

# MANCHA FISIOLÓGICA DO MAMÃO: UMA PERSPECTIVA DE OBTENÇÃO DE MATERIAL GENÉTICO TOLERANTE<sup>1</sup>

JURANDI GONÇALVES DE OLIVEIRA<sup>2</sup>, MESSIAS GONZAGA PEREIRA<sup>2</sup>, LUIZ AURÉLIO PERES MARTELLETO<sup>3</sup>, CARLOS DAVID IDE<sup>3</sup>

**RESUMO** - A ocorrência do distúrbio fisiológico conhecido como “Mancha Fisiológica do Mamão” (MFM) tem comprometido a qualidade do mamão (*Carica papaya* L.) produzido no Brasil. A obtenção de material genético tolerante à MFM faz parte das estratégias de ação de médio a longo prazo para minimizar os prejuízos decorrentes da ocorrência desse distúrbio. No presente trabalho, buscou-se avaliar a tolerância de vinte e dois híbridos de mamão à ocorrência da MFM, na região norte do Estado do Rio de Janeiro. Os frutos foram colhidos de um ensaio de competição instalado na Estação Experimental da PESAGRO-Rio, no município de Macaé-RJ. O ensaio consistiu de quatro repetições, num delineamento em blocos ao acaso, sendo que cada parcela foi constituída de oito plantas. Os dados foram submetidos a uma análise de variância e teste de média. Efetuou-se, inicialmente, uma análise conjunta, envolvendo os dois estádios de maturação avaliados – verde-maduro e  $\frac{3}{4}$  maduro; considerando a significância da interação Estádio x Genótipo, procedeu-se a uma análise específica, por estágio de desenvolvimento do fruto. Em função da análise de variância, também, foi calculado o coeficiente de determinação genotípica ( $H^2$ ) para o caráter em estudo, o qual demonstrou que a avaliação do nível de severidade da MFM, no estágio  $\frac{3}{4}$  maduro, caracteriza melhor as diferenças genotípicas. Com base nesses resultados, inferimos que há uma expressiva variabilidade genética, para o caráter MFM, dentre os genótipos avaliados. Isto sugere um bom potencial em se obter, através do melhoramento genético, material vegetal (híbridos e variedades) com maior tolerância à MFM. O melhoramento genético associado ao manejo do ambiente poderá permitir o cultivo do mamoeiro sem as limitações advindas da ocorrência da MFM.

**Termos de Indexação:** estágio de maturação, laticíferos, melhoramento do mamoeiro, variabilidade genotípica.

## SKIN FRECKLE ON PAPAYA FRUIT. A PERSPECTIVE OF OBTAINING TOLERANT GENOTYPES

**ABSTRACT** – The occurrence of the physiological disturbance known as “Skin Freckle on Papaya” (MFM) has reduced the quality of papaya (*C. papaya* L.) cultivated in Brazil. The acquisition of genetic material tolerant to MFM is a very good strategy to overcome or at least to decrease the negative effects of such disturbance. In this present work, 22 papaya genotypes were evaluated in relation to the MFM, in the Northern region of Rio de Janeiro State. The fruits were collected from a field testing installed in an Experimental Station of PESAGRO-Rio, in the municipality of Macaé. The experiment consisted of a randomized complete block design with four replications, with eight individual plants per plot. The data were submitted to the analysis of variance and to the mean comparison test. Firstly it was conducted a combined analysis involving the two ripening stages – green-mature and  $\frac{3}{4}$  mature. As the genotype by ripening stage was significant, each individual ripening stage was analyzed. Based on the ANOVA, the genotypic determination index ( $H^2$ ) for the trait MFM was estimated, which demonstrated that the evaluation on the second stage ( $\frac{3}{4}$  mature) shows higher value (67.85%) than in the green-mature stage (28.95%). Thus, in such stage there is a better differentiation among genotypes. Based on such results, it may be stated that there is expressive genetic variability among the evaluated genotypes, for this trait. So, there is a positive perspective of obtaining better genotypes – hybrids and varieties - in terms of tolerance to MFM via breeding programs. Considering the strategy of breeding procedures, associated to adjustment of cultural practices, it represents new possibilities of growing papaya without the limitations caused by the MFM.

**Index Terms:** maturity stages, laticifer, papaya breeding, genotypic variability.

## INTRODUÇÃO

O mamoeiro é bastante cultivado em países da América Tropical, possivelmente seu centro de origem (Dantas & Lima, 2001), onde encontra condições climáticas excelentes para seu crescimento e desenvolvimento. O Brasil, maior produtor mundial, responde atualmente por cerca de 30% da produção global e, apesar dessa participação expressiva no mercado, ainda está aquém de sua potencialidade (Simão, 1998).

A qualidade do mamão em certas regiões do País, como sudeste da Bahia, norte do Espírito Santo e, inclusive, nas regiões norte e noroeste do Estado do Rio de Janeiro, tem sido severamente comprometida pela ocorrência do distúrbio fisiológico conhecido como “Mancha Fisiológica do Mamoeiro”. Embora o mercado interno ainda não seja tão exigente quanto à qualidade do fruto, já existe a preocupação de se melhorar a classificação e a padronização do fruto comercializado, uma vez que a MFM pode restringir a exportação desses frutos *in natura* e diminuir a remuneração no mercado interno.

A MFM é um distúrbio de origem abiótica (Liberato & Zambolim, 2002) verificada em maior intensidade na face do fruto exposta à radiação solar direta (Ueno et al., 2002). Sua causa ainda não foi bem esclarecida apesar de ter sido relatada em plantios comerciais desde a

década de 60 (Ishii & Holtzmann, 1963). De acordo com Kaiser et al. (1996), as manchas são visíveis desde frutos verdes até aqueles maduros. Em sendo um distúrbio de etiologia não associada a organismos patológicos (Chan & Toh, 1988), os fatores genéticos e do ambiente são os principais agentes desencadeadores desse distúrbio. Fatores climáticos, como índice pluviométrico e incidência de radiação, em associação a características da planta, como capacidade transpiratória e estágio de desenvolvimento dos frutos, são determinantes na ocorrência da MFM (Eloisa et al., 1994; Machado Filho, 2002). Esses mesmos autores relacionaram a ocorrência da MFM ao longo do ano, com variáveis do ambiente, o que foi observado, também, nas condições de cultivo da cultura na região norte do Estado do Rio de Janeiro (Oliveira & Silva, 2003) e oeste da Bahia (Machado Filho, 2002; Ueno et al., 2002).

A obtenção de material genético tolerante à MFM tem sido o objetivo de muitos técnicos da área de melhoramento de fruteiras, de produtores e de exportadores de mamão na última década, tendo em vista o aumento no volume dos negócios realizados no comércio exterior com essa fruta. No passado próximo, a variedade ‘Sunrise Golden’ - um exemplar do grupo Solo - foi selecionada, a partir da variedade Sunrise Solo, em áreas comerciais da região norte do Estado do Espírito Santo (Costa & Pacova, 2003), sendo vista como uma esperança na solução do problema da MFM. Infelizmente, esse material tem demonstrado, ao

<sup>1</sup> (Trabalho 195/2004). Recebido: 21/12/2004. Aceito para publicação: 06/10/2005. Apoio financeiro: FINEP, FAPERJ e PESAGRO-RIO.

<sup>2</sup> Professor Associado do Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal, CCTA, Universidade Estadual do Norte Fluminense, 28013-602, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil (e-mail: jugo@uenf.br).

<sup>3</sup> Pesquisador, PESAGRO-RIO. Estação Experimental de Macaé. Estrada Velha de Glicério, Km3, 27901-970, Macaé, RJ, Brasil. Cx Postal 119371

longo dos anos, aumento crescente na ocorrência da MFM em certos locais de cultivo associada a uma perda na sua capacidade de tolerância a esse distúrbio.

A solução para um problema como este da MFM poderá ser via alterações nas condições ambientais, como alterações de manejo, por exemplo, ou através do melhoramento genético. O melhoramento genético parece ser mais atrativo por razões óbvias. Mas, para o seu sucesso, é fundamental que se conheça aspectos relacionados à herança do caráter. Para o caso da MFM, ainda não se dispõe de tais informações. Um aspecto importante da herança é o conhecimento da herdabilidade, ou seja, qual a porção da variação da característica é devido a diferenças genéticas existentes entre genótipos distintos. Se a herdabilidade, ou o coeficiente de determinação genotípica de um caráter é elevada, implica maior sucesso nos procedimentos de seleção. Por outro lado, se a herdabilidade é baixa, o grau de correspondência entre o fenótipo e o valor genético também o é, portanto, maior atenção deve ser dedicada a estratégias de alterações ambientais na busca da solução do problema.

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em parceria com a Empresa Caliman Agrícola S.A. e PESAGRO-Rio, conduz um Programa de Melhoramento do Mamoeiro, já tendo registrado junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento nove híbridos de mamoeiro oriundos de cruzamentos entre genótipos do grupo Solo *versus* Formosa, com qualidade e produtividade superiores aos materiais Formosa em cultivo no País. Dentre as variáveis qualitativas que foram avaliadas nos híbridos do Programa, está a tolerância do material à ocorrência da MFM. O presente trabalho buscou avaliar a tolerância de vinte e dois híbridos de mamoeiro à ocorrência da MFM, na região norte do Estado do Rio de Janeiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material Vegetal e Condução das Plantas

Os frutos foram colhidos de um ensaio de competição instalado na Estação Experimental da PESAGRO-Rio, no município de Macaé-RJ. Foram utilizados frutos de mamão (*C. papaya* L.) do grupo 'Formosa' obtidos de plantas em franca produção. As plantas foram mantidas

plenamente sadias, com adubações, controle fitossanitário e irrigações, adequados para o seu estágio de desenvolvimento e capacidade de produção. As mesmas foram mantidas, no campo, sem controle de ambiente, com luz natural e manutenção da umidade do solo através de irrigações periódicas.

Os frutos foram colhidos nos estádios verde-maduro (cerca de 140 dias após antese - DAA) e  $\frac{3}{4}$  maduro (cerca de 150 DAA) e transportados para o Laboratório para a avaliação da severidade da MFM. A amostragem foi conduzida durante o mês de junho do ano de 2002.

### Avaliação da Severidade da MFM

No laboratório, os frutos foram separados de acordo com o seu estágio de maturação. Para a avaliação do nível de severidade da MFM, foi estabelecido, por critério subjetivo, uma escala de notas de 0 a 5 para a ocorrência da MFM, dependendo do seu nível de severidade: nenhuma mancha, nota 0; muito baixa ocorrência, nota 1; baixa ocorrência, nota 2; média ocorrência, nota 3; alta ocorrência, nota 4, e finalmente, a nota 5 para muito alta ocorrência da mancha.

### Análise estatística

O experimento foi realizado com quatro repetições, num delineamento em blocos ao acaso, sendo que cada parcela foi constituída de oito plantas. Para cada estágio de maturação, foi colhido um fruto por planta, amostrados em cinco plantas por parcela. Os dados foram submetidos a uma análise de variância e teste de média. Em um primeiro momento, efetuou-se uma análise conjunta envolvendo os dois estádios de avaliação. Mas, considerando a significância da interação Estádio x Genótipo, efetuou-se uma análise específica, por estágio de maturação do fruto. Também, foi calculado o coeficiente de determinação genotípica ( $H^2$ ), para o caráter severidade da MFM, em função da análise de variância, com base na média dos genótipos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram que, em frutos no estágio verde-maduro, não houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre os híbridos avaliados, em relação à incidência da MFM. Entretanto, na avaliação dos frutos no estágio  $\frac{3}{4}$  maduro, o resultado apresentou

**TABELA 1** – Valores médios para a avaliação da severidade da MFM em frutos, dos diversos genótipos, avaliados nos estádios verde-maduro e  $\frac{3}{4}$  maduro e média geral.

Genótipos	Fruto verde-maduro	Fruto $\frac{3}{4}$ maduro	Média
UC 09	0,90	2,35	1,62
UC 03	1,30	2,60	1,95
S. Bárbara x DCG440	1,67	1,87	1,77
S. Bárbara x JS11	0,95	1,90	1,42
SS783 x Califlora	1,16	-	-
BSA x DCG440	1,27	2,65	1,96
BSA x Tailândia	1,30	3,05	2,18
UC 01	1,25	2,50	1,88
SSTJ x Tailândia	1,40	2,70	2,05
SSTJ x DCG440	1,05	2,80	1,92
UC 07	0,75	3,65	2,20
UC 04	1,10	3,40	2,25
Waimanalo x Tailândia	1,50	2,90	2,20
Waimanalo x JS12	0,90	3,30	2,10
Kapoho x Tailândia	1,38	2,60	1,99
Kapoho x JS12	1,40	3,20	2,30
São Mateus x Tailândia	0,88	2,93	1,76
UC 05	1,30	2,70	2,00
SS783 x DCG440	1,00	3,35	2,18
UC 08	0,90	1,75	1,32
UC 02	1,60	2,45	2,02
SS72/12 x Tailândia	1,45	2,15	1,80
Média Geral	1,20	2,71	1,95
CV(%)	36,39	21,05	26,29
Teste F (nível de significância)	ns	0,01	0,05
DMS (t, a 5% de significância)	0,52	0,82	0,52
$H^2$ (Coef. de determinação genotípica)	28,95%	67,85%	47,63%

diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) entre os diversos materiais genéticos avaliados. Esses resultados demonstram, dessa forma, que o estágio verde-maduro dos frutos não é o mais adequado para se avaliar o nível de ocorrência da MFM, mas sim o estágio de  $\frac{3}{4}$  maduro.

As hipóteses mais consistentes em relação à origem da MFM reportam ao extravasamento do conteúdo dos laticíferos no tecido subepicárpico em função de alterações bruscas na pressão interna desses condutores de látex (Eloisa et al., 1994; Kaiser et al., 1996). O aumento na pressão interna nos laticíferos pode estar associado a fatores do ambiente, como o excesso de água no solo (Eloisa et al., 1994), baixas temperaturas ou amplitudes térmicas, diárias muito altas (Downton, 1981) ou, ainda, a alta umidade do ar (Eloisa et al., 1994). Apenas os fatores do ambiente, atuando sobre o tecido vegetal, podem não ser capazes de desencadear os sintomas da MFM. Existe também maior ou menor predisposição do tecido em função da densidade desses vasos no fruto, da estrutura da parede dos laticíferos (Da Cunha et al., 1998) e do teor de sólidos solúveis do látex (Eloisa et al., 1994). Todos esses fatores, intrínsecos ao material genético, podem modular o aumento na pressão interna nos laticíferos e, em consequência, impedir ou minimizar a ocorrência da MFM.

A resposta fisiológica do organismo vegetal está, invariavelmente, associada aos fatores do ambiente onde esse organismo está inserido. Para Rao et al. (1998), os efeitos aditivos das variáveis climáticas, sobre a produção de látex em seringueira (*Hevea brasiliensis*), estão além de um efeito individual. Ainda, de acordo com esses autores, o aumento na incidência de radiação promove aumento na temperatura da planta, o que afetaria o déficit de pressão de vapor que, por consequência, modularia, indiretamente, o movimento estomático e a atividade transpiratória que, finalmente, influenciaria na pressão de turgescência nos laticíferos e no volume de látex produzido.

É provável que, no estágio verde-maduro, os frutos não exteriorizaram os sintomas típicos da MFM; os resultados mostram que os frutos, em geral, foram capazes de suportar um possível aumento na pressão sobre as paredes dos laticíferos, independentemente do material genético e mesmo sob condições externas favoráveis a ocorrência da MFM. Possivelmente, nesse estágio, uma maior plasticidade da parede celular dos laticíferos (Da Cunha et al., 1998) tenha sido capaz de suportar um possível aumento de pressão no interior dos mesmos. Já no estágio de  $\frac{3}{4}$  maduro, o fator genético destacou-se acarretando diferenças significativas entre os híbridos na sua capacidade de modular a pressão interna nos laticíferos; com isso, certos materiais, como o híbrido UENF/CALIMAN (UC) 08, se destacaram dos demais, apresentando a menor média - 1,75 - para a severidade à MFM. Por outro lado, o híbrido UC 07 apresentou a maior média - 3,65 - na contagem da MFM no estágio  $\frac{3}{4}$  maduro, demonstrando, assim, uma variação entre os materiais genéticos analisados.

Considerando que, para o mamão, são utilizados plantas comerciais, tanto para variedades (tipo linha pura) quanto para combinações híbridas, são importantes não apenas o conhecimento dos genótipos em si, mas também seus valores genéticos. Ou seja, deve-se avaliar a capacidade dos genitores em transmitir a seus descendentes alelos favoráveis no que diz respeito ao caráter em consideração. Na presente investigação, embora não se tenha utilizado um delineamento genético específico para avaliação de capacidade combinatória dos genitores e respectivas combinações híbridas, os genótipos foram usados em distintos cruzamentos. Assim sendo, pode-se inferir sobre a capacidade geral dos genitores envolvidos na composição dos híbridos. Nesse sentido, dentre os genótipos de Formosa, o progenitor de melhor comportamento e maior tolerância à ocorrência da MFM foi o JS11. Dentre os genótipos de Solo, o progenitor de melhor comportamento foi o Santa Bárbara, seguido do SS72/12 (Tabela 2). Por conseguinte, tais genitores: JS11, Santa Bárbara e SS72/12 são indicados como preferenciais para compor cruzamentos, resultando em híbridos com menor ocorrência de MFM. Ou seja, comparativamente, estes genitores possuem maior valor genético para a minimização desta característica.

**TABELA 2** – Valores médios, por progenitor, em pelo menos duas combinações, para a severidade da MFM, avaliado no estágio  $\frac{3}{4}$  maduro.

Genótipos	Fruto $\frac{3}{4}$ maduro
<b>Solo</b>	
São Mateus	2,63
S. Bárbara	1,88
SS783	2,52
BSA	2,80
SS72/12	2,33
SSTJ	3,14
Waimanalo	3,10
Kapoho	2,90
<b>Formosa</b>	
JS11	2,41
JS12	2,88
DCG440	2,67
Tailândia	2,72

Quanto ao coeficiente de herdabilidade ( $H^2$ ), que indica a proporção da variabilidade fenotípica devido a causas genéticas, observa-se, pelos resultados (Tabela 1), que no estágio verde-maduro o coeficiente é bem inferior (28,95%) quando comparado com aquele do estágio  $\frac{3}{4}$  maduro (67,85%). Isso implica que a avaliação no segundo estágio ( $\frac{3}{4}$  maduro) caracteriza melhor as diferenças genotípicas. O valor relativamente elevado desse coeficiente indica, também, que existe expressiva variabilidade genética para este caráter, sendo, portanto, viável o melhoramento genético para minimizar os prejuízos causados pela MFM.

## CONCLUSÕES

Considerando o valor do coeficiente de determinação genotípica relativamente alto, associado ao comportamento diferenciado de alguns progenitores avaliados, com destaque para 'JS11', 'Santa Bárbara' e SS72/12', permite-se delinear estratégias de cruzamentos que possam gerar tanto combinações híbridas como variedades mais tolerantes à mancha fisiológica do mamoeiro. Com base nos resultados aqui apresentados, inferimos que há perspectivas de se obter material genético, híbridos e variedades com potencial para tolerar a MFM. Dentro dessa ótica e associado ao manejo, possível, do fator ambiente (p.ex. umidade do solo), concluímos que estarão se abrindo reais possibilidades de cultivo do mamoeiro sem as limitações advindas da ocorrência da MFM.

## REFERÊNCIAS

- CHAN, Y.K.; TOH, W.K. Resistance to papaya fruit freckles among three breeding lines and their hybrids. **MARDI Research Journal**, Malaysian, v.16, p.103-107, 1988.
- COSTA, A.F.S.; PACOVA, B.E.V. Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro. In: Martins, D.S.; Costa, A.F.S. (Ed.) **A Cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. I, Vitória: INCAPER, 2003. p.57-102.
- DA CUNHA, M.; COSTA, C.G.; MACHADO, R.D.; MIGUENS, F.C. Distribution and differentiation of the laticifer system in *Chamaesyce thymifolia* (L.) Millsp. (Euphorbiaceae). **Acta Botanica Neerlandica**, The Netherlands, v.47, n.2, p.209-218, 1998.
- DANTAS, J.L.L.; LIMA, J.F. Seleção e recomendação de variedades de mamoeiro. Avaliação de linhagens e híbridos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.617-621, 2001.
- DOWNTON, W.J.S. Water relations of laticifers in *Nerium oleander*. **Australian Journal of Plant Physiology**, Collingwood, v.8, p.329-334, 1981.
- ELOISA, M.; REYES, Q.; PAULL, R.E. Skin freckles on solo papaya fruit. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.58, p.31-39, 1994.

- ISHII, M.; HOLTZMANN, O.V. Papaya mosaic disease in Hawaii. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v.47, p.951-970, 1963.
- KAISER, C.; ALLAN, P.; WHITE, B.J.; DEHRMANN, F.M. Some morphological and physiological aspects of freckle on papaya (*Carica papaya* L.) fruit. **Journal of South African Society Horticulture Science**, South African, v.6, p.37-40, 1996.
- LIBERATO, J.R.; ZAMBOLIM, L. Controle das doenças causadas por fungos, bactérias e nematóides em mamoeiro. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; MONTEIRO, A.J.A.; COSTA, H. (Ed.) **Controle de doenças de plantas fruteiras**. Viçosa, 2002. p.1023-1170.
- MACHADO FILHO, J.A. **Estudos ecofisiológicos de dois genótipos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) cultivados sob condições de campo no cerrado baiano**. 2002. 70f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2002.
- OLIVEIRA, J.G.; SILVA, R.F. **I Reunião de Pesquisa do FRUTIMAMÃO**. Campos dos Goytacazes, 2003. (Boletim Técnico, 1) CD-ROM
- RAO, P.S.; SARASWATHYAMMA, C.K.; SETHURAJ, M.R. Studies on the relationship between yield and meteorological parameters of rubber tree (*Hevea brasiliensis*). **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.90, p.235-245, 1998.
- SIMÃO, S. Mamão. In: SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p.541-575.
- UENO, B.; CAMPOSTRINI, E.; NEVES, E.F.; FAGUNDES, G.R.; MACHADO FILHO, J.A.; YAMANISHI, O.K. **Mancha fisiológica em frutos de mamoeiro no Oeste da Bahia**. Brasília: UnB, 2002. 109p. (Documento, 4)