Os avaliadores apresentaram boa repetibilidade e elevada reprodutibilidade das

estimativas com a utilização da escala. A escala diagramática proposta mostrou-se adequada para avaliação da severidade da pinta-preta em frutos de mamoeiro.

### 3.4.2. ABSTRACT

The black-spot is a papaya disease caused by *Asperisporium caricae*. It is distributed in all papaya producing areas, causing damages in susceptible cultivars and reducing their fruit commercialization. Despite of the importance of this disease, it still lacks standardized methods for severity quantification in the fruits. Considering this fact, a diagrammatic scale was elaborated with levels of 0.1; 0.3; 0.6; 1.2; 2.5; 5.0; 10.0 and 20.0% of fruit lesion area. Fifty fruits images with different severity levels were evaluated by 10 people, using or not the diagrammatic scale, in order to validate it. Two evaluations were performed, with a 7-day interval between them, using this scale. The accuracy and precision of each evaluator were determined by simple linear regression, between the real and the estimated severities. Without the scale, most of the evaluators overestimated the disease severity. On the other hand, when the scale was applied, better accuracy and precision levels were obtained, although there was a severity underestimation tendency, with absolute errors around 5%, that can be acceptable in this kind of work. The evaluators presented good repeatability and high reproducibility estimations when the scale was used. The diagrammatic scale was suitable for black-spot severity evaluation in papaya fruits.

### 3.4.3. INTRODUÇÃO

A pinta-preta, causada por *Asperisporium caricae*, é uma das doenças mais comuns à cultura do mamoeiro, devido à frequência com que ocorre, bem como pelos danos que pode causar, ao comprometer o metabolismo das plantas suscetíveis e ao diminuir o valor econômico dos frutos (Liberato & Zambolim,

2002). Os sintomas dessa doença se manifestam tanto nas folhas quanto nos frutos. Nas folhas os sintomas, quando muito severos, reduzem a capacidade fotossintética da planta comprometendo o seu metabolismo e diminuindo a produção (Ventura et al., 2004; Martelleto et al., 2007; Villela et al., 2007). Nos frutos ocorrem inicialmente lesões pequenas, circulares e encharcadas, que evoluem para pústulas maiores, marrons a negras e salientes, podendo atingir 5 mm de diâmetro (Resende & Francelli, 1997). As lesões nos frutos chegam a inviabilizar sua comercialização, além de servirem de portas-de-entrada a outros agentes apodrecedores na fase de pós-colheita e comercialização.

O controle da pinta-preta no mamoeiro se baseia em aplicações de fungicidas, o que aumenta o custo de produção e os resíduos nos frutos a serem comercializados (Paul et al, 2004). Segundo Santos Filho et al. (2007), em certas regiões produtoras de mamão, são necessárias até oito pulverizações por ano com fungicida. Santos Filho et al. (2007) relatam que o tipo de lesão causada pelo fungo no fruto pode ser utilizado como um indicativo do momento de controle da pinta-preta do mamoeiro. Quando nos frutos com lesões novas, caracterizadas pela coloração marrom, são aplicados fungicidas há a cicatrização das lesões em tamanhos mínimos, na maioria das vezes imperceptíveis, e o impedimento do progresso da doença para os demais frutos ainda sadios. Com base no exposto, medidas de controle podem ser adotadas considerando a quantificação da doença nos frutos, visando à experimentação no campo ou em pós-colheita.

Um sistema de quantificação de doença de sucesso deve propiciar resultados acurados, precisos e reprodutíveis (Campbell & Madden, 1990). A quantificação da severidade das doenças estimada visualmente está sujeita a grande subjetividade e pode induzir erros graves de acurácia, precisão e reprodutibilidade. No entanto, uma forma de diminuir estas inconveniências é selecionar um sistema de quantificação que permita aproximar satisfatoriamente o valor de uma medição estimada ao valor real de uma doença (Tovar-Soto et al., 2002).

As escalas diagramáticas têm sido utilizadas como uma ferramenta bastante útil, minimizando a subjetividade das estimativas de severidade, entretanto, essas devem ser de fácil uso, aplicáveis em diferentes condições e produzir resultados reproduzíveis, além de apresentarem níveis suficientes que

representem todos os estádios de desenvolvimento da doença (Bergamin Filho & Amorim, 1996).

Considerando-se a inexistência de métodos padronizados para quantificação da severidade de pinta-preta em frutos de mamoeiro, este trabalho teve como objetivos desenvolver uma escala diagramática para avaliação da severidade da doença e analisar os níveis de acurácia, precisão e reprodutibilidade das estimativas geradas com sua utilização.

### **3.4.4. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.4.4.1. Elaboração da escala diagramática**

Para elaboração da escala diagramática foram coletados 93 frutos de mamoeiro (híbrido UENF/CALIMAN01) na Empresa Caliman Agrícola S/A, localizado no município de Linhares, no norte do Estado do Espírito Santo, com diferentes níveis de severidade de Pinta-preta. A face externa de cada fruto foi fotografada com câmera digital, sendo as lesões analisadas quanto à forma, distribuição e frequência. Posteriormente, essas imagens foram transferidas para microcomputador, onde foi determinada a área total e a área lesionada de cada fruto com auxílio do programa Quant<sup>®</sup> (Vale *et al.*, 2003), obtendo-se desta forma a severidade da doença para cada fruto (porcentagem de área lesionada). Baseando-se na lei de Weber-Fechner de acuidade visual (Horsfall & Cowling, 1978), bem como na forma, distribuição e frequência das lesões, foi confeccionada uma escala diagramática com oito níveis de severidade.

#### **3.4.4.2. Validação da escala diagramática**

No teste de validação da escala diagramática foram utilizadas imagens de 50 frutos com sintomas de pinta-preta em diferentes níveis de severidade dos frutos doente. (Michereff *et al.*, 2000; Leite & Amorim, 2002; Spósito *et al.*, 2004). As imagens foram inseridas aleatoriamente em slides individuais para visualização no Microsoft PowerPoint 2000<sup>®</sup>. A severidade foi avaliada por 10

pessoas, a maioria sem experiência na quantificação de doenças. Inicialmente, a severidade foi estimada sem o auxílio da escala diagramática e, após sete dias, com o auxílio dessa. Visando avaliar a repetibilidade das estimativas com a escala diagramática, sete dias após a primeira avaliação, nova seqüência dos mesmos frutos foi organizada e uma segunda estimativa visual com auxílio da escala foi efetuada pelos mesmos avaliadores.

A acurácia e a precisão de cada avaliador foram determinadas por meio de regressão linear simples, com a severidade real estimada no programa Quant<sup>®</sup> como variável independente e a severidade estimada pelo avaliador como variável dependente. A acurácia das estimativas foi determinada pelo teste “t” aplicado ao intercepto da regressão linear (a), para verificar se foi significativamente diferente de 0, e ao coeficiente angular da reta (b), para testar se foi significativamente diferente de 1, em nível 5% de probabilidade. A precisão das estimativas foi obtida pelo coeficiente de determinação da regressão ( $R^2$ ), pela variância dos erros absolutos (severidade estimada menos real) e pela repetibilidade das estimativas, determinada pela regressão da segunda avaliação em relação à primeira, de uma mesma unidade amostral (conjunto de imagens de frutos). A reprodutibilidade das estimativas foi determinada pelos valores de  $R^2$  obtidos de regressões lineares entre as severidades estimadas por diferentes avaliadores combinados em pares (Kranz, 1988). As análises de regressão foram efetuadas com o auxílio do programa Microsoft Excel 2000<sup>®</sup>.

### 3.4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor máximo de severidade de pinta-preta nos frutos de mamoeiro em estágio 01 de maturação encontrados para o genótipo Calimosa (híbrido UENF-CALIMAN 01) foi de 23,9% de área lesionada na face exposta dos frutos. A escala diagramática elaborada para severidade de pinta-preta em fruto de mamoeiro representou valores de 0,1; 0,3; 0,6; 1,2; 2,5; 5,0; 10,0 e 20,0% de área lesionada (Figura 1).

Na validação da escala diagramática, sem a sua utilização os valores do intercepto relacionados a 60% dos avaliadores diferiram significativamente de

zero ( $P=0,05$ ), indicando a presença de desvios constantes (Tabela 1). Com exceção de três avaliadores (A, B e I), os demais superestimaram consistentemente ( $P=0,05$ ) a severidade da pinta-preta do mamoeiro, indicando a presença de desvios positivos constantes para todos os níveis de severidade da doença. Com a utilização da escala, os valores do intercepto de 40% dos avaliadores (A, E, F e G) diferiram significativamente de zero ( $P=0,05$ ) na primeira avaliação e 50% (B, D, E, G e H) na segunda, a grande maioria com desvios negativos constantes, ou seja, subestimativa. A tendência dos avaliadores em subestimar os níveis de severidade da pinta-preta quando utilizaram a escala diagramática assemelha-se ao constatado na validação das escalas para cercosporiose da alface (Gomes et al., 2004), mancha parda da mandioca (Michereff et al., 1998) e queima das folhas do inhame (Michereff et al., 2000). No entanto, contrasta com o verificado em vários estudos envolvendo validação de escalas diagramáticas (Díaz et al., 2001, Leite & Amorim, 2002; Tovar-Soto et al., 2002; Nita et al., 2003; Spósito et al., 2004), nas quais foi constatada a tendência dos avaliadores em superestimar os níveis de severidade das doenças.

Com relação aos valores do coeficiente angular da reta, 100% dos avaliadores apresentaram valores significativamente diferentes de 1 ( $P=0,05$ ) sem a utilização da escala diagramática, indicando a presença de desvios sistemáticos (Tabela 01). Com a utilização da escala, 70% dos avaliadores na primeira (A, C, E, G, H, I e J) e segunda (A, B, C, D, E, G e H) avaliação apresentaram coeficientes angulares significativamente diferentes de 1 ( $P=0,05$ ) (Tabela 1). Na análise da precisão, estimativas visuais da severidade sem a utilização da escala diagramática explicaram 75 a 96% da variação ( $R^2$ ) na mensuração eletrônica da doença, com média de 84% (Tabela 1). Com a utilização da escala, na primeira avaliação as estimativas visuais explicaram 87 a 95% da variação na mensuração eletrônica, com média de 93%, enquanto na segunda avaliação, as estimativas visuais explicaram 88 a 97% da variação, com média de 92% (Tabela 1). Os elevados níveis de precisão das estimativas visuais com auxílio da escala diagramática assemelham-se aos verificados em outros estudos de validação de escalas (Díaz et al., 2001; Leite & Amorim, 2002; Tovar-Soto et al., 2002; Nita et al., 2003), sendo muito próximos à média de 95%, considerada a desejável por Kranz (1988).

A presença de desvios sistemáticos nas mensurações da pinta-preta em fruto de mamoeiro, mesmo entre aqueles avaliadores com bons níveis de precisão, indica a divergência entre estimativas acuradas e precisas, como constatado por Nascimento et al. (2005) na mensuração do cancro bacteriano da videira. Avaliações realizadas com baixa acurácia não representam sérios problemas, uma vez que os desvios normalmente seguem o mesmo padrão. Neste caso, os possíveis desvios, caso não possam ser corrigidos pelo treinamento, poderão ser compensados por equações de calibração para cada avaliador envolvido no estudo (Shaw & Royle, 1989).

Em geral, os avaliadores evidenciaram boa repetibilidade nas estimativas, pois a quantidade média de variação na primeira avaliação explicada pela segunda avaliação foi de 92% (Tabela 2). Para 60% dos avaliadores os valores do coeficiente angular da reta entre as duas avaliações foram significativamente diferentes de 1 ( $P=0,05$ ) e 40% os valores do intercepto diferentes de zero ( $P=0,05$ ) (Tabela 2).

A reprodutibilidade das avaliações entre os avaliadores combinados aos pares, também, pode ser utilizada como um indicativo de precisão de um método de avaliação de doenças (Nutter Jr. et al., 1993). Diferentes avaliadores, utilizando a mesma escala para a avaliação do mesmo material, devem estimar os mesmos valores de severidade. As regressões lineares entre as severidades estimadas pelos 10 avaliadores, quando não utilizaram a escala diagramática, produziram coeficientes de determinação ( $R^2$ ) variando de 58 a 93%, sendo que em somente 22,2% dos casos foi  $\geq 85\%$  (Tabela 3). Com a utilização da escala, nas duas avaliações os valores de  $R^2$  foram elevados, variando entre 76 e 97%, sendo  $\geq 85\%$  em 91,1% dos casos na primeira avaliação e em 66,7% dos casos na segunda (Tabela 3). Portanto, quando a escala foi utilizada, os dados estimados pelos diferentes avaliadores foram bem mais próximos.

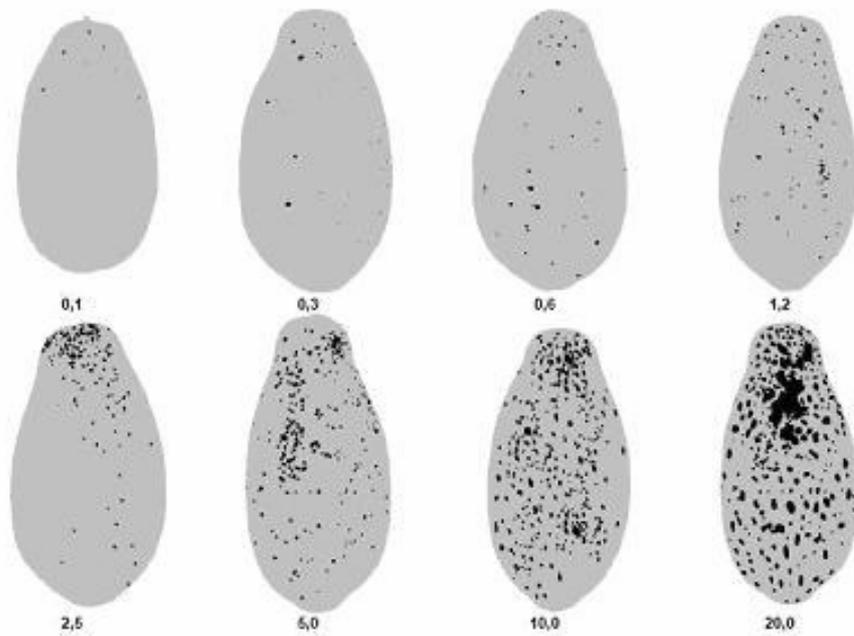


Figura 1. Escala diagramática para avaliação da severidade da pinta-preta em frutos de mamoeiro indicando os níveis de 0,1; 0,3; 0,6; 1,2; 2,5; 5,0; 10,0; e 20,0% de superfície de fruto lesionada.

Tabela 1. Valor do intercepto ( $a$ ), coeficiente angular da reta ( $b$ ) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de equações de regressão linear simples relacionando estimativas visuais da severidade de pinta-preta em frutos de mamoeiro, efetuadas por avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática, com os valores de severidade real, estimada a partir de imagens digitalizadas com auxílio do programa Quant<sup>®</sup>.

Avalia dor	Sem escala			Com escala					
				1ª Avaliação			2ª Avaliação		
	a	B	R <sup>2</sup>	a	b	R <sup>2</sup>	a	b	R <sup>2</sup>
A	-0,64	1,83*	0,94	-0,45*	0,86*	0,91	-0,05	1,11*	0,96
B	-0,47	2,59*	0,89	-0,09	0,96	0,93	-1,28*	2,08*	0,91
C	5,68*	1,97*	0,88	0,23	0,88*	0,87	0,38	0,81*	0,92
D	0,46*	2,86*	0,96	-0,28	1,02	0,95	-0,53*	1,31*	0,97
E	6,97*	4,51*	0,75	-0,71*	0,86*	0,93	-0,62*	0,86*	0,95
F	4,15*	4,17*	0,78	-0,44*	0,96	0,94	0,18	0,98	0,93
G	7,77*	4,41*	0,75	-0,62*	0,77*	0,93	-1,08*	1,16*	0,88
H	3,15	4,19*	0,80	-0,28	0,89*	0,94	0,52*	0,84*	0,90
I	-0,30	3,95*	0,92	-0,10	1,22*	0,95	0,42	1,03	0,91
J	6,12*	4,89*	0,78	-0,08	0,89*	0,93	0,10	0,96	0,91
Média	3,29	3,54	0,84	-0,28	0,93	0,93	-0,20	1,11	0,92

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

Tabela 2. Estimativas do intercepto ( $a$ ), do coeficiente angular da reta ( $b$ ) e do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de equações de regressão linear simples relacionando a segunda à primeira estimativa da severidade de pinta-preta nos frutos por um mesmo avaliador, com o auxílio da escala diagramática.

Avaliador	a	b	$R^2$
A	0,66*	1,22*	0,94
B	-0,97*	2,12*	0,94
C	0,40	0,84*	0,86
D	0,17	0,77*	0,95
E	0,14	0,97	0,96
F	0,72*	0,98	0,91
G	-0,18	1,54*	0,97
H	0,82*	0,92	0,92
I	0,66	0,80*	0,85
J	0,28	1,04	0,91
Média	0,27	1,12	0,92

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



A utilização da escala diagramática propiciou boa estimativa da severidade da Pinta-preta em frutos de mamoeiro pelos avaliadores. No entanto, pelas equações não se pode inferir como os avaliadores perceberam diferentes níveis de severidade da doença. As diferenças (resíduos) entre os valores estimados visualmente e os reais obtidos eletronicamente na quantificação da severidade sem a utilização da escala diagramática foram muito elevadas, chegando a atingir 77,54%. Por outro lado, nas duas avaliações com o auxílio da escala os resíduos concentraram-se na faixa de 5%, sendo muitas vezes inferiores a esse valor e poucas vezes ultrapassaram os 10% (Figura 2). Esses níveis de resíduos são considerados aceitáveis segundo os critérios adotados em outros estudos de avaliação de escalas diagramáticas (Nutter Jr. et al., 1993; Michereff et al., 1998; Michereff et al., 2000; Díaz et al., 2001; Leite e Amorim, 2002; Rodrigues et al., 2002; Nita et al., 2003; Gomes et al., 2004; Spósito et al., 2004).

A presença de algum nível de erro absoluto nas mensurações pode ser compensada pela rapidez e padronização que resultam do uso de escalas diagramáticas. Além disso, como a maioria dos métodos de quantificação de severidade de doenças, o uso de escalas diagramáticas está sujeito a um certo grau de subjetividade, o que pode ser minimizado com o treinamento dos avaliadores (Andrade et al., 2005).

A diferença entre os avaliadores na mensuração da pinta-preta em frutos de mamoeiro, é devida à variação na habilidade entre indivíduos para discriminar níveis de doença. A qualidade da estimativa da doença, além de ser influenciada por estímulos e respostas psicológicas, pode ser afetada por fatores como complexidade da unidade amostral, tamanho e forma das lesões, cor e número de lesões na unidade amostral (Kranz, 1988), fadiga e dificuldade de concentração na tarefa (Shokes et al., 1987).

A proposta de estabelecer um sistema padronizado para orientar a avaliação da severidade de determinada doença é de grande responsabilidade, pois, caso o sistema seja deficiente, o custo de sua utilização pode ser maior do que os benefícios alcançados com seu uso (Leite & Amorim, 2002). No entanto, a padronização é altamente desejável, pois a uniformização da metodologia de avaliação de doenças permite comparações entre os resultados obtidos em diferentes instituições e localidades (Bergamin Filho & Amorim, 1996).

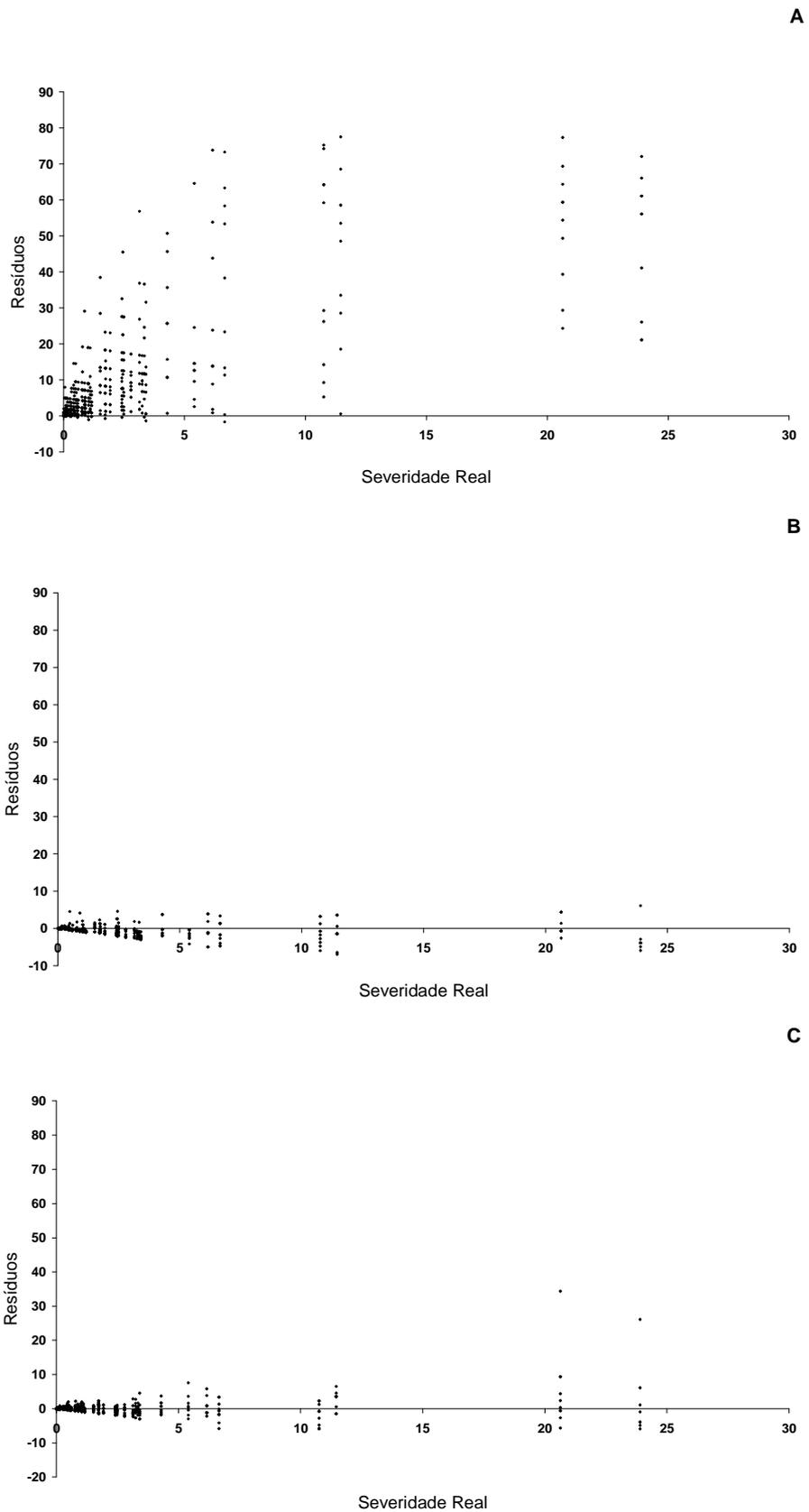


Figura 2. Resíduos (severidade estimada menos severidade real) das estimativas da pinta-preta do mamoeiro realizadas sem o auxílio da escala diagramática (A) e com a escala diagramática na primeira (B) e segunda (C) avaliação.

A escala diagramática proposta para avaliação da severidade de pinta-preta em frutos de mamoeiro mostrou ser de fácil utilização, capaz de fornecer uma rápida estimativa da doença, aplicável a uma ampla gama de situações e proporcionar boa acurácia e precisão das estimativas, podendo ser utilizada em levantamentos de campo, estudos de progresso e disseminação da doença, bem como resistência quantitativa de germoplasmas de mamoeiro, bem como em estudos de controle da doença nos frutos em pré e pós-colheita.

### 3.4.6. CONCLUSÃO

O valor máximo de severidade de pinta-preta nos frutos foi de 23,9% de área lesionada na face exposta dos frutos. E, baseando-se na lei de Weber-Fechner de acuidade visual, bem como na forma, distribuição e freqüência das lesões, foi confeccionada uma escala diagramática com oito níveis de severidade de pinta-preta em fruto de mamoeiro representando os valores de 0,1; 0,3; 0,6; 1,2; 2,5; 5,0; 10,0 e 20,0% de área lesionada.

O uso da escala diagramática propiciou melhorias significativas nos níveis de acurácia e precisão das mensurações, confirmando a importância da utilização de escalas diagramáticas para “calibrar” o sistema visual do avaliador, podendo ser utilizada em levantamentos de campo, estudos de progresso e disseminação da doença, bem como resistência quantitativa de germoplasmas de mamoeiro.

### 3.4.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, G.C.G., Alfenas, A.C., Mafia, R.G., Maffia, L.A., Gonçalves, R.C. (2005) Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha foliar do eucalipto causada por *Quambalaria eucalypti*. *Fitopatologia Brasileira* 30:504-509.

Bergamin Filho, A., Amorim, L. (1996) *Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico*. São Paulo: Agronômica Ceres.

Campbell, C.L., Madden, L.V. (1990) *Introduction to plant disease epidemiology*. New York: John Wiley.

Díaz, C.G., Bassanezi, R.B., Bergamin Filho, A. (2001) Desenvolvimento e validação de uma escala diagramática para *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* em feijoeiro. *Summa Phytopathologica*, 27:35-39.

Gomes, A.M.A., Michereff, S.J., Mariano, R.L.R. (2004) Elaboração e validação de escala diagramática para cercosporiose da alface. *Summa Phytopathologica*, 30:39-43.

Horsfall, J.G., Cowling, E.B. (1978) Pathometry: the measurement of plant disease. In: Horsfall, J.G., Cowling, E.B. (Eds.) *Plant disease: An advanced treatise – how disease develops in populations*. New York: Academic Press, pp.119-136.

Kranz, J. (1998) Measuring plant disease. In: Kranz, J., Rotem, J. (Eds.) *Experimental techniques in plant disease epidemiology*. Heidelberg: Springer-Verlag, pp.35-50.

Leite, R.M.V.B.C., Amorim, L. (2002) Elaboração e validação de escala diagramática para mancha de *Alternaria* em girassol. *Summa Phytopathologica*, 28:14-19.

Liberato, J. R., Zambolim, L. (2002) Controle de doenças causadas por fungos, bactérias e nematóides em mamoeiro. In: Zambolim, L.; Vale, F. X. R. do; Monteiro, A. J. A., Costa, H. (Eds). *Controle de doenças de plantas: Fruteiras*. Viçosa. MG. pp.1023-1169.

Martelleto, L.A.P., Ribeiro, R.L.D., Sudo-Martelleto, M., Silva, A.C. (2007) Estudo envolvendo diferentes tipos de ambiente de cultivo do mamoeiro e a incidência de varíola nos frutos. *Resumo do 3º Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão*, Vitória. ES. 704p.

Michereff, S.J., Maffia, L.A., Noronha, M.A. (2000) Escala diagramática para avaliação da severidade da queima das folhas do inhame. *Fitopatologia Brasileira*, 25:612-619.

Michereff, S.J., Pedrosa, R.A., Noronha, M.A., Martins, R.B., Silva, F.V. (1998) Escala diagramática e tamanho de amostras para avaliação da severidade da mancha parda da mandioca (*Cercosporidium henningsii*). *Agrotrópica* 10:143-148.

Nascimento, A.R.P., Michereff, S.J., Mariano, R.L.R., Gomes, A.M.A. (2005) Elaboração e validação de escala diagramática para cancro bacteriano da videira. *Summa Phytopathologica*, 31:59-64.

Nita, M., Ellis, M.A., Madden, L.V. (2003) Reliability and accuracy of visual estimation of Phomopsis leaf blight of strawberry. *Phytopathology*, 93:995-1005.

Nutter Jr., F.W., Gleason, M.L., Jenco, J.H., Christians, N.C. (1993) Assessing the accuracy, intra-rater repeatability, and inter-rater reliability of disease assessment systems. *Phytopathology*, 83:806-812.

Paul, P.A., Vale, F.X.R., Zambolim, L., Fontes, P.C.R., Coelho, R.R., Macabeu, A. J. (2004) Epidemiologia Comparativa da Pinta-preta do Tomateiro sob Quatro Regimes de Pulverização. *Fitopatologia Brasileira*. 29:475-479.

Rezende, J.A.M., Francelli M.I. (1997) Doenças do mamoeiro. In: Kimati, H., Amorim, L., Bergamim Filho, A., Camargo, L.E.A., Rezende, J.A.M. (Eds). *Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, pp.486-496.

Rodrigues, J.C., Nogueira, L.N., Machado, M.A. (2002) Elaboração e validação de escala diagramática para leprose dos citros. *Summa Phytopathologica*, 28:192-196.

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. (2007) Monitoramento e controle da pinta preta do mamoeiro. *Resumos do 3º Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão*, Vitória. ES. 704p.

Shaw, M.W., Royle, D.J. (1989) Estimation and validation of a function describing the rate at which *Mycosphaerella graminicola* causes yield in winter wheat. *Annals of Applied Biology*, 115:425-442.

Shokes, F.M., Berger, R.D., Smith, D.H., Rasp, J.M. (1987) Reliability of disease assessment procedures: a case study with late leafspot of peanut. *Oléagineux* 42:245-251.

Spósito, M.B., Amorim, L., Belasque Junior, J., Bassanezi, R.B., Aquino, R. (2004) Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da mancha preta em frutos cítricos. *Fitopatologia Brasileira*, 29:81-85.

Tovar-Soto, A., Hernandez-Martínez, M., Cristóbal-Alejo, J., Romero-Hijo, R., Mora-Aguilera, G. (2002) Escala logarítmica diagramática de severidade de la mancha negra (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) en Chirimoyo (*Annona cherimola* Mill). *Revista Mexicana de Fitopatologia*, 20:103-109.

Vale, F.X.R., Fernandes Filho, E.I., Liberato, J.R. (2003) QUANT. A software plant disease severity assessment. *8th International Congress of Plant Pathology*, Christchurch New Zealand, p.105.

Ventura, J.A., Costa, H., Tatagiba, J.S. (2004) Papaya diseases and integrated control. In: Naqvi, S.A.M.H. (ed.). *Diseases of fruits and vegetables: Diagnosis and management*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. pp.201-268.

Villela, A.L.G., Freitas, L.S., Moura, C.A. (2007) Eficácia de produtos fungicidas para o controle de pinta preta *Asperisporium caricae* do mamoeiro *Carica papaya* (L.). *Resumo do 3º Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão*. Vitória. ES. 704p.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÃO GERAL

Este trabalho teve por objetivo a avaliação de genótipos (germoplasma e híbridos) de mamoeiro quanto à resistência à mancha-chocolate [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc] em fruto, pinta-preta [*Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl.] em folhas e frutos, mancha-de-phoma em folhas [*Phoma caricae-papayae* (Tarr) Punith], e, oídio [*Oidium caricae* Noack; *Phyllactinia caricaefolia* Viégas; *Streptopodium caricae* Liberato & R.W. Barreto) em folhas. Com base nos resultados é possível concluir que há variabilidade genética para as características estudadas, entre os materiais presentes na coleção de Germoplasma da UENF/CALIMAN, localizado em Linhares/ES.

Em condições de campo, os materiais que tiveram as menores médias de doença foram: a) Maradol (Mexicano), Maradol (grande limão), Baixinho de Santa Amália, Caliman AM e Tailândia, para oídio; b) Maradol (Mexicano), Maradol (grande limão), Americano, Tailândia, Baixinho de Santa Amália, JS 12, Waimanalo Sekati, Papaya 46 (claro) e SH III 15-04, para mancha-de-phoma; c) STZ 03 (pecíolo curto), SH III 15-04, Golden (tipo formosa), Maradol (grande limão), Sunrise Solo (progenitor Tainung), Mamão Bené, SH III 12-07, Baixinho Super, Fruto Médio Verde, JS 12, Tainung, Baixinho da Santa Amália, Waimanalo, Tailândia, Maradol (Mexicano), Kaphoro Solo (polpa amarela) e caliman M5, para pinta-preta; e, d) Papaya 46 (claro), Papaya 45 (formosa), Americano, Baixinho Super, Maradol (grande limão), Maradol (Mexicano),

Tailândia, Baixinho de Santa Amália e Kaphoro Solo (polpa amarela), para mancha-chocolate.

Na análise dos híbridos é possível identificar como cada material se comporta como doadores de alelos favoráveis quando em cruzamento, resultando em híbridos com as menores médias de incidência e severidade de doenças fúngicas. Neste sentido além dos genótipos Americano, Waimanalo, pode-se apontar os materiais Sunrise Solo 72/12, Sekati, JS 12, Caliman M5, Sunrise Solo, Maradol (Mexicano), Maradol (grande limão), Tailândia, Calimosa, Caliman AM e Caliman G.

Em ensaio sob telado no “campus” Leonel Brizola, considerando os valores médios de área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD) para índice de pinta-preta, o genótipo STZ 03 apresentou a menor média. Já para AACPD da incidência de mancha-de-phoma, os genótipos STZ 03, Tailândia, SH III 15-04 e Mamão Bené, foram os que apresentaram as menores médias.

Com as estimativas dos parâmetros genéticos pode-se constatar que há uma situação favorável ao melhoramento para redução da Mancha-de-Phoma, uma vez que as estimativas de parâmetros ligados a essa característica, estimados para os genótipos, apresentam os maiores valores de variância genética, herdabilidade, e índice de variação maiores ou próximos da unidade, principalmente na segunda época. Mesmo fato sendo observado nos híbridos, onde a herdabilidade atingiu 69,42% e o índice de variação de 1,06%.

Já os parâmetros estimados para Pinta-preta nos híbridos, contrastam com os obtidos nos genótipos. Evidenciando assim, a grande possibilidade de identificação de combinações híbridas desejáveis, uma vez que tais parâmetros apresentam os maiores valores de variância genética, herdabilidade, e índices de variação maiores ou próximos da unidade. Isso mostra uma situação favorável ao melhoramento dessa característica no mamoeiro, por meio de hibridações.

Pode-se constatar também que heterose e heterobeltiose é um efeito comum em híbridos de mamoeiro, ocorrendo em todas as características avaliadas principalmente em SPP e SMP. O híbrido ‘Americano’ x ‘Waimanalo’ se destacou em todas as características avaliadas. Considerando as características SPP, SMP, PPF e MCF, podem-se eleger os genótipos ‘Americano’, ‘Sekati’, ‘Sunrise Solo 72/12’, ‘Maradol (Mexicano)’, ‘Caliman SG’, ‘Caliman AM’, ‘Taiwan

et', 'Calimosa' e Waimanalo' como portadores de alelos favoráveis quanto à resistência a doenças em estudos.

Os melhores híbridos, para o testador Americano, ocorreram com Waimanalo, Baixinho de Santa Amália e São Mateus. Já os híbridos provenientes do testador Maradol (Mexicano), destaca-se o híbrido Maradol (Mexicano) x JS 12, que apresentou os menores valores de CEC para a maioria das características. As menores CEC envolvendo o testador Sekati, ocorreram com Caliman G e JS 12, que apresentaram valores negativos de CEC para seis das sete características avaliadas. Quanto ao testador JS 12, o híbrido JS 12 x Sunrise Solo destaca-se por apresentar valores de CEC para todas as características avaliadas. Outros genótipos, tais como Kaphoro Solo (polpa amarela) e Maradol (Mexicano), também se destacam por apresentarem valores negativos de CEC para a maioria das características. Com o testador Sunrise Solo 72/12, o híbrido que mais se destacou foi Sunrise Solo 72/12 x Maradol (Mexicano), apresentando os menores valores de CEC para a maioria das características avaliadas.

Outro ponto observado é o valor do coeficiente de variação experimental, sendo encontrados os valores mais elevados para caracteres Mancha-Chocolate (MCF) e Pinta-preta (PPF) em fruto, o que evidência a necessidade de desenvolvimento de metodologias mais acuradas e precisas para avaliação destas doenças em frutos de mamoeiro.

Neste trabalho, propôs-se ainda, o desenvolvimento e a validação de uma escala diagramática para a avaliação da severidade de Pinta-preta em frutos de mamoeiro. Como resultado, foi possível concluir que o uso da escala diagramática propiciou melhorias significativas nos níveis de acurácia e precisão das mensurações, confirmando a importância da utilização de escalas diagramáticas para "calibrar" as estimativas dos avaliadores.

A escala diagramática proposta para avaliação da pinta-preta em frutos de mamoeiro mostrou ser de fácil utilização, capaz de fornecer uma rápida estimativa da doença, e poderá ser testada para uma ampla gama de situações. Há possibilidade da escala desenvolvida prestar-se para levantamentos de campo, estudos de progresso e disseminação da doença, resistência quantitativa de germoplasmas de mamoeiro, bem como em estudos de controle da doença nos frutos em pré e pós-colheita.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allard, R.W. (1974) *Princípios do melhoramento genético das plantas*. Rio de Janeiro: USAID, Edgard Blucher, 381p.
- Alvarez, A., Nishijima, W.T. (1987) Post-harvest diseases of papaya. *Plant Disease* 71: 681-686.
- Amaro, A.A., Sachs, R.C.C., Silva, P.R. (2009) Relações de preços na comercialização de mamão em São Paulo. *Informações Econômicas*, 39(1):60-67.
- Andrade, E.M., Uesugi, C.H., Ueno, B., Ferreira, M.A.S.V. (2007) Caracterização morfofocultural e molecular de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* patogênicos ao mamoeiro. *Fitopatologia Brasileira* 32: 021-031.
- Andrade, G.C.G., Alfenas, A.C., Mafia, R.G., Maffia, L.A., Gonçalves, R.C. (2005) Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha foliar do eucalipto causada por *Quambalaria eucalypti*. *Fitopatologia Brasileira* 30:504-509.
- Andrade, V.M.M. (1980) O Mamoeiro, taxonomia e morfologia. In: *Anais do Simpósio Brasileiro Sobre a Cultura do mamoeiro, 1*, Jaboticabal, SP. UNESP, p. 61-67.
- Badillo, M.V. (2002) *Carica* L. VS. *Vasconcella* St. Hil. (Caricaceae) com La rehabilitacion deste ultimo. *Ernstia*, 10:70-72.
- Badillo, V.M. (1971) Monografia de la familie Caricaceae. Asociación de Profesores, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela.
- Balbino, J.M.S. (1997) *Efeitos de hidrotermia, refrigeração e ethephon na qualidade pós-colheita do mamão (Carica papaya L.)*. Tese (Doutorado em Agronomia), Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 104p.

- Barelli, M.A.A., Gonçalves-Vidigal, M.C., Amaral Júnior, A.T., Vidigal Filho, P.S., Scapim, C.A. (1998) Heterose relativa em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Scientiarum*, 20:257-262.
- Bergamin Filho, A., Amorim, L. (1996) *Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico*. São Paulo: Agronômica Ceres.
- Borém, A. (2001) *Melhoramento de Plantas*. 3ª ed. Ed. Viçosa: UFV, 500p.
- Borém, A., Miranda, G.V. (2005) *Melhoramento de Plantas*. Editora UFV, Viçosa, 525p.
- Campbell, C. L., Madden, L.V. (1990) *Introduction to plant disease epidemiology*. John Wiley & Sons. New York. 532 p.
- Cattaneo, Laércio Francisco. (2001) *Avaliação da divergência genética e análise de gerações em mamoeiro (Carica papaya L.)*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 95p.
- Cruz, C.D. (2006) *Programa Genes, biometria*. Viçosa, Editora UFV, 377p.
- Cruz, C.D., Carneiro, P.C.S. (2003) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas, 2*. UFV. Viçosa, MG. 585p.
- Cruz, C.D., Regazzi, A.J. (1997) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*, Viçosa, Editora UFV, 390p.
- Cruz, C.D., Regazzi, A.J., Carneiro, P.C.S. (2004) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas, 1*. UFV. Viçosa, MG. 480p.
- Dantas, J.L.L., Dantas, A.C.V.L., Lima, J.F. (2002) Mamoeiro, in: Bruckner, *Melhoramento de fruteiras tropicais*. UFV. Viçosa, MG. p.309-349.
- Dantas, J.L.L., Lima, J.F. (2001) Seleção e recomendação de variedades de mamoeiro – avaliação de linhagens e híbridos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 23(3):617-621.
- 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(5): 419-423.
- Díaz, C.G., Bassanezi, R.B., Bergamin Filho, A. (2001) Desenvolvimento e validação de uma escala diagramática para *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* em feijoeiro. *Summa Phytopathologica*, 27:35-39.
- Dickman, M.B. (1994) Antracnose In: Ploetz, R.C., Zentmyer, G.A.; Nishijima, W.T., Rohrbach, K.G., Ohr H.D. (Eds.) *Compendium of tropical fruit diseases*. Saint Paul MN. APS Press. p. 58-59.

Elder, R.J., Macleod, W.N.B., Bell, K.L., Tyas, J.A., Gillespie, R.L. (2000). Growth, yield and phenology of 2 hybrid papayas (*Carica papaya* L.) as influenced by method of water application. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 40:739-746.

Ellis, M.B. (1971) *Dematiaceus hyphomycetes*. Commonwealth Micological Institute. Kew Surrey, England. p.273-274.

Euclides, R.F. (1983) Sistema para análises estatísticas e genéticas (SAEG). Divisão de pesquisa e desenvolvimento/CPD, UFV, Viçosa.

Falconer, D.S. (1987) *Introdução à genética quantitativa*. Editora UFV, Viçosa, 279p.

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.

Gayet, J.P., Bleinroth, E.W., Matallo, M., Garcia, E.E.C., Garcia, A. E., Ardito, E.F.G., Bordin, M.R. (1995) Mamão para exportação: Procedimentos de colheita e pós-colheita. *Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, Secretaria de Desenvolvimento Rural, Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças e Plantas Ornamentais*. EMBRAPA-SPI.

Giacometti, D.C, Ferreira. (1988) Melhoramento genético do mamão no Brasil e Perspectivas. In: Rugiero, C, (Ed.). *Mamão*. Jaboticabal, SP, p.377-388.

Gomes, A.M.A., Michereff, S.J., Mariano, R.L.R. (2004) Elaboração e validação de escala diagramática para cercosporiose da alface. *Summa Phytopathologica*, 30:39-43.

Hallauer, A.R., Lopez-Perez., E. (1979) Comparisons among testers for evaluating lines corn. *Thirty-four Annual corn and sorghum research conference*. p.57-75.

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

Holfmayer, J.D.J. (1938) Genetical studies of *Carica papaya* L. *Africa dept Agric for Science*, South Africa, Bulletin 187:1-64.

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.

Horsfall, J.G., Cowling, E.B. (1978) Pathometry: the measurement of plant disease. In: Horsfall, J.G., Cowling, E.B. (Eds.) *Plant disease: An advanced treatise – how disease develops in populations*. New York: Academic Press, pp.119-136.

Hunter, J.E., Buddenhagen, I. (1972) Incidence, epidemiology, and control of fruit disease of papaya in Hawaii. *Trop. Agric.* 49:61-72

IBGE (2008) – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2008) Produção Agrícola Municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> . Acesso em 5 março de 2008.

IBPIGRI - International Board for Plant Genetic Resources (1988) *Descriptors for Papaya*, Roma/Italy. 31p.

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.

Joly, A.B. (1993) Família Caricaceae. In: *Botânica: Introdução à taxonomia vegetal*, 11 ed.. São Paulo: Editora Nacional; 490p.

Kranz, J. (1998) Measuring plant disease. In: Kranz, J., Rotem, J. (Eds.) *Experimental techniques in plant disease epidemiology*. Heidelberg: Springer-Verlag, pp.35-50.

Leite, R.M.V.B.C., Amorim, L. (2002) Elaboração e validação de escala diagramática para mancha de *Alternaria* em girassol. *Summa Phytopathologica*, 28:14-19.

Liberato, J.R., McTaggart, A.R., Shivas, R.G. (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>.

Liberato, J.R. (2006) papaya powdery mildew (*Oidium caricae* ) Pest and Diseases Image Library. Updated on 3/24/2006 3:35:36 PM. Available online: <http://www.padil.gov.au>.

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., 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. Epamig, Belo Horizonte, MG *Informe Agropecuário*, 12(134):14-18.

Madrigal, L., Ortiz, A.N., Cooke, R.D., Fernandez, R.H. (1980) The dependence of crude papain yields on different collection ('Tapping') procedures for papaya latex. *J Sci Food Agric* 31:279-285.

Manica, I. (1982) *Fruticultura tropical: 3. Mamão*. São Paulo: Agronômica Ceres, 276p.

Marin, S.L.D. (2001) Tese (Doutorado em Produção Vegetal) *Melhoramento genético do mamoeiro (Carica papaya L.): Habilidade combinatória de genótipos dos grupos 'Solo' e 'Formosa'*. Tese de Doutorado. UENF. Campos dos Goytacazes/RJ.

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.

Martelleto, L.A.P., Ribeiro, R.L.D., Sudo-Martelleto, M., Silva, A.C. (2007) Estudo envolvendo diferentes tipos de ambiente de cultivo do mamoeiro e a incidência de varíola nos frutos. *Resumo do 3º Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão*, Vitória. ES. 704p.

Mattos, J.K.A., Fonseca, J.N.L., Takatsu, A., Fontes, A.C.A. (1974) Ascochytose do Mamoeiro: observações acerca de sua ocorrência no Distrito Federal. *Cerrado*. 25:18-19.

Mekako, H.U., Nakasone, H.Y. (1975) Inter-specific hybridization among 6 *Carica* species. *The Journal American Society for Horticultural Science*, 100:237-242.

Michereff, S.J., Maffia, L.A., Noronha, M.A. (2000) Escala diagramática para avaliação da severidade da queima das folhas do inhame. *Fitopatologia Brasileira*, 25:612-619.

Michereff, S.J., Pedrosa, R.A., Noronha, M.A., Martins, R.B., Silva, F.V. (1998) Escala diagramática e tamanho de amostras para avaliação da severidade da mancha parda da mandioca (*Cercosporidium henningsii*). *Agrotrópica* 10:143-148.

Morton, J.F. 1987. Papaya. In: Morton, J.F. *Fruits of Warm Climates*, Miami, Florida. p.336–346.

Nakasone, H.Y. (1994) Part V: Papaya. In: Ploetz, R.C., Zentmyer, G.A., Nishijima, W.T., Rohrbach, K.G., Ohr, H.D. (Eds.) *Compendium of tropical fruit diseases*. St. Pal.: APS Press. p.56-57.

Nakasone, H.Y., Paull, R.E. (1998) Tropical fruits. *Crop production Science in Horticulture*. New York: *Cab International*, 445p.

- Nascimento, A.R.P., Michereff, S.J., Mariano, R.L.R., Gomes, A.M.A. (2005) Elaboração e validação de escala diagramática para cancro bacteriano da videira. *Summa Phytopathologica*, 31:59-64.
- Nishijima, W.T. (1999) Diseases of papaya (*Carica papaya* L.). The American Phytopathological Society. Acesso em: 16 de maio de 1999. Disponível em: <http://www.scisoc.org/resource/common/names/papaya.htm>
- Nita, M., Ellis, M.A., Madden, L.V. (2003) Reliability and accuracy of visual estimation of Phomopsis leaf blight of strawberry. *Phytopathology*, 93:995-1005.
- Nutter Jr., F.W., Gleason, M.L., Jenco, J.H., Christians, N.C. (1993) Assessing the accuracy, intra-rater repeatability, and inter-rater reliability of disease assessment systems. *Phytopathology*, 83:806-812.
- Oliveira, A.A.R., Barbosa, C.J., Santos Filho, H.P., Meissner Filho, P.E. (2000) Mamão Produção: Aspectos Técnicos. Embrapa Mandioca Fruticultura. Cruz das Almas, BA. – Brasília: *Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia*. Brasília.
- Oliveira, A.A.R., Santos Filho, H.P. (2006) Mamão em foco: Mancha Chocolate. Cruz das Almas, BA: *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*. Número 24.
- 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.
- 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.
- Paul, P.A., Vale, F.X.R., Zambolim, L., Fontes, P.C R., Coelho, R.R., Macabeu, A. J. (2004) Epidemiologia Comparativa da Pinta-preta do Tomateiro sob Quatro Regimes de Pulverização. *Fitopatologia Brasileira*. 29:475-479.
- Pimentel-Gomes, F., Garcia. (2002) *Estatística aplicada a experimentos agrônomicos e florestais: exposição com exemplo de usos de aplicativos*. Piracicaba/SP: FEALQ. 309p.
- 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. (1988) Ocorrência de *Ovulariopsis papayae* Bijl em folhas de mamoeiro. *Bragantia* 47:78-82.

Rodrigues, J.C., Nogueira, L.N., Machado, M.A. (2002) Elaboração e validação de escala diagramática para leprose dos citros. *Summa Phytopathologica*, 28:192-196.

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 goudotiana*. *Fitopatologia Brasileira*, 16:121-129.

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. (2007) Monitoramento e controle da pinta preta do mamoeiro. *Resumos do 3º Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão*, Vitória. ES. 704p.

Santos, M.C., Barreto, M. (2003) Estudo epidemiológico da varíola do mamoeiro em cultivares submetidos a tratamento com fungicidas. *Summa Phytopathologica*, 29(2):141-146.

SAS Institute INC. (1992) Statistical Analysis System. Release 6.12 (Software). Cary, 1992.

SBTR (2006) - Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Informações sobre exportação de frutos. Disponível em: <<http:sbrt.ibict.br/upload/sbrt2085.pdf>> Acesso em 14 de junho de 2006.

Shaw, M.W., Royle, D.J. (1989) Estimation and validation of a function describing the rate at which *Mycosphaerella graminicola* causes yield in winter wheat. *Annals of Applied Biology*, 115:425-442.

Shokes, F.M., Berger, R.D., Smith, D.H., Rasp, J.M. (1987) Reliability of disease assessment procedures: a case study with late leafspot of peanut. *Oléagineux* 42:245-251.

Silva e Santos Filho, 1993.

Silva, F.F., Pereira, M.G., Damasceno Júnior, P.C., Daher, R.C., Pereira, T.N.S., 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.

Silva, F.F., Pereira, M.G., Ramos, H.C.C., Damasceno Júnior P.C., Pereira, T.N.S., Ide, C.D. (2008) Genotypic correlations of morphoagronomic traits in papaya and implications for genetic breeding. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 7:345-352.

Silva, F.F., Pereira, M.G., Ramos, H.C.C., Damasceno Júnior, P.C., Pereira, T.N.S., Viana, A.P., Daher, R.F., Ferregueti, G.A (2008a) Estimation of genetic parameters related to morphoagronomic and fruit quality traits of papaya. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 8:65-73.

- Silva, F.S. (2006) Tese (Doutorado em Produção vegetal. *Melhoramento genético do mamoeiro (Carica papaya L.) pelo método convencional e molecular*. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF. Campos dos Goytacazes/RJ. 156p.
- Silva, S., Tassara, H. (1996). *Frutas do Brasil*, Empresa das Artes, São Paulo/SP. 230p.
- Simão, S. (1998) *Tratado de fruticultura*. Piracicaba: FEALQ. 760p.
- Singh, I.D. 1990. *Papaya*. Oxford and IBH Publishing, New Delhi. 224 pp.
- Spósito, M.B., Amorim, L., Belasque Junior, J., Bassanezi, R.B., Aquino, R. (2004) Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da mancha preta em frutos cítricos. *Fitopatologia Brasileira*, 29:81-85.
- Storey, W.B. (1941) The botany and sex relationship of the papaya. Honolulu: Hawaii Agricultural Experiment station. *Papaya production in the hawaii Island*. p.5-22.
- Storey, W.B. (1953) Genetics of papaya, *Journal of Heredity*, 44:70-78.
- Suzuki, M.S., Zambolim, L., Liberato, J.R. (2007) Progresso de doenças fúngicas e correlações com variáveis climáticas em mamoeiro. *Summa Phytopathologica*, 23(2):167-177.
- Terra, C.E.P.S.; Vivas, M.; Melo, C.S.; Silveira, S.F. & Pereira, M.G. (2008a). Elaboração de validação de escala diagramática para avaliação da severidade da pinta preta (*Asperisporium caricae*) em folhas de mamoeiro. *Anais do XX Congresso Brasileiro de Fruticultura*, Vitória, ES.
- Terra, C.E.P.S.; Vivas, M.; Melo, C.S.; Silveira, S.F. & Pereira, M.G. (2008b) Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da podridão preta (*Phoma caricae papayae*) em folhas de mamoeiro (*Carica papaya*). *Anais do XX Congresso Brasileiro de Fruticultura*, Vitória, ES.
- Terra, C.E.P.S.; Vivas, M.; Silveira, S.F.; Tatagiba, J.; Pereira, M.G. & Suzuki, M.S. (2008c) Avaliação de indutores de resistência no controle da pinta-preta (*Asperisporium caricae*) em genótipos de mamoeiro (*Carica papaya*). *Livros de Resumos da 54th Annual Meeting of the International Society for Tropical Horticulture*, Vitória, ES, p.59.
- Tovar-Soto, A., Hernandez-Martínez, M., Cristóbal-Alejo, J., Romero-Hijo, R., Mora-Aguilera, G. (2002) Escala logarítmica diagramática de severidade de la mancha negra (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) en Chirimoyo (*Annona cherimola* Mill). *Revista Mexicana de Fitopatologia*, 20:103-109.
- Ueno, B., Ferreira, M.A.S.V., Uesugi, C.H. (2001) Levantamento das principais doenças do mamoeiro (*Carica papaya* L.) na região de Barreiras, BA. *Fitopatologia Brasileira* 26:386. (Resumo)

Vale, F.X.R., Fernandes Filho, E.I., Liberato, J.R. (2003) QUANT. A software plant disease severity assessment. *8th International Congress of Plant Pathology*, Christchurch New Zealand, p.105.

Vencovsky, R., Barriga, P. (1992) *Genética biométrica no fitomelhoramento*, Ribeirão Preto, Revista Brasileira de Genética, 469p.

Ventura, J.A., Balbino, J.M.S. (1995) Resistência do agente etiológico da antracnose do mamoeiro ao benomyl, no Estado do Espírito Santo. *Fitopatologia Brasileira* 20:308. (Resumo).

Ventura, J.A., Costa, H., Tatagiba, J.S. (2004) Papaya diseases and integrated control. In: Naqvi, S.A.M.H. (ed.). *Diseases of fruits and vegetables: Diagnosis and management*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. pp.201-268.

Viégas, A.P. (1944) Alguns fungos do Brasil II. Ascomicetos. *Bragantia* 4:5-392.

Villela, A.L.G., Freitas, L.S., Moura, C.A. (2007) Eficácia de produtos fungicidas para o controle de pinta preta *Asperisporium caricae* do mamoeiro *Carica papaya* (L.). *Resumo do 3º Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão*. Vitória. ES. 704p.