Incaper
Instituto Capixaba de Pesquisa,
Assistência Técnica e Extensão Rural

A CULTURA DO MAMOEIRO
Tecnologias de Produção

Editores
David dos Santos Martins
Adelaide de Fátima S. da Costa

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
BRASIL UM PAÍS DE TODOS
GOVERNO FEDERAL

Vitória-ES
novembro de 2003

INCAPER

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
Rua Afonso Sarlo, 160 - Bento Ferreira
Cep.: 29.052-010 - Vitória-ES
Caixa Postal 391
Fone: (27) 3137 9888
Fax: (27) 3227 5361
dcm@incaper.es.gov.br

ISBN 85-89274-04-7
Editor: DCM - Incaper
Tiragem: 1.000
Novembro de 2003

Capa e editoração eletrônica
Laudeci M. M. Bravin

Revisão de português
Ana Paula Silva

Ficha catalográfica
Cleuza Zanetti Monjardim

634.651098152
M375c

MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. de F. S. da. (eds.)
A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. Vitória, ES: Incaper, 2003.
497 p.
ISBN 85-89274-04-7

1. Mamão-Cultivo-Espírito Santo. 2. Mamão-Tecnologia-Produção. I. MARTINS, D. dos S. II. COSTA, de F. S. da. III. Título

AGRADECIMENTOS

Ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo apoio financeiro para publicação deste livro.

REVISORES TÉCNICOS

Adelaide de Fátima Santana da Costa
Fitotecnia – Incaper

Antônio Souza Nascimento
Entomologia - Embrapa Mandioca e Fruticultura

Braz Eduardo Vieira Pacova
Melhoramento Genético - Incaper

David dos Santos Martins
Entomologia – Incaper

Durnedes Maestri
Economia Doméstica – Incaper

Fernando Luiz Dutra Cintra
Física do Solo – Embrapa Tabuleiros Costeiros

Hélcio Costa
Fitopatologia – Incaper

Jorge Luiz Loyola Dantas
Melhoramento Genético – Embrapa Mandioca e Fruticultura

José Aires Ventura
Fitopatologia – Incaper

Josimar de Souza Andrade
Fitotecnia – Incaper

Luiz Carlos Chamhum Salomão
Fisiologia Vegetal – UFV

Luiz Carlos Prezotti
Fertilidade – Incaper

Nilton Fritzons Sanches
Entomologia - Embrapa Mandioca e Fruticultura

Sérgio Agostinho Cenci
Ciência e Tecnologia de Alimentos – Embrapa Agroindustria de Alimentos

AUTORES

Alves, Flávio de Lima - Incaper, Rua Afonso Sarlo, 160, Bento Ferreira, 29052-010, Vitória, ES <flavio@incaper.es.gov.br>

Balbino, José Mauro de Sousa - Incaper-CRDR/CS, Venda Nova do Imigrante, 29375-000, ES <balbino@incaper.es.gov.br>

Barreto, Fabrício Carraretto - Aprucenes, Linhares, ES <fabricio@paiolagropec.com.br>

Coelho, Eugênio Ferreira - Embrapa Mandioca e Fruticultura, CP. 007, 44.380-000, Cruz das Almas, BA. <ecoelho@cnpmf.embrapa.br>

Costa, Adelaide de Fátima Santana da - Incaper, Rua Afonso Sarlo, 160, Bento Ferreira, 29052-010, Vitória, ES <adelaide@incaper.es.gov.br>

Costa, Aureliano Nogueira da - Incaper, Rua Afonso Sarlo, 160, Bento Ferreira, 29052-010, Vitória, ES <aureliano@incaper.es.gov.br>

Costa, **Enio Bergoli da** – SEAG, Rua Raimundo Nonato, 116, Forte São João, 29.010-540, Vitória, ES <eniobergoli@seag.es.gov.br>

Costa, Hélcio - Incaper-CRDR/CS, 29375-000, Venda Nova do Imigrante, ES, <helciocosta@incaper.es.gov.br>

Folegatti, Marília Ieda da Silveira - Embrapa Mandioca e Fruticultura, CP. 007, 44.380-000, Cruz das Almas, BA <marilia@cnpmf.embrapa.br>

Galveas, Pedro Arlindo de Oliveira - Embrapa/Incaper, Rua Afonso Sarlo, 160, Bento Ferreira, 29052-010, Vitória, ES <galveas@incaper.es.gov.br>

Garcia, Rogério Della Costa - RDC Consultoria – Rua São Lourenço nº 84, sl 06, 29375.000, Venda Nova do Imigrante, ES <dc.consultoria@uol.com.br >

Gottardi, Maria Vitória Cecchetti - Departamento de Produção Vegetal, FCAV–UNESP, Jaboticabal

Loss, Wolmar Roque – SEAG, Rua Raimundo Nonato, 116, Forte São João, 29.010-540, Vitória, ES <wolmarloss@seag.es.gov.br>

Malavasi, Aldo – Departamento de Biologia, Instituto de Biociências-USP, CP. 11461, 05422-970, São Paulo, SP <Malavasi@usp.br>

Martins, David dos Santos - Incaper, Rua Afonso Sarlo, 160, Bento Ferreira, 29052-010, Vitória, ES <davidmartins@incaper.es.gov.br>

Matsuura, Fernando César Akira Urbano - Embrapa Mandioca e Fruticultura, CP. 007, 44.380-000, Cruz das Almas, BA <matsuura@cnpmf.embrapa.br>

Meneguci, Rosilene Ferreira Souto - Departamento de Produção Vegetal, FCAV-UNESP, Jaboticabal, SP

Pacova, Braz Eduardo Vieira - Embrapa/Incaper, Rua Afonso Sarlo, 160, Bento Ferreira, 29052-010, Vitória, ES <brazpacova@incaper.es.gov.br>

Ruggiero, Carlos - Departamento de Produção Vegetal, FCAV–UNESP, Jaboticabal.

Salgado, José Sérgio - Incaper, Rua Afonso Sarlo, 160, Bento Ferreira, 29052-010, Vitória, ES, <josesergio@incaper.es.gov.br>

Santos, Francisco A. M. dos - Incaper, Pinheiros, ES <crdrpinheiro@incaper.es.gov.br>

Santos, Silvia Correa - Departamento de Produção Vegetal, FCAV-UNESP, Jaboticabal, SP

Silva, José Geraldo Ferreira da - Incaper-CRDR/Linhares, CP. 62, 29900-970, Linhares, ES <jgeraldo@incaper.es.gov.br>

Tatagiba, Joseli da Silva - CNPq/Incaper-CRDR-Linhares, CP 62, 29900-970, Linhares, ES <jtatagiba@yahoo.com.br>

Ventura, José Aires - Incaper, Rua Afonso Sarlo, 160, Bento Ferreira, 29052-010, Vitória, ES, <ventura@incaper.es.gov.br>

Zuffo, Valmir José - Genesis Planejam. e Assessoria Agronômica, Pinheiros, ES <vjzuffo@escelsa.com.br>

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO **9**

CAPÍTULO 1
A CULTURA DO MAMÃO *Carica papaya* NO MUNDO, NO BRASIL E NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO **11**

CAPÍTULO 2
SITUAÇÃO DA CULTURA DO MAMOEIRO NO BRASIL **35**

CAPÍTULO 3
CARACTERIZAÇÃO DE CULTIVARES, ESTRATÉGIAS E PERSPECTIVAS DO MELHORAMENTO GENÉTICO DO MAMOEIRO **57**

CAPÍTULO 4
SELEÇÃO DE PLANTAS MATRIZES DE MAMÃO, GRUPO SOLO, PARA PRODUÇÃO DE SEMENTES **103**

CAPÍTULO 5
SOLOS CULTIVADOS COM O MAMOEIRO **115**

CAPÍTULO 6
PLANTIO, FORMAÇÃO E MANEJO DA CULTURA **125**

CAPÍTULO 7
IRRIGAÇÃO DO MAMOEIRO **161**

CAPÍTULO 8
NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO **199**

CAPÍTULO 9
MANEJO DE DOENÇAS DO MAMOEIRO **229**

CAPÍTULO 10
MANEJO DE PRAGAS DO MAMOEIRO **309**

CAPÍTULO 11
***SYSTEMS APPROACH* NA PRODUÇÃO DE MAMÃO DO ESPÍRITO SANTO, COMO GARANTIA DE SEGURANÇA QUARENTENÁRIA CONTRA MOSCA-DAS-FRUTAS** **345**

CAPÍTULO 12
CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DOS FRUTOS DO MAMOEIRO DO GRUPO SOLO E PADRÃO DE QUALIDADE **387**

CAPÍTULO 13
COLHEITA, PÓS-COLHEITA E FISIOLOGIA DO AMADURECIMENTO DO MAMÃO **403**

CAPÍTULO 14
CUSTOS DE PRODUÇÃO DO MAMOEIRO **441**

CAPÍTULO 15
PROCESSAMENTO DE MAMÃO **465**

APRESENTAÇÃO

A fruticultura é uma das principais atividades socioeconômicas da agricultura, por se constituir em uma excelente opção para os produtores rurais, promovendo, além da valorização das terras, uma redução do fluxo migratório rural-urbano, pelo aumento da geração de empregos e renda no campo.

Dentro da fruticultura, a cultura do mamão vem registrando, nos últimos anos, acréscimos significativos no País, tanto na área cultivada quanto na produtividade. Essa expansão tem sido conseqüência da grande aplicação de tecnologias na cultura, das importantes propriedades nutricionais e ao excelente sabor do fruto e das vantagens econômico-financeiras, proporcionadas pela elevada produção do mamoeiro e pelas condições favoráveis à expansão dos mercados interno e, principalmente, externo em função do alto padrão de qualidade apresentado pelo fruto brasileiro.

Com a expansão da área plantada, foram surgindo demandas de pesquisas na área de melhoramento, fitossanidade, nutrição, fertilidade do solo, irrigação, manejo da cultura, pós-colheita, entre outras, as quais vêm sendo priorizadas pelas Universidades, Instituições e Centros de Pesquisa, estaduais e federais, que têm gerado uma série de informações e tecnologias, nos últimos anos, proporcionando aumento da produtividade e, especialmente, da qualidade do fruto, colocando-o em posição destacada no cenário nacional e internacional.

O Estado do Espírito Santo tem no mamão a sua principal fruta de exportação, sendo um dos maiores produtores e o maior exportador do Brasil. Foi pioneiro no país na aplicação do “systems approach”, que é constituído por um conjunto de tecnologias com forte base biológica e ecológica, proporcionando a segurança quarentenária à mosca-das-frutas, exigida pelos Estados Unidos. Esse sistema permitiu o retorno do mamão papaia brasileiro à exportação para aquele país, suspensa desde 1985 até setembro de 1998. Os resultados do sucesso dessa tecnologia, inicialmente desenvolvida para o mamão do grupo Solo produzido no Espírito Santo, também recentemente adotada para o Formosa no Estado, podem ser motivadores para que outros Estados brasileiros, como Bahia, Ceará e Rio Grande do Norte, desenvolvam e apliquem o “systems approach” e, em curto prazo, passem a exportar frutos para a América do Norte.

O Espírito Santo foi responsável, ainda, pela implantação do sistema de Produção Integrada de Mamão no Brasil, juntamente com a Bahia, que é um sistema de produção economicamente viável, ambientalmente adequado e socialmente justo.

A Produção Integrada de Frutas é o processo de certificação oficial do Brasil, que visa adequar a qualidade da fruta brasileira às exigências internacionais, para aumentar a sua competitividade no mercado externo e a melhoria da qualidade do fruto no mercado interno.

Considerando as inovadoras tecnologias geradas pelas instituições do país, nos últimos anos, nas diferentes áreas do conhecimento, na maioria das vezes, não acessíveis aos usuários, pretende-se reunir nesse livro as informações disponíveis, tornando-as de fácil consulta às pessoas interessadas na cultura e aos diversos integrantes da cadeia produtiva do agronegócio do mamão, especialmente aos produtores rurais, exportadores e técnicos, bem como aos órgãos de pesquisa, ensino e extensão.

Pedro de Faria Burnier

Diretor Presidente do Incaper

Capítulo 1

A CULTURA DO MAMÃO *Carica papaya* NO MUNDO, NO BRASIL E NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Flávio de Lima Alves

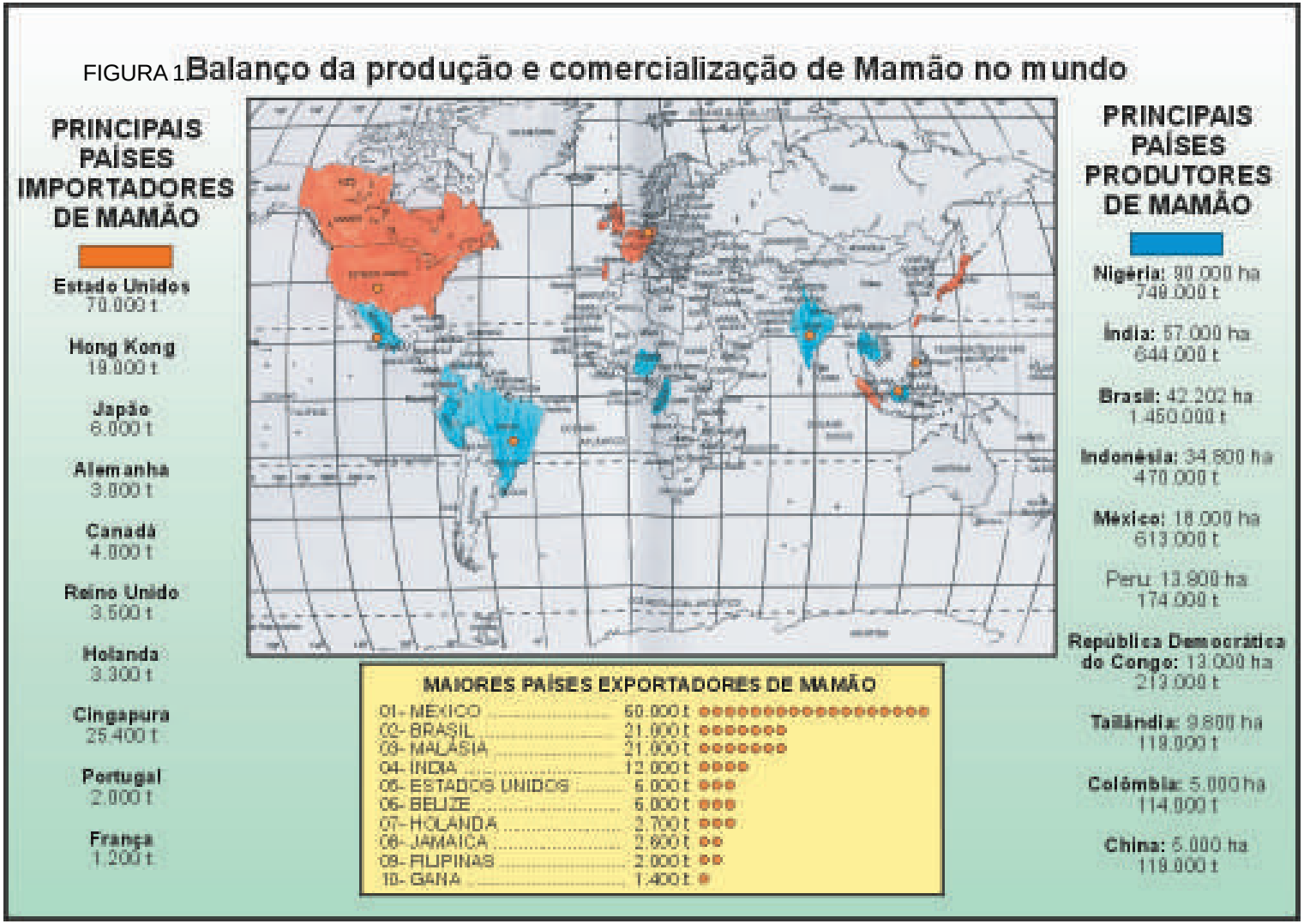
A CULTURA DO MAMÃO *Carica papaya* L. NO MUNDO

As informações sobre a produção e a comercialização de mamão dos países produtores, exportadores e importadores de mamão estão apresentadas na Figura 1.

As regiões produtoras de mamão no mundo estão localizadas em uma faixa do globo terrestre compreendida entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, a 21º de latitude Norte e 21º de latitude Sul. Os países maiores produtores, considerando a área de plantio, são pela ordem: Nigéria, Índia, Brasil, Indonésia, México, Peru, República Democrática do Congo, Tailândia, Colômbia e China. A área total da cultura está em torno de 342.000 ha (Tabela 1), e o volume de produção é de 5,4 milhões de toneladas de frutos.

De acordo com os dados citados por Nakamae (2003), o Brasil é a nação que apresenta a maior produção de mamão, 1.440.000 t. Uma produção maior que a conjunta formada da Nigéria e Índia, segundo e terceiro maiores produtores. Em seguida vem o México, Indonésia, Republica Democrática do Congo, China, Peru, Tailândia e Colômbia. A quantidade de frutos produzida pelo Brasil alcança aquele valor, pelo fato de se adotar o valor de 0,85 kg para o peso médio de fruto, para sistematizar as séries estatísticas.

FIGURA 1 Balanço da produção e comercialização de Mamão no mundo



Fonte: Nakamae (2003) - Elaboração Incaper (2003)

TABELA 1 - Principais países produtores de mamão do mundo

MAMÃO - PRODUÇÃO EM 1.000 t.								
PAÍSES PRODUTORES	ANOS							
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Brasil	1.004	1.041	933	1.301	1.378	1.402	1.440	1.450
Nigéria	629	648	662	675	751	748	748	748
Índia	470	505	422	550	1.582	644	644	644
México	489	483	497	594	576	569	672	613
Indonésia	371	586	382	361	490	450	429	470
Congo*	222	225	224	226	227	220	213	213
Peru	119	140	136	147	165	171	171	174
China	122	146	146	154	131	175	154	152
Tailândia	120	120	115	115	118	119	119	119
Colômbia	63	64	64	64	64	115	113	114
Outros	549	567	585	630	645	733	738	748
TOTAL	**4.160**	**4.525**	**4.167**	**4.816**	**6.127**	**5.347**	**5.442**	**5.444**
MAMÃO – ÁREA COLHIDA EM 1.000 ha.								
Brasil	29	33	33	39	40	39	40	42
Nigéria	78	80	80	82	90	90	90	90
Índia	42	45	44	50	68	57	57	57
México	18	14	17	20	20	17	17	18
Indonésia	32	38	32	34	35	35	35	35
Congo*	13	13	13	13	14	13	13	13
Peru	9	11	12	13	14	14	13	13
China	4	4	4	4	5	5	5	5
Tailândia	10	10	10	10	8	10	10	10
Colômbia	2	2	2	2	2	5	4	5
Outros	42	44	45	49	50	52	52	54
TOTAL	**280**	**295**	**293**	**317**	**346**	**338**	**337**	**342**

Fonte: NAKAMAE (2003) Obs: (*) República Democrática do Congo

Entretanto, vale ressaltar que a espécie *Carica papaya* L. se desenvolveu com diferentes variedades de acordo com os seus centros de origem, e, portanto, apresenta algumas variações de peso e tamanho entre seus frutos, que deveriam ser considerados para fins estatísticos. Barbosa (1971) cita que essa espécie, devido à polinização cruzada, apresenta variabilidade nos frutos, e, assim, foi agrupada em diferentes tipos: o tipo de origem indiana, de polpa avermelhada, e os tipos de origem americana, um de polpa amarela e outro com polpa de coloração intermediária entre a vermelha e a amarela. Esses tipos foram denominados de Caiano, originário da Bacia do Rio Amazonas, e Rio da Prata, originário da Bacia de mesmo nome. O Caiano é monóico de plantas hermafroditas. O Rio da Prata, produz frutos pouco compridos e bem uniformes em tamanho e peso, com variação entre 1.000 e 1.200g. Ainda, segundo o autor, existem também os mamões híbridos de frutos muito pesados e de polpa grossa. Em função disso, a análise comparativa entre as produtividades da cultura no mundo não é precisa.

A demanda de mamão no mercado internacional se situa em torno de 154.000 t. Esta demanda cresce a uma taxa média de 5,3% a.a. (Tabela 2). A Índia é o país que apresenta maior crescimento em exportação. Os volumes de suas exportações cresceram substancialmente na década de noventa, passando de 1.000 t (1997) para 12.000 t (2000). Ou seja, um crescimento da ordem de 1.200%. O Brasil, que exporta, atualmente, cerca de duas vezes mais frutos que a Índia, apresentou um crescimento nas exportações bem inferior ao desse país, em torno de 300%, passando no mesmo período, de 8.000 t para 21.000t. O Brasil é o maior produtor de mamão, mas não é o seu maior exportador. México e Malásia são exemplos de países que possuem áreas de cultivo menores que a área de cultivo do Brasil, mas que exportam grandes volumes desta fruta. Belize e Gana são, também, outros exemplos, de países que ampliaram muito suas exportações. As exportações de Belize cresceram 73% e as de Gana 37%. Há uma forte tendência de que o Brasil possa ampliar suas exportações, com a implantação do sistema de produção integrada. Este sistema é constituído por um conjunto de tecnologias que são utilizadas nas lavouras, necessárias para a certificação da produção de mamão que se destina à exportação. As tecnologias são de domínio público, e servem como parâmetros para selecionar a qualificação dos frutos e se restringir as exportações dos países que não as adotam. Alguns países, tradicionais exploradores da cultura, tiveram suas exportações reduzidas. Por exemplo, as exportações de mamão pela Jamaica teve uma redução de 40%, as dos Estados Unidos da América-EUA em 30% e as Filipinas em 14%.

Há no mercado internacional países que são grandes importadores de mamão. Notadamente os Estados Unidos é o país que mais importa. Quase a metade do

mamão comercializado no mundo, cerca de 70 mil toneladas de frutos, é importada pelos EUA anualmente. Os dados (Tabela 2) indicam, no entanto, que também este país reduziu suas importações. Isto se deu devido aos desdobramentos das medidas fitossanitárias restritivas, impostas pelo seu Departamento de Agricultura – USDA, principalmente em relação à praga, mosca-das-frutas. Estas medidas afetaram diretamente as exportações brasileiras, e fez com que o Brasil desenvolvesse um Programa Especial de Produção de Mamão, adotado amplamente no Estado do Espírito Santo, denominado “Systems Approach”. A implantação deste programa resultou na liberação das exportações do mamão produzido pelo agricultor capixaba. O programa, em linhas gerais, contribuiu para certificar que a produção de mamão do Estado do Espírito Santo oferece garantias de frutas produzidas, livres de mosca-das-frutas.

Holanda e Portugal são, também, países que se destacam no cenário internacional em relação à importação de mamão. Ambos aumentaram suas importações em pouco mais de 100% na década de noventa. Outros importantes países importadores são: Hong Kong e Alemanha, que ampliaram suas importações em pouco mais de 50%; Canadá e Japão, países tradicionais compradores de mamão, que também aumentaram suas importações em 25 e 20%, respectivamente; Reino Unido, Cingapura e França praticamente mantiveram estáveis suas importações de mamão.

Ao se analisar os dados da Tabela 2, onde são apresentados os volumes das exportações e importações de mamão pelos países, constata-se haver um acréscimo de 20% no valor da fruta, para aqueles países que a importam. Para um volume de frutos de 154 mil toneladas, equivalente a US$ 110 milhões na exportação, verifica-se um aumento de 20% nas alfândegas de importação. O preço varia de US$0,71 para US$0,87. Esta diferença de 20%, entre o valor das importações sobre o valor das exportações, anteriormente era maior e variavam em torno de 40%. Depreende-se, desses dados da Tabela 2, que a Holanda atua no mercado internacional tanto importando como exportando mamão. É um país com forte tradição comercial principalmente no continente Europeu. Os Estados Unidos também apresentam esta característica de mercado expedidor.

TABELA 2 - Mamão: Exportações e importações mundiais.

MAMÃO - EXPORTAÇÕES MUNDIAIS.								
PAÍSES EXPORTADORES	ANOS							
	1997		1998		1999		2000	
	US$ (MIL)	t 1,000	US$ (MIL)	t 1,000	US$ (MIL)	t 1,000	US$ (MIL)	t 1,000
México	12	48	51	60	21	60	24	60
Malásia	12	33	10	34	16	37	19	21
Brasil	7	8	9	10	13	16	18	21
Estados Unidos	17	7	14	6	14	6	14	6
Holanda	4	1	5	2	6	3	7	3
Belize	2	3	2	4	4	4	6	6
Índia	-	1	1	2	5	13	4	12
Jamaica	6	4	6	4	5	3	3	2
Filipinas	-	-	-	-	2	1	3	2
Hong Kong	-	-	-	-	-	-	2	2
Outros	9	9	7	9	9	13	10	17
TOTAL	70	115	108	132	95	156	110	154
PAÍSES IMPORTADORES	**MAMÃO – IMPORTAÇÕES MUNDIAIS.**							
Estados Unidos	28	48	29	48	50	66	53	70
Japão	19	5	15	5	16	5	16	6
Hong Kong	11	12	11	13	16	18	15	19
Canadá	6	4	6	3	7	4	8	5
Holanda	3	2	5	3	6	3	7	4
Alemanha	4	2	6	2	7	3	7	3
Reino Unido	7	3	7	4	6	3	6	3
Portugal	2	1	3	1	4	2	4	3
Cingapura	3	22	3	21	4	25	4	25
França	2	1	3	1	3	1	2	1
Outros	10	8	11	12	12	12	14	20
TOTAL	98	109	100	114	131	144	139	160

Fonte: NAKAMAE.(2003).

A CULTURA DO MAMÃO NO BRASIL

As informações sobre a área colhida, o volume de produção e o rendimento da cultura do mamão, segundo as regiões geográficas brasileiras, estão inseridas na Figura 2.

Fonte: IBGE (2001) Nakamae (2003) - Elaboração Incaper (2003)

FIGURA 2. Área colhida em ha e Produção de Mamão em 1.000 frutos no Brasil em 2000

O Brasil possui pouco mais de 42.000 ha de área cultivada com mamão e sua produção é pouco superior a 1.690.000.000 de frutos, equivalente a próximo de 1.440.000 t, considerando a produção conjunta de frutos dos grupos 'Solo' e 'Formosa' (Tabelas 3 e 4).

TABELA 3 - Mamão: Produção brasileira

MAMÃO - PRODUÇÃO BRASILEIRA EM 1.000 t[1]								
REGIÕES	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**
NORTE	63	64	68	74	74	73	74	68
RO	10	10	11	2	2	1	1	1
AC	1	1	3	4	3	6	7	9
AM	1	1	1	9	19	18	18	18
RR	-	-	-	-	-	-	1	1
PA	48	51	53	58	50	45	49	38
AP	-	-	-	1	-	-	-	1
TO	2	1	-	-	-	-	1	-
NORDESTE	492	558	645	610	792	844	840	910
MA	-	1	1	1	2	1	2	1
PI	-	-	-	-	-	-	-	1
CE	13	14	9	17	19	20	34	33
RN	5	5	4	2	3	3	8	9
PB	5	28	17	13	13	27	31	31
PE	2	2	2	3	7	3	2	3
AL	-	-	-	-	-	-	-	-
SE	4	5	5	7	8	7	6	7
BA	463	503	607	566	740	781	756	823
SUDESTE	352	373	312	231	421	442	469	447
MG	4	7	4	11	11	11	12	17
ES	341	354	299	211	401	420	450	425
RJ	-	-	-	-	-	-	-	-
SP	5	11	8	9	9	10	7	4
SUL	5	5	4	5	4	5	4	5
PR	2	1	1	1	1	1	1	2
SC	-	-	-	-	-	-	-	-
RS	3	3	3	3	3	3	3	2
C.OESTE	7	4	10	13	10	13	11	10
MS	-	-	1	1	-	1	-	-
MT	1	1	6	4	4	5	4	4
GO	5	3	3	7	6	8	6	5
DF	-	-	-	-	-	-	-	-
BRASIL	**920**	**1.004**	**1.041**	**933**	**1.301**	**1.378**	**1.402**	**1.440**

Fonte: NAKAMAE (2003). Obs: (1) 1 fruto = 0,85 kg; (-) Produção menor que 1.000 t.

O mamão é cultivado em todos os Estados da Federação. Na região Nordeste se concentra a maior área de plantio, cerca de 30 mil ha. A região Sudeste é a segunda maior região produtora, com 7 mil ha. Seguem pela ordem, as regiões Norte, com 3 mil ha; Sul, com 484 ha; e Centro – Oeste, com 300 ha. O rendimento médio da cultura, considerando a produção de todas as regiões em conjunto (Tabela 5), é da ordem de 37.589 frutos/ha. Na região Sudeste, entretanto, a cultura apresenta um rendimento muito elevado 75.442 frutos/ha. Destaca-se nesta região o rendimento das lavouras do Estado do Espírito Santo, onde os plantios de mamão apresentam alta produtividade, em torno de 84.931 frutos/ha. Esta produtividade é superior à do Estado da Bahia, maior Estado produtor, cuja média é de 37.994 frutos/ha. Ao se converter estes rendimentos para t/ha, verifica-se que a produtividade média das lavouras de mamão do Espírito Santo se aproxima de 72 t/ha, enquanto a do Estado da Bahia, gira em torno de 32 t/ha.

Uma das razões da alta produtividade de mamão do Espírito Santo é o alto nível tecnológico aplicado nas suas lavouras.

O fato da cultura do mamão ser explorada, em mais de 72%, por empresários, proprietários de suas fazendas, contribuiu para que todos esforços técnicos, no sentido de implementar e adotar as práticas fitossanitárias, necessárias à cultura, se tornassem efetivas. A erradicação de doenças letais, como o Mosaico do Mamoeiro e a Meleira, nos plantios é sistemática. O êxito técnico desta prática, implementada pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em conjunto com os produtores, só foi possível por meio de campanha de erradicação das lavouras contaminadas. Lavouras com apenas 18 meses de plantio, que, portanto, precocemente apresentavam alto grau de contaminação e serviam de foco de disseminação de doenças, foram todas erradicadas.

Apesar dos constrangimentos e prejuízos causados durante a fase dessa campanha, a cultura do mamão pode ser considerada no Espírito Santo, como uma cultura permanente. O caráter nômade que possuía em função dos desastres econômicos causados pela ocorrência do Mosaico em todas as regiões onde fora plantado no passado, no Espírito Santo foi interrompido. Os cultivos continuam sendo renovados há mais de 25 anos, sem que haja queda de produtividade e prejuízo da qualidade da produção.

TABELA 4 – Mamão: Área colhida no Brasil

MAMÃO - ÁREA COLHIDA EM ha								
REGIÕES	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**
NORTE	**2.740**	**2.749**	**2.926**	**2.996**	**2.748**	**3.028**	**3.172**	**3.222**
RO	840	861	900	126	127	95	57	47
AC	157	188	344	162	179	186	208	290
AM	72	72	70	1.184	1.179	1.205	1.165	1.165
RR	-	-	-	-	-	238	336	336
PA	1.619	1.595	1.602	1.485	1.228	1.237	1.356	1.331
AP	-	-	-	35	35	38	40	53
TO	52	33	10	4		29	10	-
NORDESTE	**17.401.**	**19.769**	**23.502**	**23.715**	**29.021**	**28.996**	**27.836**	**29.224**
MA	30	32	36	86	118	103	115	100
PI	4	5	3	43	22	24	18	26
CE	596	730	544	961	1.032	912	1.382	1.182
RN	211	213	171	218	222	231	366	379
PB	184	932	938	762	779	1.338	1.431	1.462
PE	133	139	221	288	217	184	153	235
AL	4						4	14
SE	166	181	181	332	314	239	237	329
BA	16.073	17.537	21.408	21.025	26.317	25.965	24.130	25.497
SUDESTE	**5.428**	**5.945**	**5.832**	**5.540**	**6.746**	**6.825**	**7.063**	**6.965**
MG	327	423	317	1.020	1.000	1.015	857	887
ES	4.792	5.122	5.259	4.184	5.390	5.567	5.944	5.882
RJ	41	41	25	24	29	14	9	8
SP	268	359	231	312	327	229	253	188
SUL	**525**	**480**	**462**	**612**	**451**	**515**	**481**	**484**
PR	143	106	97	92	89	91	92	124
SC	-	-	-	58	6	6	8	8
RS	382	374	365	462	356	418	381	352
C.OESTE	**228**	**135**	**204**	**380**	**357**	**369**	**338**	**307**
MS	22	20	56	51	8	21	10	10
MT	28	28	55	57	77	104	107	115
GO	175	84	90	269	269	241	213	158
DF	3	3	3	3	3	3	8	24
BRASIL	**26.322**	**29.078**	**32.926**	**33.243**	**39.323**	**39.733**	**38.890**	**40.202**

Fonte: NAKAMAE (2003) Obs: (-) Área não informada

TABELA 5 - Evolução de área colhida, quantidade produzida e rendimentos médio da cultura do mamão no Brasil, segundo suas regiões geográficas e unidades da federação.

Grandes Regiões/ Unidades da Federação	Área Colhida (ha)					Quantidade Produzida (1.000.000 frutos)					Rendimento Médio da Cultura (1.000frutos/ha)				
	1950	1970	1980	1990	2000	1950	1970	1980	1990	2000	1950	1970	1980	1990	2000
BRASIL	3.673	4.399	10.390	23.626	40.202	32	75	236	1.084	1.694	9	17	23	46	42
NORTE	**404**	**68**	**1.053**	**2.536**	**3.222**	**3**	**7**	**55**	**88**	**80**	**7**	**6**	**37**	**30**	**25**
RO	1	6	75	778	47	0,01	0,3	1,1	10,5	0,9	9	5	15	13	18
AC	67	4	22	99	290	0,9	0,3	0,3	0,9	11	14	8	12	9	39
AM	148	39	65	168	1.165	1	5	3	4	21	6	5	44	22	18
RR	77	-	9	33	336	0,3	0,3	0,5	2	0,7	4	-	59	57	2
PA	111	19	882	1.458	1.331	0,8	1	50	71	44	7	5	57	49	33
AP	-	-	-	-	53	-	0,01	-	-	0,8	-	-	-	-	16
TO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NORDESTE	**399**	**554**	**826**	**17.576**	**29.224**	**4.3**	**9,3**	**14,9**	**774,2**	**1.071**	**11**	**12**	**16**	**25**	**37**
MA	53	4	12	10	100	0,2	1,6	0,1	0,1	2	4	17	10	12	18
PI	20	38	14	3	26	0,3	0,5	0,1	0,02	0,8	15	26	11	8	30
CE	87	133	104	160	1	0,9	1,5	2	3	39	11	7	19	20	33
RN	17	33	38	213	379	0,2	0,5	0,4	5	10	10	10	10	24	28
RN	25	27	56	200	1	0,3	0,3	0,6	7	37	12	5	10	34	25
PE	73	-	146	167	235	0,6	1,8	3	5	4	8	-	20	27	17
AL	4	-	-	-	14	0,06	0,03	-	-	0,02	14	-	-	-	17
SE	20	-	33	112	329	0,1	0,1	1	4	9	7	-	33	33	26
BA	100	52	423	17	25	1,5	3	8	750	969	15	4	18	45	38
SUDESTE	**2..643**	**3.714**	**7.912**	**2.797**	**6.965**	**21**	**42**	**156**	**199**	**525**	**8**	**10**	**17**	**37**	**75**
MG	729	100	300	542	887	9	3	4	13	20	12	8	12	23	23
ES	398	114	230	1.954	5.882	2	3,5	5	180	500	5	4	20	92	85
RJ	648	2.228	2	104	8	5	15,5	22	1	0,2	8	-	10	10	29
SP	868	444	5.263	197	188	5	20	126	5	5	6	19	24	23	27
SUL	**139**	**41**	**484**	**513**	**484**	**2**	**12**	**9**	**6**	**6**	**16**	**7**	**18**	**12**	**12**
PR	63	33	246	154	124	1	6	6	3	3	17	14	23	17	23
SC	42	-	-	4	8	0,6	2	-	0,02	0,07	14	-	-	7	9
RS	34	8	238	355	352	0,5	4	3	4	3	16	750	13	11	8
CENTRO-OESTE	**88**	**22**	**115**	**204**	**307**	**1**	**4**	**2**	**16**	**12**	**13**	**7**	**16**	**80**	**39**
MS	-	-	31	52	10	-	-	0,6	1	0,3	-	-	21	22	30
MT	55	18	-	-	115	1	3	-	-	5	16	5	-	-	47
GO	33	-	54	149	158	0,2	1	0,4	15	6	8	-	7	102	38
DF	-	4	30	3	24	-	0,3	0,6	0,01	0,2	-	9	20	4	9

Fonte: IBGE (1956;1974;1975;1976; 1981; 1990; 1998; 2001)

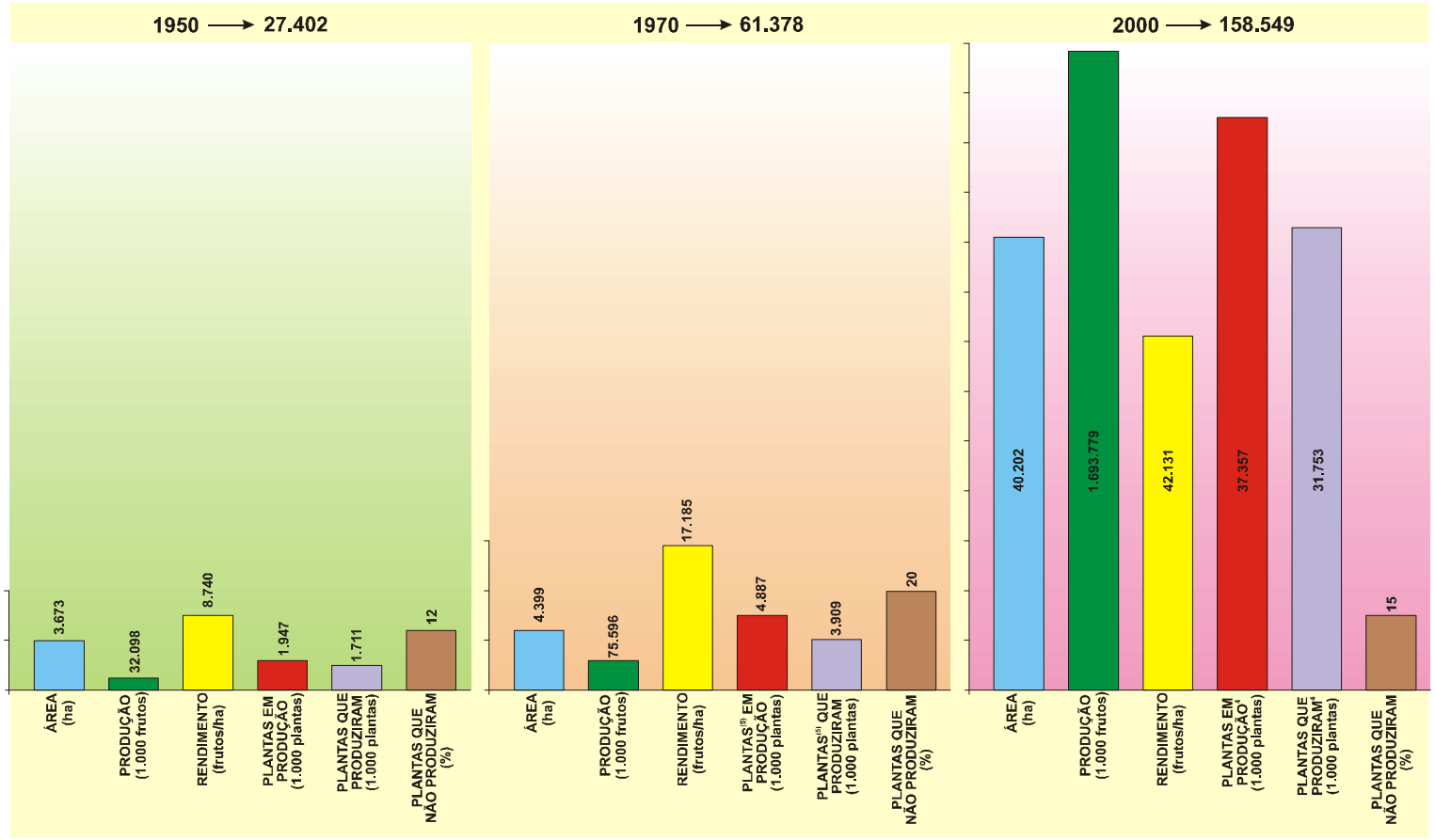
EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE MAMÃO NO BRASIL NO PERÍODO DE 1950 A 2000

As informações sobre a cultura do mamoeiro no Brasil, anteriores à década de sessenta, são escassas. Há uma exceção em relação às informações do Censo Agrícola Brasileiro do IBGE de 1950, que contém precisos dados estatísticos sobre a cultura naquele ano. Publicado em 1956, este censo dispõe de valiosas informações que permitem fazer importantes inferências sobre a produção de mamão daquela época e, assim, poder comparar com as informações geradas nas décadas seguintes (Figura 3 e Tabela 5).

No início da década de cinqüenta, a área cultivada era cerca de 3.600 ha (Figura 3). A quantidade de frutos produzida era de 32.000.000 de frutos. A produtividade variava ao redor de 8.700 frutos/ha, em função das variedades utilizadas serem do tipo dióicas. Os plantios eram constituídos de até 10% de plantas fornecedoras de pólen, plantas masculinas, e 90% de plantas que produziam flores femininas, receptoras de pólen. Os frutos comerciais pesavam entre 1,5 e 2 kg. A densidade dos plantios era de 1.100 a 1.500 plantas/ha, e cada planta produzia em média 30 frutos/ano, durante os dois anos, fase produtiva da cultura. Havia significativa porcentagem de plantas que não produziam. Através da Figura 3a (dados de 1950), constata-se que do número de mamoeiros, em produção, existente na época, cerca de 1,7 milhões de plantas. Desse número, quase 12%, ou seja, pouco mais de 200 mil não produziam, prejuízo que era assimilado pelos produtores.

A região Sudeste detinha a supremacia da cultura e os Estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo eram os maiores produtores de mamão do país (Tabela 5).

Durante os anos setenta (Figura 3b), a hegemonia do cultivo de mamão no Brasil, passou para o Estado do Rio de Janeiro, que possuía a maior área de cultivo, em torno de 2.200 ha. Essa área era maior que a metade de toda área de mamão cultivada no território brasileiro. O rendimento médio da cultura passou de 8,7 t/ha em 1950, para 17,1 t/ha em 1970. O número de mamoeiros alcançou de 4.8 milhões de plantas, mas a porcentagem de plantas que não produziam, cresceu significativamente de 12% em 1950, para 20% em 1970, representando mais de 900 mil plantas sem produzir.



Fonte: IBGE (1956; 1974; 1975;1976;1981;1990;1998;2001) - Elaboração Incaper (2003)

FIGURA 3. Evolução da produção de Mamão no Brasil - Número de Produtores

O Estado de São Paulo perdeu a supremacia da cultura, porque, nessa década, o Mosaico do Mamoeiro, Costa (1969), praticamente dizimou a cultura neste Estado. Por isso, já na década de oitenta, outros Estados brasileiros passaram a incentivar o cultivo desta fruta. O Estado do Pará iniciou a difusão de plantio com variedades hermafroditas do tipo Hawaii, mamão 'Solo', que na ocasião foi chamado de mamão Amazonas. Por ser de auto-fecundação e, portanto, apresentar baixíssima taxa de fecundação cruzada, essa variedade revolucionou a cultura de mamão no país, pelo fato de promover um maior aproveitamento das plantas dos plantios. Diversas linhagens do mamão 'Solo' foram difundidas em vários Estados, inclusive no Espírito Santo e Bahia, que, na década de noventa, se tornariam os maiores produtores de mamão 'Solo'do país.

Considerando referencial o ano de 1950 para efeitos comparativos, verifica-se que no ano 2000 (Figura 3c), mesmo com a área de cultivo de mamão quase dez vezes superior e o volume de produção 50 vezes maior, ainda assim, o rendimento da cultura aumentou pouco, apenas cinco vezes. Quanto ao número de plantas improdutivas, os dados (Figura 3) mostram valores de 12% em 1950, 20% em 1970 e redução para 15% em 2000. Embora esta redução seja um indicativo de ter havido algum domínio em relação ao manejo de doenças letais, o número de plantas que não produzem ainda é elevado. Este é um indicativo de que a prática do "Roguing" é mal aplicada. Muitas lavouras estão sendo conduzidas com índice de erradicação de plantas acima de 2%, o que é anti-econômico. Em função disso, mais de 5 milhões de plantas, anualmente, estão deixando de produzir no Brasil. Isto representa a perda de mais de 3000 ha/ano da cultura, e o equivalente a mais 160.000 t de mamão.

A partir de meados dos anos oitenta, com a introdução dos híbridos do grupo "Formosa", procedentes da China, que possuem plantas que produzem elevado número de frutos, frutos grandes e pesados, a cultura se diversificou. No ano 2000, a produção da cultura do mamão do Brasil atingiu cerca de 1.690.000.000 de frutos. Mas não se pode afirmar, com precisão, se a produção real do país é de 1.440.000 t/ano. Além do fato de se perder muitas plantas, ainda na fase inicial de produção, 18 meses, não se dispõe, com exatidão, de dados que mostram quanto o país tem plantado de cada grupo de mamão. Isto é observado com as informações da Figura 3c (dados de 2000), onde se nota que a área de plantio de mamão ultrapassou os 40 mil ha; a produção atingiu 1,7 milhões de frutos; o rendimento médio da cultura atingiu 42.131 frutos/ha, porém, os dados não indicam quanto o país produziu de cada variedade dos grupos "Formosa" e "Solo".

Um dado da cultura do mamoeiro no Brasil, que merece registro, é o expressivo

aumento do número de produtores que exploram a cultura. Aumentou de 24.402, na década de cinqüenta, para 68.138 na década de setenta, e para 158.549 no ano 2000 (Figura 3abc). Este fato demonstra a importância que a cultura adquiriu no país. A produção de frutos, para o consumo interno e exportação, está viabilizando economicamente milhares de propriedades rurais, e contribuindo para gerar centenas de milhares de empregos em todo território nacional.

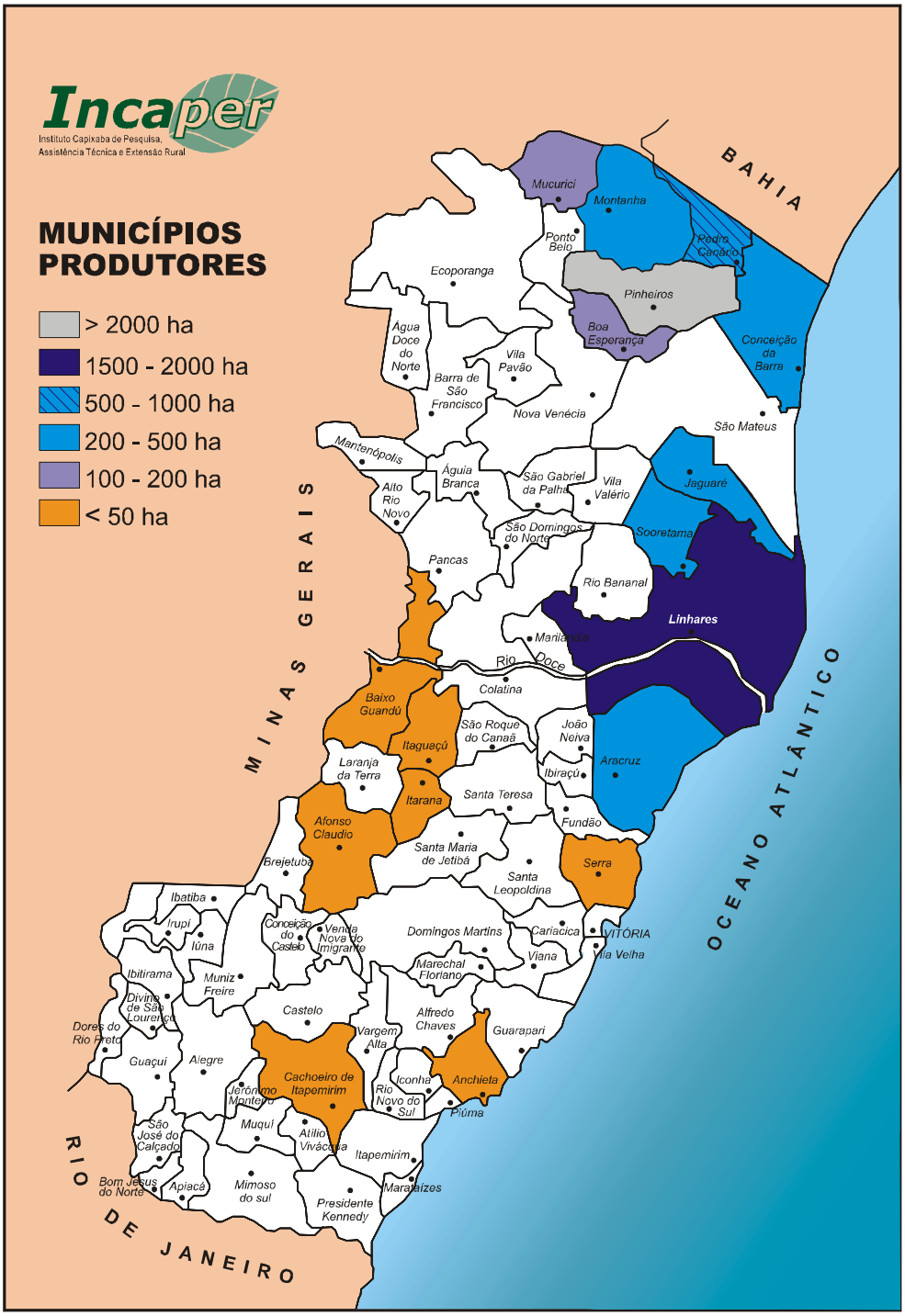
A CULTURA DE MAMÃO NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

As informações de área colhida, volume de produção, rendimento da cultura e principais municípios produtores estão inseridas na Figura 4 e Tabelas 3, 4 e 5.

Nos anos cinqüenta o Estado do Espírito Santo era o quarto maior produtor de mamão do Brasil. São Paulo era o principal estado produtor, seguido por Minas Gerais e Rio de Janeiro. O volume da produção capixaba era da ordem de 2.100.000 frutos e o rendimento da cultura era pouco mais que 5.400 frutos/ha.

Na década de setenta, enquanto as áreas de plantio do Espírito Santo, São Paulo e Minas Gerais apresentaram grande redução, as dos Estados do Rio de Janeiro e Ceará foram muito ampliadas. Apesar disso, o volume de produção do Espírito Santo cresceu para 3,5 milhões de frutos. A cultura apresentou um ligeiro decréscimo de rendimento médio de 4.274 frutos/ha. Nesta década, a cultura do mamoeiro do município de Monte Alto em São Paulo foi praticamente dizimada pelo Mosaico do Mamoeiro e, devido à grande severidade com que a doença atingiu as plantações, foi deslocada para outros municípios paulistas.

No Espírito Santo, a cultura do mamão se deslocou de municípios onde seu cultivo era tradicional com mamoeiro dióico, como em Itarana, Itaguaçú, Santa Leopoldina e se expandiu ao litoral. No planalto Serrano, no balneário de Jacaraípe, Serra, ES, foi implantada a primeira lavoura de mamão “Solo”, conduzida de forma empresarial. A partir do grande êxito daquele empreendimento, a cultura se expandiu para o Norte do Estado. O conhecimento adquirido com aquele primeiro plantio, possibilitou fazer a difusão da cultura no território capixaba.



FONTE: IBGE, 2001 - Elaboração Incaper (2003)

FIGURA 4. Produção de Mamão no Espírito Santo - 2000

Nos anos noventa a cultura do mamão se estabeleceu no Estado do Espírito Santo, segundo maior estado produtor nacional. A cultura alcançou o mais alto valor de produtividade do país, 92.266 frutos/ha (Tabela 5). Produtividade superior quase duas vezes à produtividade dos Estados do Pará (57.484 frutos/ha) e da Bahia (44.905 frutos/ha). O Estado do Espírito Santo atingiu a supremacia em qualidade de produção, efetivou o controle da mosca-da-frutas e o domínio do manejo do Mosaico do Mamoeiro e da Meleira, transformando-se no maior Estado exportador de mamão para o mercado Norte americano, um mercado extremamente exigente. Impactos considerados como um marco histórico da exploração de mamão no Brasil.

Apesar dos levantamentos oficiais sobre a eficiência produtiva da cultura do mamão, considerarem informações de Estados brasileiros localizados em regiões impróprias para o seu cultivo e, não indicarem separadamente as produções das diferentes variedades exploradas, 'Solo' e 'Formosa', e, ainda, considerarem produções de regiões onde os índices de doenças comprometem significativamente as lavouras, ainda assim, os indicadores nacionais existentes são altamente favoráveis à manutenção da exploração de mamão no Espírito Santo.

Com a segunda maior área de plantio de mamão do Brasil, pouco mais de 42 mil ha, o Estado do Espírito Santo responde por quase um terço da produção nacional, cerca de 500 milhões de frutos; apresenta a maior produtividade da cultura, 84.931 frutos/ha, equivalente a 72t/ha; e é um dos principais fornecedores de mamão ao mercado interno. Tem exportado volumes crescentes de mamão para o exterior (Tabela 6), e contribui para gerar "superávit" na balança comercial brasileira. Neste aspecto, verifica-se que houve crescimento substancial no volume de frutos exportados pelo Estado do Espírito Santo. Em 1992 foi de 1.800 t, e em 2002 passou para mais de 21.000 t. Em termos de divisas, isso equivale a pouco mais de US$ 17 milhões anuais (Tabela 6). A participação do Estado nas exportações de mamão do Brasil atingiu 80% do valor exportado e 74% do volume embarcado pelos portos brasileiros.

A exploração da cultura do mamão no Estado do Espírito Santo é realizada, atualmente, com genótipos do grupo Solo como, Sunrise Solo e Golden, esta especialmente para atender o mercado externo de fruta in natura e genótipos do grupo 'Formosa', principalmente o 'Tainung nº 1. A maior parte dos plantios, cerca de 60%, utiliza genótipos do grupo Solo e 40% do Tainung nº 1. Os municípios maiores produtores do Estado, de acordo com a dimensão de suas áreas de cultivo, estão discriminados na Figura 4. Destacando-se os municípios de Pinheiro, maior produtor de mamão 'Formosa' e Linhares, maior produtor de mamão 'Solo'.

A cultura de mamão no Espírito Santo teve, de fato, o início de seu desenvolvimento no final da década de setenta. Profissionais da extinta EMCAPA – Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária, tais como, os Engenheiros Agrônomos: Tales Borges Pissarra e Sérgio Lúcio David Marin e o Técnico Agrícola Alonso Bonissem Bravim, juntamente com o fitopatologista José Aires Ventura e o Entomologista Renato José Arleu, foram os pesquisadores que deram o suporte técnico ao grande empreendimento agrícola com mamão, que a empresa Blomaco Agrícola S/A, estabeleceu no planalto Serrano, Balneário de Jacaraípe, Serra, ES. Através de intercâmbios bem articulados com a EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/CENARGEN, intermediados pelo pesquisador Engº Agrº Dr. Dalmo Cataulii Giacometti, grande incentivador do mamão no país, e com a EPABA – Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia, através do pesquisador Dr. José Vieira Uzeda-Luna, este empreendimento serviu para adaptação de tecnologias de fundamental importância para a expansão da cultura no Estado e introdução de 32 genótipos de *Carica papaya* no Estado do Espírito Santo (Tabela 7). A partir dessa época, inúmeras pesquisas foram desenvolvidas por pesquisadores do Incaper, visando elaborar o conjunto de tecnologias hoje utilizadas para promover maior produtividade e melhor qualidade de frutos, a fim de atender as exigências dos mercados nacional e internacional.

Além dessas pesquisas desenvolvidas pelo Estado, a difusão da cultura, especialmente, nos municípios da região Norte do Espírito Santo, foi alicerçada por pesquisas estratégicas, proporcionadas por estagiários e pesquisadores de várias Universidades brasileiras. Em particular por alunos dos cursos de Mestrado e Doutorado da Faculdade de Agronomia e Veterinária de Jaboticabal (SP), da Universidade Estadual Paulista –UNESP, que tem como titular da disciplina “cultura do mamão”, o professor Engº Agrº Dr. Carlos Ruggiero, orientador de várias dissertações e teses desenvolvidas sobre a cultura do mamão no Brasil e em particular no Estado do Espírito Santo nos últimos 20 anos.

TABELA 6 – Exportações de mamão: Brasil e Estado do Espírito Santo (1992 – 2002).

Ano	Valor (US$Mil)		Participação	Quantidade (1000kg)		Participação do ES (%)
	ES	Brasil	do ES (%)	ES	Brasil	
1992	1.025	2.447	41,9	1.852	4.234	43,7
1993	1.624	3.274	49,6	2.904	5.604	51,8
1994	2.146	3.766	57,0	3.416	5.916	57,7
1995	2.877	4.020	71,6	3.634	5.272	68,9
1996	2.773	4.724	58,7	3.582	5.693	62,9
1997	4.611	7.277	63,4	5.167	7.869	65,7
1998	6.883	9.453	72,8	6.881	9.878	69,7
1999	10.218	13.577	75,3	11.049	15.709	70,3
2000	12.988	17.694	73,4	14.934	21.510	69,4
2001	14.766	18.582	79,5	16.824	22.804	73,8
2002	17.299	21.624	80,0	21.120	28.541	74,0

Fonte: MDIC(2003) elaboração Incaper(2003)

Tabela 7 – Introduções de genótipos de Carica papaya L. no Estado do Espirito Santo.

Genótipos		ANOS E PROCEDENCIA DOS GENÓTIPOS INTRODUZIDOS			
		1978 EPABA	1982 Universidade do Hawaii	1984 EPABA	1987 CENARGEN/ EMBRAPA
'Solo'	JVUL	X			
'Sunrise Solo'	"	X		X	
'Waimanalo'	"	X		X	
'K – 77'	"	X			
'Sunrise Solo' Line 5	"	X			
'Sunrise Solo' Line 6	"	X			
'Kapoho Solo'	"	X		X	
'Sunrise Solo' Line 72-12	RAH		X		
'Tainung – 01'	JVUL			X	
'Tainung – 02'	"			X	
'Tainung – 03'	"			X	
'Costa Rica – A'	"			X	
'Costa Rica – B'	"			X	
'Tailandia – A'	"			X	
'Tailandia – ATK'	"			X	
'Red Solo'	DCG 429-5				X
'Sunrise 72-12 X 'Heleiwa N° 1'	DCG 430-2				X
'Sunrise 72-12 X 'Heleiwa N° 1'	DCG 430-4				X
'Sunrise 72-12 X 'Heleiwa N° 1'	DCG 430-5				X
'Malay Yelow X Sunrise 63-12'	DCG 431-3				X
'Malay Yelow X Sunrise 63-12'	DCG 431-9				X
'Malay Yelow X Sunrise 63-12'	DCG 431-8				X
'Sunrise 72 – 12 X Maradol'	DCG 432-8				X
'Sunrise X Haleiwa N° 1'	DCG 433-6				X
'Waimanalo X Sunrise 73-10'	DCG 434-4				X
' F1-77-6 X 7-47'	DCG 422-1				X
' F1-77-6 X 7-47'	DCG 422-4				X
' F1-77-6 X 7-47'	DCG 422-5				X
' F1-77-6 X Costa Rica'	DCG 423-1				X
' F1-77-6 X Costa Rica'	DCG 423-7				X
' F1-77-6 X Filipinas'	DCG 424				X
' Solmar-2 (S-2)	DCG 537				X
' Solmar-2 (S-3)	DCG 538				X
' Solmar X Sunrise 72-12'	DCG 539				X
' Solmar X Sunrise 72-12 (SS-5)'	DCG 540				X
' Solmar X Sunrise 72-12'	DCG 541				X
' F1 Formosa X Sunrise (Polinização Aberta)'	DCG 542				X

Fonte: Incaper (2003)

REFERÊNCIAS

BARBOSA, G.A. A cultura do mamoeiro; enfermidades abióticas observadas na Guanabara. A lavoura, 1971. pg.19-24.

COSTA, A.S.; CARVALHO, A.M. de; KAMADA, S. Constatando o mosaico do mamoeiro em São Paulo. Agronômico, Campnas, v.21, n.3/4, p.38-43, 1969.

IBGE, Censo Agropecuário 1950. v.2. Brasil. Rio de Janeiro, 1956.

IBGE, Levantamento da produção agrícola municipal. 1973. Brasil. Rio de Janeiro, 1974.

IBGE, Censo Agropecuário 1970. v.3. Brasil. Rio de Janeiro, 1975.

IBGE, Anuário Estatístico do Brasil. 1975. v.36. Rio de Janeiro, 1976.

IBGE, Anuário Estatístico do Brasil. 1980. v.41. Rio de Janeiro, 1981.

IBGE, Anuário Estatístico do Brasil. 1990. v.50. Rio de Janeiro, 1990.

IBGE, Censo Agropecuário 1995-1996. n.1. Brasil. Rio de Janeiro, 1998.

IBGE, Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes. V.27. Rio de Janeiro. 2001.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO ,INDUSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Indicadores e estatísticas. webmaster@desenvolvimento.gov.br

NAKAMAE, I.J. ed. 2003. Anuário da Agricultura Brasileira. Editora Argos Comunicação. São Paulo, 2003. pg.378-386.

Capítulo

2

SITUAÇÃO DA CULTURA DO MAMOEIRO NO BRASIL

Carlos Ruggiero
Maria Vitória Cecchetti Gottardi
Silvia Correa Santos
Rosilene Ferreira Souto Meneguci

INTRODUÇÃO

Uma avaliação retrospectiva da cultura do mamoeiro no Brasil nos últimos 40 anos precisará ser feita sobre várias óticas, de acordo com um sistema integrado, contexto no qual a cultura precisa ser apreciada. Portanto, o entendimento dos diferentes elos desse sistema seguramente possibilitará compreender a evolução verificada, localizar os pontos onde os respectivos elos apresentam sinais de ruptura e aqueles onde os elos precisam ser construídos, para que o sistema possa funcionar como um todo, perfeitamente ajustado, criando novos empregos e oportunidades neste mundo globalizado da economia.

CONSIDERAÇÕES DE ORDEM ECONÔMICA

Inicialmente, procurar-se-á mostrar qual a influência de uma doença nos aspectos econômicos de uma região ou de um país, aumentada nos dias de hoje devido ao caso do brutal sacrifício de animais na Europa, em razão da doença da vaca louca e da febre aftosa. Serão comentados os reflexos do mosaico do mamoeiro, que motivou a migração da cultura, com reflexos econômicos nas respectivas áreas onde era explorada.

Nos anos 60, a região de Monte Alto, Estado de São Paulo, era considerada a capital brasileira do mamoeiro. Com o surgimento das primeiras referências do mosaico, relatadas em 1967, em uma comunicação feita por um técnico de renome internacional – cuja capacidade aproveitamos para reverenciar –, o Dr. Álvaro Santos Costa, do Instituto Agronômico de Campinas, e por um agrônomo do então pujante sistema das Casas de Agricultura do Estado de São Paulo, engenheiro agrônomo Shineki Kamada. Eles relatavam a primeira ocorrência do mosaico do mamoeiro na região. Verificava-se que a cultura do mamoeiro, em 1975, ocupava no Brasil uma área de 5.612 hectares, possibilitando a geração de aproximadamente 20.000 empregos diretos e indiretos.

Com relação às variedades, verifica-se que até fins da década de 70 predominavam no Brasil cultivos de mamoeiros dióicos ou "comum" e o Estado de São Paulo destacava-se como principal produtor, porém a ocorrência do vírus do mosaico na região de Monte Alto (Figura 1), provocou uma queda e a migração da cultura para outros estados, como único recurso de luta contra a doença. Vale ressaltar que, nessa caminhada, após os pomares se tornarem improdutivos em razão da ocorrência da doença, eram sumariamente abandonados, permanecendo as plantas improdutivas por vários anos na área, onde se instalava a pecuária, o que contribuiu significativamente para o aumento na velocidade de disseminação da doença.

Em 1976/77, a cultura ganhava um novo impulso no Brasil, principalmente devido à introdução de cultivares havaianos do grupo Solo e de híbridos chineses do grupo Formosa, notadamente nos Estados do Pará, da Bahia e do Espírito Santo.

A cultura migrou inicialmente para as regiões do oeste do Estado de São Paulo, depois para outros estados. Havia excelentes lavouras formadas em Inhumas (Goiás), nos idos de 1980, pelo engenheiro agrônomo Mário Nagao. Ele adotava um eficiente sistema de *roguing*, o que possibilitou o convívio com a doença por vários anos, com excelente produtividade, ocupando em 2001 uma área de 40.035 hectares, gerando aproximadamente 200.000 empregos diretos e indiretos. Destacavam-se os Estados da Bahia e do Espírito Santo como os principais produtores, com cerca de 25.965 e 5.668 hectares de área plantada, respectivamente, nessa época (IBGE, 2001).

FIGURA 1 - Monte Alto – SP, capital brasileira do mamão, na década de 1960.

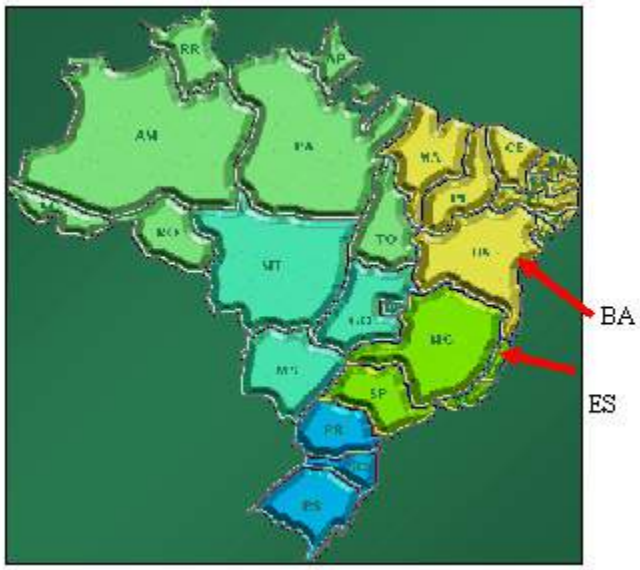


FIGURA 2 - Principais regiões atualmente produtoras de mamão no Brasil em 2001.

Observa-se que a área mostrada em destaque na Figura 2 é basicamente ocupada por materiais do grupo Solo, em especial os cultivares Sunrise Solo, Sunrise solo 72-12. Ressalta-se, nos últimos tempos, o surgimento do Baixinho de Santa Amália, um mutante natural dentro do grupo Solo, que possui um porte menor, podendo ser

recomendado para os pomares irrigados por aspersão ou, ainda, ser uma opção para lavouras em cultivos protegidos, como as já existentes nas Ilhas Canárias, Espanha. Merece destaque, também, o surgimento recente do cv. Golden, outro mutante natural do Sunrise Solo.

Observa-se que o investimento em pesquisa deve sempre ser estimulado, procurando-se constituir grupos integrados, para resolver os diferentes problemas dentro do sistema integrado de produção, de maneira que a cultura sempre deva ser observada de acordo com esse conceito.

A cultura do mamoeiro é um exemplo mostrando que, se de um lado têm-se inúmeros problemas a serem resolvidos, mas de outro lado já existem técnicas de manejo disponíveis, quando estas são utilizadas adequadamente, pode-se conviver com os problemas. É o que ocorre com os produtores do Estado do Espírito Santo, que há mais de 20 anos exploram a cultura, com excelente produtividade, e têm proporcionado ao Brasil ganhos significativos na exportação do mamão.

Muitas vezes, os dirigentes se esquecem de que o custo de um emprego gerado no campo é infinitamente inferior ao custo de um emprego gerado na indústria.

SISTEMA INTEGRADO DE ENSINO

Dentro de um sistema integrado de produção, preciso prestar atenção à evolução dos cursos de agronomia, e observar de que maneira são formados os profissionais aptos a trabalhar nessa área.

Em 1966, quando o Prof. Ruggiero concluía o curso de Engenharia Agronômica na ESALQ, Piracicaba (São Paulo), este era então o único curso existente no Estado de São Paulo. Atualmente, existem 13 cursos de agronomia nesse estado e 80 cursos no Brasil. É necessário, portanto, proporcionar aos ingressantes nas escolas de agronomia, oportunidades dignas de emprego após a conclusão de seus cursos. Tem de ser despertada nesses alunos a centelha da livre iniciativa, de maneira que eles pensem em ser donos de suas atividades, e não apenas fiquem nos bancos escolares à espera de um emprego futuro. Com essa simples mudança de comportamento, se chegará a resultados espetaculares.

Nesse sentido, destaca-se o avanço da política adotada pela UNESP de Jaboticabal, que incluiu o Projeto Agrícola, há alguns anos, como uma das modalidades do trabalho de graduação. Alguns trabalhos orientados nessa área ressaltam o ganho

obtido na formação de bons profissionais.

Além disso, dentro um sistema integrado de produção, precisa-se dinamizar todo o potencial para o aproveitamento da fruta. Registra-se, com pesar, o insignificante número de pessoas trabalhando com a papaína. Esses trabalhos incluiriam desde a seleção de cultivares até adequação das técnicas de produção. Verifica-se que alguns elos do sistema produtivo ficaram praticamente abandonados.

Outro ponto que precisa ser abordado é: de maneira geral, como e onde os assuntos são abordados dentro do um sistema – o qual deveria ser integrado. Os segmentos necessários para o entendimento da cultura são ministrados, muitas vezes, em períodos diferentes, com intervalos de até dois anos. Explicando melhor, o aluno estuda a cultura, por exemplo do mamão, em uma disciplina, e as doenças do mamoeiro serão estudadas em disciplina ministrada, às vezes, com diferença de até dois anos; em alguns casos, dependendo da escolha do aluno, nem haverá essa seqüência.

Portanto, a maneira de abordar o assunto precisa ser radicalmente transformada. Cita-se, com satisfação, a experiência da UNESP de Jaboticabal, onde a cultura é ministrada, em um sistema integrado, aos alunos da pós-graduação, em três segmentos, por exemplo: no primeiro, há aulas teóricas, com duração de uma semana, com a participação de vários professores; no segundo, é feita uma visita, com duração de uma semana, em lavouras mal e bem-conduzidas, proporcionando uma visão crítica do problema; e no terceiro, seminários são apresentados pelos alunos de acordo com a área de interesse deles.

Os resultados obtidos nos cursos realizados desde 1991 até 2001 são bastante satisfatórios, podendo ser utilizado como modelo por outras instituições.

E com a experiência de 33 anos de magistério, não se têm dúvidas ao afirmar que o curso de agronomia que conseguir implantar um curso integrado se constituirá no melhor curso ministrado no Brasil, mesmo que individualmente tenha no corpo docente jovens professores.

QUALIDADE DO PRODUTO OBTIDO

Num sistema integrado de produção, a qualidade, aliada ao conceito de rastreabilidade, tem de estar presente na mente do produtor.

A qualidade deve ser observada em vários aspectos. Trabalhos realizados mostram que a qualidade do produto melhora em função do ponto de colheita, isto é,

quanto mais maduro estiver o fruto no momento da colheita, melhor serão suas propriedades organolépticas. Quando se retarda a colheita, possibilitando a maturação do fruto na planta, a polpa produzida é mais saborosa e macia, no entanto terá menor vida-de-prateleira, tornando obrigatória a tecnologia de frio bem ajustada nas casas de embalagem e durante a distribuição final do produto.

Verifica-se evolução bastante significativa na pré e pós-colheita dos frutos. Antigamente, o mamão era literalmente encaixotado no campo nas famosas caixas duplas (Figuras 3 e 4), sem nenhum tratamento e transportado posteriormente em caminhões a granel, utilizando-se, às vezes, caixas de papelão para acondicionar frutas produzidas com boa tecnologia (Figura 5). Hoje, a maioria dos produtores, principalmente os de mamão papaia, realizam a colheita no campo com todos os cuidados, para não danificar o fruto. Após esse procedimento, os frutos são levados para a casa de embalagem, onde são submetidos a tratamentos e limpeza, para posterior encaixotamento, em caixas apropriadas, e transportados em caminhões.

Atualmente, registra-se uma evolução significativa: em alguns casos, a fruta é colhida bem mais madura, em propriedades que detêm boa tecnologia de frio, como é o caso da Caliman, localizada em Linhares, Espírito Santo (Figura 6). No entanto, ainda hoje, observa-se o transporte a granel, principalmente para do mamão Formosa.

FIGURA 3 - Encaixotamento de mamão no campo em caixas duplas.

FIGURA 4 - Transporte a granel, ainda utilizado para frutas do grupo formosa.

FIGURA 5 -Transporte em caixas, já praticada em Inhumas – GO, nos idos de 80.

FIGURA 6 - Frutas maturadas na planta e colhidas com todos os cuidados, o que proporciona excelente qualidade. Espírito Santo, 2001.

O Conceito de Rastreabilidade precisa estar sempre presente, uma vez que, após os incidentes com a vaca louca e a febre aftosa, os importadores ficaram seguramente mais exigentes quanto aos demais produtos. É preciso, portanto, que os produtores consigam fornecer informações confiáveis sobre todos os elos do sistema produtivo, sem o que o Brasil sofrerá sérias restrições no mercado internacional e mesmo no comércio entre os diferentes estados do País.

No Quadro 1, procurou-se resumir as principais mudanças observadas nos últimos 40 anos.

QUADRO 1 - Evolução da cultura do mamoeiro no Brasil, observada nos últimos 40 anos

PERÍODO	
Até 1967	**2001**
Ausência de produtores de sementes	Existência de bons produtores de sementes
Semeadura direta no campo	Semeadura em recipientes
Cultura dióica	Cultura monóica
Frutas destinadas exclusivamente ao mercado interno	Frutas destinadas ao mercado interno e à exportação, com significativo incremento neste setor
Ausência de casas de embalagem, frutos acondicionados ainda no campo	Existência de boas casas de embalagem
Predominância do mamão comum	Predominância do mamão Papaya e híbridos do grupo Formosa e existência de pequenas áreas plantadas com o mamão comum

PROPAGAÇÃO

Embora o mamoeiro possa ser propagado por via sexuada, estaquia e enxertia, além da biotecnologia, predomina ainda hoje a propagação por via sexuada.

Por meio de uma retrospectiva destas quatro décadas, observa-se que não havia produtores de sementes; o produtor conseguia praticamente de graça sementes

de um produtor amigo para iniciar uma nova lavoura. Era comum o sistema de semeadura direta, no campo (Figura 7), colocando-se uma grande quantidade de sementes por cova. Atualmente, encontram-se bons produtores de sementes, sendo ainda muito necessário implementar essa atividade.

Com relação a mudas, é preciso oferecê-las com um selo de qualidade, como estão fazendo os produtores de mudas de citros. Se faz necessário definir, para a muda de mamão, os padrões para essa certificação.

Predomina o sistema de semeadura em que são utilizadas bolsas plásticas. É variável o número de bolsas por cova, aconselhando-se três para os cultivares do Grupo Solo e, no mínimo, duas para os cultivares do Grupo Formosa.

O desconhecimento do sexo das mudas obriga os produtores a plantar três a duas mudas por cova (Figura 8). Na época do florescimento, quando se realiza o desbaste final, eliminam-se as plantas femininas, deixando-se apenas as hermafroditas, que produzirão frutos de valor comercial. Esse processo aumenta os custos de produção e, conseqüentemente, torna o produto final mais caro para o consumidor.

FIGURA 7 - Semeadura diretamente no campo, utilizando-se grande quantidade de sementes por cova.

FIGURA 8 - Plantio utilizando três mudas por cova.

Por essas razões, nos últimos anos, muitos esforços têm sido feitos na tentativa de se obter um método de determinação precoce do sexo do mamoeiro em mudas, antes que elas sejam levadas para o campo, contudo nenhuma metodologia aplicável em campo até hoje se mostrou eficaz em alcançar esse propósito.

É, portanto, bastante interessante a realização de pesquisas relacionadas à caracterização do sexo do mamoeiro, pois, com a descoberta de uma forma de determinação sexual para essa cultura, o produtor poderia identificar precocemente as mudas hermafroditas.

Para eliminar praticamente todas as plantas femininas, ao final do desbaste, no florescimento, alguns bons produtores estão adotando o sistema de plantio em linha corrida, colocando bolsas plásticas a uma distância de aproximadamente 75 cm umas das outras. Com isso, o espaçamento entre plantas após o desbaste final, no florescimento, não ficará perfeitamente uniforme, mas possibilitará a redução para praticamente zero do número de plantas femininas ao final.

Verifica-se que a sexagem precoce precisa evoluir rapidamente, para viabilizar esse procedimento em campo. É necessário que procedimentos seguros de biotecnologia venham a ser desenvolvidos, permitindo aos produtores, na formação de novos pomares, o plantio de apenas uma planta por cova, com o sexo já definido.

A UNESP, Campus de Jaboticabal, por meio do Laboratório de Bioquímica de Micoorganismos e Plantas, sob responsabilidade da professora Dra. Eliana Gertrudes Macedo Lemos, vem desenvolvendo pesquisas na busca da sexagem precoce do mamoeiro. Trabalhos vêm sendo realizados utilizando-se o cultivo *in vitro*, marcadores RAPD, SCAR, Microssatélites, AFLP e análise de proteínas em géis bidimensionais, com o objetivo de verificar padrões diferenciais em plantas femininas e hermafroditas dos principais cultivares do grupo Solo. Já existem resultados preliminares, que permitem acreditar que, em futuro próximo, essa tecnologia poderá ser utilizada pelos produtores.

Outra questão importante é o desenvolvimento de um pacote tecnológico, para produzir mudas *in vitro*, que pode ser uma opção futura, porém hoje encontra problemas, como:

- padronização do meio de cultura quanto à concentração de hormônios para enraizamento de explantes,
- ajuste no fotoperíodo e
- aclimatação das plântulas.

Em relação às pesquisas que vêm sendo desenvolvidas, há grande possibilidade de desenvolvimento de metodologias para detecção precoce do sexo do mamoeiro, reduzindo, dessa forma, o custo de produção. Em relação a projetos futuros, sugerem-se:

- produzir sementes sintéticas com sexo conhecido, oriundas da micropropagação;
- por imunologia, desenvolver Kit de detecção rápida do sexo do mamoeiro;
- desenvolver um marcador SCAR para identificação do sexo do mamoeiro; e
- desenvolver Mapa de Ligação para Carica papaya L.

SISTEMAS DE COMERCIALIZAÇÃO

Encontra-se nos sistemas de comercialização um importante gargalo no sistema integrado para a produção de mamão, sendo importante definir claramente o que venha a ser um produtor ideal: aquele que pertença a uma associação eficiente, que lhe proporcione orientação técnica, comercialize sua produção, procurando agregar valor ao produtor. No entanto, verifica-se, de um lado, a completa descrença do produtor no associativismo, e de outro, negligência dos responsáveis pelo setor, que praticamente deixaram o sistema de comercialização na mão de quem pode mais.

É perverso o sistema de comercialização em consignação vigente, altamente danoso aos produtores. Observa-se que as centrais de comercialização, CEASAS e CEAGESP, fugiram completamente dos objetivos traçados nas suas concepções, sendo a comercialização praticada por pessoas em sua grande maioria que nada têm a ver com o sistema produtivo**.**

Registra-se também a concentração da comercialização praticada pelas grandes redes, praticamente deixando o pequeno produtor.

É preciso que o sistema cooperativo, ou associativismo venha a ser definitivamente implantado na produção agropecuária brasileira, onde registra-se o lacônico título " Mamão: A incrível viagem da fruta que encarece 900% até chegar ao consumidor " (revista UNESP RURAL, nº 1, ano 1de 1996).

É imperioso repensar o sistema de comercialização vigente: quais as funções das centrais de comercialização? quem deveria ocupar esses espaços? como são formados os preços dos produtos? como os produtores poderiam participar? como as

associações atuariam no dimensionamento de áreas, evitando o tão perverso efeito gangorra – de um para outro ano, por exemplo, o preço ótimo praticado em abril-maio 2001 pode determinar uma superoferta em 2002?

Outro ponto no sistema de comercialização é necessidade de padronização da produção. Neste sentido, registra-se o progresso obtido com várias frutas, em um trabalho capitaneado pela dinâmica profissional Dra. Anita de Souza Dias Gutierres.

Com a implantação de normas claras para a comercialização, talvez daqui a alguns anos seja registrado o comércio eletrônico de mamão, em que a qualidade será seguramente um fator de destaque.

É preciso que o mercado de leilões já implantado, principalmente para as frutas de caroço, por exemplo já implantado pela Holambra II, venha a ser efetivado para as demais fruteiras.

Também, reveste-se da máxima importância a necessidade da adoção do transporte paletizado. Dados obtidos por meio do CEAGESP indicam que, para descarregar um caminhão a granel, são necessárias sete a oito horas trabalhando-se com sete empregados, e para descarregar o mesmo caminhão paletizado são necessários 15 minutos.

Para a adoção de um sistema de palets, é necessário que o caminhão seja perfeitamente dimensionado, levando-se em consideração alguns fatores, como: tipo de carroceria, tamanho das caixas etc. (Figura 9).

FIGURA 9 - Evolução verificada no transporte de mamão: A e B – caixas, C – granel e D – palets e caminhões frigorificados.

EDIÇÃO DE BOLETINS e LIVROS

Neste período, registraram-se progressos notáveis nesta área, podendo ser destacadas as seguintes publicações:

1º SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1980.

MEDINA, J.C. **Mamão**: da cultura ao processamento. Campinas: ITAL, 1980. 244p. (Série Frutas Tropicais 7).

LUNA, J.V.U. **Instruções para a cultura do mamão**. Salvador: EPABA, 1982. 22p. (Circular Técnica 1).

MARIM, S.L.D.; GOMES, J.A**. Sexagem do mamoeiro e suas aplicações no desbaste de plantas**. Vitória – ES: EMCAPA, 1985, 20p. (Circular Técnica 11).

LUNA, J.V.U. **Relatório de uma expedição científica ao Havaí, Formosa e Tailândia**. Salvador: EPABA, 1986. 19p. (Documento 10).

MARIM, S.L.D.; GOMES, J.A.; SALGADO, J.S. **Recomendações para a cultura do mamoeiro cv Solo no Estado do Espírito Santo**. 1986. 62p. (EMCAPA, Circular Técnica, 3).

2º SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO. Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1988.

MARIM, S.L.D.; GOMES, J.A.; ALVES, F.L. **Introdução, avaliação e seleção do mamoeiro cv. Improved Sunrise Solo Line 72/12 no Estado do Espírito Santo**. Vitória – ES, EMCAPA, 1989. 13p. (Documento 59).

OLIVEIRA, A.M.G. et.al. **Mamão para exportação**: aspectos técnicos da produção. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 52p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX 9).

CARRARO, A.F.; CUNHA, M.M. **Manual de exportação de frutas**. Brasília: FRUPEX, 1994. 252p.

EMBRAPA. A cultura do mamão. Brasília: CNPMFT, 1994.80p.

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

MARTELETTO, L.A.P.; MALDONADO, J.F.M.; VIEIRA, A. et.al**. A cultura do mamão: perspectivas:** tecnologia e viabilidade. Niterói: PESAGRO-RIO, 1997. 28p. (Documento 37).

No entanto, percebe-se a necessidade de alertar os pesquisadores e demais interessados sobre a necessidade de boletins mais fotográficos para a orientação dos produtores em nível de campo, por exemplo, ilustrações dos sintomas das doenças e das infestações por pragas, em diferentes estágios.

TREINAMENTO DE MÃO-DE-OBRA

A cadeia produtiva sente a necessidade premente do treinamento de mão-de-obra especializada em todos os níveis. Têm-se observado, na cultura do mamoeiro, operadores emergindo frutos para o tratamento em casas de embalagem com as mãos desprotegidas. Também, em lavouras arrendadas, os produtos dos tanques de tratamento das frutas são despejados no solo sem nenhum cuidado com o meio ambiente. Além disso, verifica-se o despreparo de técnicos, que desconhecem fundamentos básicos da cultura, evidenciando que o planejamento de cursos para reciclagem da mão-de-obra reveste-se da máxima importância.

Mas registra-se com satisfação o progresso obtido por várias empresas no Brasil, que contribuem, com as técnicas empregadas, para aumentar significativamente as exportações do País.

MARKETING

Essa área apresenta-se totalmente desamparada; as diferentes formas de aproveitamento da fruta, ou da planta, deveriam ser amplamente difundidas em *work-shops*, através dos diferentes meios de comunicação.

Vale destacar o não-aproveitamento das frutas femininas dentro do grupo Papaya; o Brasil dá-se ao luxo de jogar fora de 3 a 8% da área plantada.

Campanhas promocionais sobre essa questão são extremamente importantes,

pois observa-se que as plantas femininas são estáveis, não apresentando problemas de carpeloidia, nem fêmea esterilidade, e produtivas, produzindo frutos pequenos. O desempenho de campanhas de marketing sobre o aproveitamento das frutas femininas possibilitaria aos produtores economia adicional, pois plantariam apenas uma planta por cova.

ALGUNS GARGALOS TÉCNICOS

CONTROLE DE PRAGAS

Com relação aos ácaros, trabalhos realizados mostram que, deixando-se o mato nas entrelinhas da cultura, ocorre diminuição deles, em razão dos inimigos naturais que se formam. No entanto, o mato nas entrelinhas implica o risco da incidência de pulgões, o que poderia comprometer a cultura com um aumento das viroses. É preciso que estudos sejam desenvolvidos nesse sentido, talvez com a semeadura de plantas invasoras específicas, possibilitando o convívio com os inimigos naturais, contribuindo, assim, para redução nas pulverizações.

Os produtos registrados para o controle de pragas são escassos, o que deve merecer das autoridades o máximo empenho no sentido de dotar a cultura de produtos adequados para um bom controle. Louva-se a abertura obtida com a extensão de uso, mas esta precisa ser controlada pelos registros competentes.

Reveste-se da máxima importância um esclarecimento, por meio de pesquisas, acerca dos possíveis agentes associados à transmissão da meleira, que tem se constituído em sério problema.

Destaca-se a conquista obtida com relação à mosca-das-frutas em razão do êxito do *Systems Approach*, que tem possibilitado ao Estado do Espírito Santo exportar mamão para o mercado americano. O Brasil, em 1999, conseguiu exportar 15.709 toneladas para os seguintes mercados: Estados Unidos, Países Baixos, Alemanha, Reino Unido, Portugal, França e Canadá (AGRIANUAL, 2001); estima-se que, em curto prazo, esse número poderá alcançar a cifra de 60.000.

DOENÇAS

Para algumas doenças é necessário uma definição clara dos agentes envolvidos, bem como os possíveis agentes relacionados, como é o caso da meleira. É preciso também que o sistema de alerta, utilizado com sucesso para algumas doenças, venha rapidamente a ser implementado na cultura do mamoeiro.

É digno de registro o esmero com que alguns produtores tratam a cultura, coletando frutos caídos no chão, folhas velhas, procurando de todas as formas diminuir fontes de inóculo.

Também se destaca a portaria nº175, de 25/10/1994, da Secretaria da Agricultura do Espírito Santo, que proporciona aos técnicos as ferramentas para possibilitar a erradicação de pomares improdutivos, velhos ou abandonados.

A atenção para com o "roguing" onde a planta com os primeiros sintomas de doenças como mosaico do mamoeiro e meleira dificilmente seria erradicada, em outras condições.

PRODUÇÃO DE SEMENTES

Embora os progressos nesta área tenham sido estupendos, são necessários trabalhados integrados para proporcionar aos produtores sementes de qualidade, por exemplo, aumentar a resistência ao transporte, no caso do cv. Baixinho de Santa Amália, selecionar plantas com pedúnculos mais longos e aquelas que possibilitariam que as boas características do mamão comum fossem ser incorporadas ao sistema produtivo.

O pacote tecnológico para produzir mudas *in vitro* precisa ser aperfeiçoado, pois os resultados obtidos até o momento mostram divergências extremas entre eles.

Ressente-se a total falta de pesquisas para a seleção de plantas para a produção de papaína.

É preciso incorporar ao sistema produtivo os últimos avanços da biologia molecular e propiciar a sua utilização no sistema produtivo, para se obter melhorias desde a produção – não só na comercialização de sementes registradas, mas também no melhoramento da cultura como um todo.

PLANTAS TRANSGÊNICAS

O avanço das pesquisas sobre as plantas transgênicas, seguramente, possibilitará ampliar a área cultivada, bem como abrir um significativo mercado de sementes para os plantios nos fundos de quintais, onde, sem dúvida, o mamão é considerado uma das plantas favoritas, por ocupar pequena área e por produzir o ano todo.

É preciso que a comunidade científica defina claramente o que quer a respeito, pois, para algumas doenças, a tecnologia já está perfeitamente dominada.

Uma alternativa que vem sendo desenvolvida é o mamoeiro transgênico resistente ao PRSV. O primeiro mamoeiro transgênico, planta denominada linha 55-1, foi desenvolvido com a colaboração entre a Universidade de Cornell, a Universidade do Havaí e a Empresa UpJohn. (FITCH et al., 1992). Essa planta mostrou-se resistente aos isolados havaianos, porém, quando testada com isolados de outras regiões, incluindo o Brasil, apresentou suscetibilidade (TENNANT et al., 1994). Em razão desse problema, a Embrapa, por meio do Centro de Mandioca e Fruticultura na Bahia, em parceria com a Universidade de Cornell, desenvolveu o mamoeiro transgênico resistente aos isolados brasileiros de PRSV.

Quanto ao mamoeiro transgênico, existem ainda restrições referentes aos possíveis riscos associados ao uso de organismos geneticamente modificados (OGM), gerando polêmicas devido ao fato de esta discussão não ser guiada prioritariamente pelo aspecto técnico-científico.

COLHEITA

Nessa área, os trabalhos precisam ser ampliados, possibilitando a adoção de toda a tecnologia disponível, procurando-se passar ao trabalhador os conhecimentos adequados sobre o ponto de colheita, a importância das unhas dos trabalhadores, a utilização de luvas, como cortar o pedúnculo, como acondicionar os frutos nas caixas etc., visando reduzir ao mínimo as injúrias provocadas nos frutos. É preciso levantamento cuidadoso com os produtores para se determinar, para cada fase do processo, a percentagem de injúrias provocadas nos frutos.

Reveste-se da máxima importância a definição prévia do ponto de colheita. Em linhas gerais, atualmente, são adotados os seguintes critérios:

- estádio 0: casca de cor verde/verde-clara, sem estrias,
- estádio 1: uma pinta (verde mais claro com uma estria amarela),
- estádio 2: duas pintas (verde-claras, com duas estrias amarelas) e
- estádio 3: três pintas (verde-claras com três a quatro estrias amarelas)

Para a exportação do mamão, o ponto de colheita mais utilizado é o estádio 2, e mesmo para o mercado interno, quando as distâncias são maiores que 500 km. Quando inferior a essa quilometragem, colhe-se o fruto no estádio 3. Atualmente, produtores que detêm alta tecnologia de frio (frigoconservação) estão adotando a prática da colheita de frutos maduros, para melhorar a qualidade do produto destinado ao consumidor.

É preciso que o conceito de rastreabilidade seja incorporado ao sistema produtivo, ficando claros os procedimentos adotados com relação aos resíduos dos tanques de tratamento das frutas nas casas de embalagem, bem como uma observação da percentagem de resíduos permitidos.

CULTIVO PROTEGIDO

À primeira vista, falar de cultivo protegido do mamoeiro no Brasil pode parecer um absurdo, no entanto, nas Ilhas Canárias, encontram-se, atualmente, 2.300 ha de banana em sistema protegido, e o nosso 'Baixinho de Santa Amália' já ocupa área de 150 ha. Com a banana, nessas condições, tem-se conseguido produtividade de até 100 t/ha, e para o mamão registram-se boas marcas. Para o Brasil, alguns estudos já foram realizados, mostrando sua eficiência no controle do mosaico do mamoeiro. Kimura (1997), estudando o comportamento do mamoeiro Baixinho de Santa Amália (Sunrise – Solo) em ambiente protegido, na região de Jaboticabal, verificou que tanto o telado como a estufa foram eficientes barreiras para evitar a contaminação das plantas em relação ao mosaico. Trabalhos realizados em Ilha Solteira (Revista Brasileira de Fruticultuta, v.22, n.3, dezembro de 2000) mostram que é um sistema econômico.

Estudos devem ser desenvolvidos, e seguramente ampliarão as possibilidades de cultivo para inúmeras áreas neste vasto território brasileiro.

PADRONIZAÇÃO

É preciso um esforço concentrado dos produtores, técnicos, pesquisadores etc., para que um sistema de padronização das frutas venha a ser definitivamente incorporado ao sistema produtivo, para a cultura do mamoeiro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É preciso que a cultura seja plantada dentro de um sistema integrado de produção, em que cada elo do sistema funcione adequadamente e aqueles mais fracos ou inexistentes venham a ser melhorados, o que seguramente trará reflexos positivos na economia brasileira.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL, 2001.

FITCH, M.; MANSHARDT, R.; GONSALVES, D.; SLIGHTOM, J.; SANFORD, J. Virus resistant papaya plants derived from tissues bombarded with the coat protein gene of papaya ringspot virus. **Bio/Tecnology**, v.10, p.1466-1472, 1992.

IBGE. **Produção de mamão**. Disponível em:.http://www.sidra.ibge.gov.br/. Acesso em: 5 de março 2001.

TENNANT, P.F.; GONSALVES.C.; LING, K.S.; FITCH, M.M.M.; MANSHARDT, R.; SLIGHTOM, J.L.; GONSALVES, D. Differential protection against papaya ringspot virus isolates in coat protein gene transgenic papaya and classically cross-protected papaya. **Phytopathology**, v.41, p.1359-1366, 1994.

KIMURA, A. **Comportamento do mamoeiro Baixinho de Santa Amália mutante natural de “Sunrise Solo”, em ambiente protegido na região de Jaboticabal**. 1997. 97f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Capítulo 3

CARACTERIZAÇÃO DE CULTIVARES, ESTRATÉGIAS E PERSPECTIVAS DO MELHORAMENTO GENÉTICO DO MAMOEIRO

Adelaide de F. S. da Costa

Braz Eduardo Vieira Pacova

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) não teve seu centro de origem precisamente determinado, sendo esta questão discutida por muitos anos. Alguns autores mencionaram o fato desta espécie ser originária do sul do México, enquanto outros autores sugeriram as terras baixas da América Central Oriental e as Antilhas. Entretanto, Badillo (1971) afirmou que seu centro de origem é, muito provavelmente, o noroeste da América do Sul, o qual se apresenta como centro de origem de outras espécies do mesmo gênero. A maioria das espécies do gênero *Carica* se concentra na vertente oriental dos Andes, com diversidade genética máxima na Bacia Amazônica Superior, sendo o mamoeiro caracterizado, portanto, tipicamente tropical.

Após a descoberta do Novo Mundo, o mamoeiro foi amplamente distribuído nos trópicos, principalmente África e Ásia, inicialmente por navegadores portugueses, espanhóis e, posteriormente, por mercadores árabes. Provavelmente o mamão foi introduzido no Brasil após o seu descobrimento, pois não há registros, na língua Tupi-Guarani, de nenhum vocábulo que expresse a planta ou o seu fruto, sendo a palavra mamão de origem portuguesa (HOEHNE, 1937, citado por MEDINA, 1995).

Atualmente, o mamão é uma espécie bastante disseminada em regiões edafoclimáticas favoráveis, sendo que sua distribuição pode se estender desde a latitude de 32 graus Norte até 32 graus Sul, porém as áreas comerciais se encontram distribuídas em latitudes mais restritas.

O mamoeiro é pertencente à classe *Dicotyledoneae*, subclasse *Archichlamydeae*, ordem *Violales*, subordem *Caricineae*, família *Caricaceae* e gênero *Carica*. Badillo (1993) propôs o Segundo Esquema de Taxonomia da Família *Caricaceae*, o qual vem complementar a Monografia publicada por Badillo (1971), incluindo os mais recentes trabalhos de classificação e tipificação das espécies (Badillo, 1971). Segundo o esse autor, a família *Caricaceae* possui cinco gêneros e 34 espécies, nativas da zona neotropical, excetuando-se apenas duas da África Equatorial. Seriam

35, porém uma espécie do gênero *Carica* foi excluída por não possuir figura ilustrativa junto à publicação e haver homônimo dentro da classificação proposta por Badillo (1993). A distribuição do número de espécies nos cinco gêneros ocorre da seguinte forma: *Cylicomorpha* (duas espécies), *Jacaratia* (sete espécies), *Horovitzia* (uma espécie), *Jarilla* (três espécies) e *Carica* (21 espécies). O gênero *Carica* possui duas seções: seção *Carica* (*C. papaya*) e seção *Vasconcella* (20 espécies). A diferenciação das espécies da família *Caricaceae* ocorre basicamente devido à variabilidade genética das folhas, inflorescências, flores, frutos e sementes. Segundo Storey (1941), o genoma básico do gênero *Carica* é n = 9 cromossomas, ou seja, 2n = 18, para a fase diplóide.

Dentro do gênero *Carica* a espécie *Carica papaya* L. é a única conhecida comercialmente. Algumas espécies, entretanto, possuem caracteres valiosos, que poderiam ser úteis em programas de melhoramento genético do mamoeiro da espécie *Carica papaya* L. Vários estudos têm sido realizados, principalmente buscando resistência a doenças, especialmente às viroses; visando incorporar genes de resistência ao germoplasma de *C. papaya*, por exemplo a resistência ao vírus do mosaico-do-mamoeiro. As espécies *C. cauliflora* Jacq. (MALAGUTI et al., 1957) e *C. candicans* A. Gray (RICELLI, 1963) apresentam resistência a esse vírus, podendo, portanto, ser utilizadas nos programas para atender esse objetivo.

Outras características botânicas e comerciais da planta e dos frutos, importantes para a cultura do mamão, podem também ser aproveitadas, seja em métodos que utilizam autopolinizações, uma vez que estas comprovadamente não levam à perda de vigor, seja em hibridações entre genótipos pré-selecionados (variedades e linhagens), seguidas de seleção, autofecundação, retrocruzamentos (STOREY, 1941) e, modernamente, outros métodos não convencionais, especialmente aqueles empregados pela biotecnologia.

Desse modo, o melhoramento genético pode contribuir para a melhoria da produtividade e qualidade de frutos, incrementando a rentabilidade do produtor e seu nível socioeconômico, como também atendendo às exigências de mercados internacionais, especialmente, o europeu e americano.

Neste capítulo, pretende-se destacar, principalmente, a caracterização botânica, a herança genética sexual e os métodos convencionais e não-convencionais utilizados no melhoramento genético do mamoeiro, dando ênfase às atividades desenvolvidas no Estado do Espírito Santo.

DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE *Carica papaya* L.

A espécie *Carica papaya* L. possui plantas dióicas, monóicas ou hermafroditas, de crescimento rápido, geralmente de 3,00 a 8,00 m de altura, caule em torno de 0,20 m de diâmetro, normalmente indiviso, herbáceo-lenhoso, fistuloso nas regiões dos entrenós, suculento, ereto, marcado por grandes e numerosas cicatrizes foliares, terminando com um grupo denso de grandes folhas na região apical. Possui folhas alternadas, grandes limbos foliares (até 0,70 m de diâmetro), longo-pecioladas, lâminas ovais ou orbiculares, profundamente palmatilobadas, com 7 a 11 nervuras principais, apresentando-se mais saliente na face abaxial. Os lobos foliares são geralmente em número de 7, 9, ou mais freqüentemente 11, inteiros ou sinuado-lobados, verde-claro-mate na face superior e verde-brancacento-pálido na face inferior, coberto por material ceroso, quase todos pinatifídios, os inferiores às vezes só com a margem externa apresentando um a dois lóbulos, ou totalmente inteiros. Os pecíolos são fistulosos, cilíndricos, geralmente de 0,50 a 0,70 m de comprimento, podendo chegar a 1,00 m, outras vezes mais curtos, verde-pálidos, às vezes vermelho-vinosos. As cicatrizes deixadas pelas folhas são bastante proeminentes. (BADILLO, 1993). O sistema radicular é pivotante, apresentando ramificações radiais, enquadrando-se no tipo de raiz principal denominada napiforme.

Basicamente, o mamoeiro apresenta três tipos de flores, as quais levam à classificação das plantas como: plantas hermafroditas, femininas e masculinas. De maneira geral, as plantas hermafroditas têm uma inflorescência relativamente curta com predominância de flores hermafroditas; as plantas femininas têm uma inflorescência curta, a qual apresenta somente flores femininas; enquanto as plantas masculinas são caracterizadas pelo maior comprimento do pedúnculo, com muitas flores cimosas, com ovário rudimentar e estéril.

A descrição dos tipos de inflorescências e flores que ocorrem no mamoeiro é relatada por diversos autores, havendo diferenças relativas quanto às diversas partes das flores e seu conjunto, pela grande diversidade de formas florais existentes (STOREY, 1941; LASSOUDIÈRE, 1969; BADILLO, 1993). A descrição e classificação das variáveis sexuais de *C. papaya* diferem amplamente porque a expressão do sexo em hermafroditas é profundamente influenciada por diferenças entre cultivares e fatores meteorológicos, principalmente temperatura, e pelas condições de umidade do solo (AWADA, 1958).

Excetuando-se as formas feminina pura e masculina pura, existe uma série contínua de variações de tipos florais, que vão desde flor com 10 estames e 5 carpelos

a flor com 5 estames e 10 carpelos. (STOREY, 1938 e 1958). Essas variações, segundo Lassoudière (1969), poderiam resultar da relação morfogenética entre o androceu e o gineceu, que parece estar ligada a fatores microclimáticos no momento da indução floral. Serão descritas, logo a seguir, as classificações florais mais comumente observadas em plantios comerciais de mamoeiro, nas regiões produtoras.

O fruto do mamoeiro é descrito por Badillo (1993) como ovóide, esférico, ou piriforme, desde pequeno (2 a 10 cm de comprimento por 1,5 a 6 cm de largura) até muito grande (em cultivo), polpa amarela, alaranjada, ou avermelhada, geralmente oco. Em plantas silvestres, o interior pode ser completamente preenchido por sementes e massa placentária. As sementes são pequenas, 5 a 7 mm, sarcotesta mucilaginosa, lisa, esclerotesta (endotesta) com numerosas protuberâncias irregularmente dentadas, em formas de cristas meridianas agudas e irregulares, bastante próximas. O embrião é reto, com cotilédones ovóides e achatados, circundados por endosperma carnoso, rico em ácidos graxos. A germinação é relativamente rápida (duas a três semanas) e epígea.

TIPOS FLORAIS, FORMAS SEXUAIS E CLASSIFICAÇÃO DO MAMOEIRO

Os principais tipos sexuais de flores de mamoeiro, baseados nas descrições de Storey (1941) e Hofmeyer (1941), são descritos adiante.

FLOR ESTAMINADA OU MASCULINA TÍPICA: MAMOEIRO MASCULINO

As flores masculinas podem apresentar coloração branco-cremosa, verde-amarelada ou amarela. Cálice com 1,0 a 1,5 mm de comprimento, com o tubo medindo 0,5 mm de comprimento; os lobos são triangulares largos, ou com o ápice redondo, freqüentemente desiguais, com 0,5 a 1,0 mm de comprimento. Corola salviforme com 2 a 5 cm de comprimento; o tubo da corola é estreito e quase tão longo quanto os lobos (1,2 a 1,3 cm), terminando com cinco pétalas livres na parte superior do tubo, estando localizados em seu interior os órgãos masculinos e femininos; lobos fortemente torcidos na prefloração, recobrindo-se da metade à terça parte de sua largura. Estames do verticilo superior com filetes densamente pilosos, 1,7 a 2,5 mm de comprimento; anteras com 1,4 a 2,8 mm de comprimento, estreitas, pilosas quase até o ápice. O conectivo não é prolongado (embora às vezes seja mais largo que a antera), ou se prolonga apenas em apêndice curto e obtuso até 0,2 mm de comprimento, inteiro ou

bilobado. Os estames do verticilo inferior têm filetes muito curtos (até 0,7 mm de comprimento) e pilosos; estes se unem à face dorsal da antera, sendo parcialmente cobertos por ela. Anteras prolongadas, em até 1/3 de longitude por debaixo de sua inserção no filete, dorsalmente pilosas quase até o ápice, com 1,7 a 3,8 mm de comprimento, estreitas, com conectivo não-prolongado ou apenas prolongado (até 0,7 mm). Apresenta pistilódio acicular, com 4 a 10 mm de comprimento, base curta, ainda que conspicuamente alargada. O órgão masculino é constituído de cinco pares de estames funcionais, soldados às pétalas e dispostos em duas séries, sendo cinco superiores e cinco inferiores, enquanto o órgão feminino possui ovário muito rudimentar e geralmente estéril.

As inflorescências masculinas são geralmente pêndulas, originárias das axilas das folhas da parte superior do mamoeiro, cimosas, paniculadas, multifloras, possuindo eixo primário com um comprimento variando de 0,50 m a 1,00 m, terminado por uma flor (Figura 1). Os eixos secundários longos (0,10 a 0,20 m), com a ráquis e seus ramos glabros (às vezes ligeiramente pubescentes até o ápice).

Os mamoeiros-machos produzem somente flores estaminadas, durante todo o ano, porém as inflorescências, em determinadas condições climáticas, podem produzir algumas flores femininas férteis, e algumas flores hermafroditas, geralmente elongata, ocorrendo, conseqüentemente, desenvolvimento de frutos denominados “mamões-machos” ou “mamões-de-corda”.

FLOR PISTILADA OU FEMININA TÍPICA: MAMOEIRO FEMININO

Flores femininas (Figura 2) podem ser branco-cremosas, amarelo-pálidas ou amarelas, com pedicelos curtos, bractéola alongada próxima ao cálice e similar aos lobos deste. Cálice com tubo curto, lobos triangulares largos, geralmente pequenos, diferentes, com 5 a 10 mm de comprimento. Corola com pétalas quase livres, triangulares estreitas, 5 a 7 cm de comprimento, 1,5 a 2,5 cm de largura, com ápice recurvado, torcido e recobrindo-se na pré-floração. Apresentam o formato semelhante ao de uma “chama de vela”, com presença apenas do órgão feminino, constituído de ovário grande, mais ou menos ovóide ou arredondado, o qual se afunila para o ápice, unilocular, tendo até 3 cm de comprimento e 1,5 a 2,0 cm de largura; o ápice às vezes é atenuado, formando uma porção estilar, com até 1,0 cm de comprimento, e estigmas com 1,0 cm de comprimento, chatos, em forma de leque, em número de cinco.

FIGURA 1 - Inflorescências masculinas: flores estaminadas típicas.

FIGURA 2 - Flores femininas em diferentes estádios de desenvolvimento.

As inflorescências femininas são curtas (3 a 4 cm), curto-pedunculadas (1 a 2 cm), inseridas nas axilas das folhas, com poucas flores (isoladas ou em número de duas a três), ráquis glabra ou às vezes com pêlos densos e curtos: brácteas inconspícuas.

As flores do mamoeiro feminino, para serem fecundadas, necessitam de pólen de flores masculinas ou hermafroditas, produzindo frutos arredondados ou ligeiramente ovalados, com cavidade interna grande em relação à espessura da polpa, e conseqüentemente de baixo valor comercial.

FLOR HERMAFRODITA: MAMOEIRO HERMAFRODITA

A flor hermafrodita, por não constituir um tipo único e definido, mas um grupo que inclui muitas formas, como a elongata, a intermediária e a pentandra, dá origem a formas diferentes de frutos, sendo alguns deles deformados e sem valor comercial, como os frutos carpelóides e pentândricos.

Flor Hermafrodita Elongata

Este tipo de flor hermafrodita (Figura 3), da qual se originam frutos de valor comercial, apresenta pedúnculos curtos, localiza-se nas axilas das folhas, em racimos florais, como as flores femininas. São flores perfeitas, de diâmetro pequeno, medindo de 2,5 a 4,0 cm de comprimento e 1,5 a 2,0 cm de espessura. Corola gamopétala, com pétalas soldadas na base da corola até quase a metade de seu comprimento, quando abertas. Os estames são em número de 10, todos funcionais, dispostos em

duas séries no ápice do tubo da corola, sendo cinco alternos às pétalas e cinco opostos a estas; o pistilo é geralmente composto de cinco carpelos; ovário alargado na base, com diâmetro muito menor que o das flores femininas típicas, cujo formato é semelhante a uma "lâmpada", quando a flor está fechada. Os frutos são de forma sempre alongada, mas variações na forma piriforme a cilíndrica são encontradas. Geralmente, a cavidade interna é menor do que a metade do diâmetro do fruto.

Flor Hermafrodita Carpelóide

Agrupada, segundo Storey (1941), como flor hermafrodita intermedia, por não possuir uma organização definida, sendo um grupo que inclui muitas formas anormais. Tanto as flores (Figura 4) como os frutos são variadamente deformados ou distorcidos.

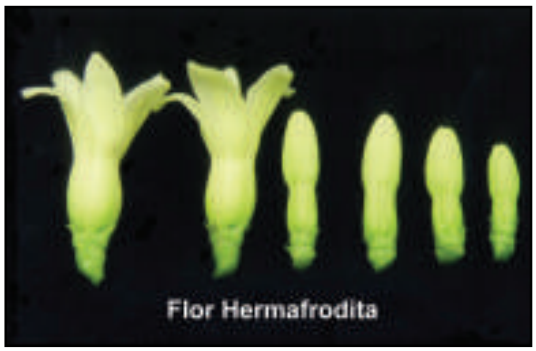


FIGURA 3 - Flores hermafroditas em diferentes estádios de desenvolvimento.

FIGURA 4 - Flores de mamoeiro: 1- flor hermafrodita carpelóide, 2- flor hermafrodita elongata.

As pétalas podem ser quase livres ou conectadas em vários graus, mas não necessariamente em forma simétrica. O número de estames pode variar de 2 a 10, variando o grau de fusão às pétalas, ao ovário ou a ambos. Os carpelos variam de 5 a 10, mostrando vários graus de fusão. Os frutos carpelóides são chamados vulgarmente de frutos "cara-de-gato" (Figura 5).

Flor Hermafrodita Pentândrica

Assemelha-se muito às flores femininas, em tamanho e aspecto externo, diferindo por possuir cinco estames curtos, os quais se alternam às pétalas (Figura 6). Apresentam uma corola estreita, com pétalas livres quase até a base. Possui estames de filamentos longos que se inserem em sulcos profundos na parede do ovário, os quais persistem no fruto maduro, que é arredondado ou globular e profundamente 5-lobado. A cavidade interna é grande em relação à espessura da polpa, com sulcos longitudinais bem pronunciados na casca dos frutos (Figura 7).

FIGURA 5 - Fruto carpelóide.

FIGURA 6 - Flor hermafrodita pentândrica.

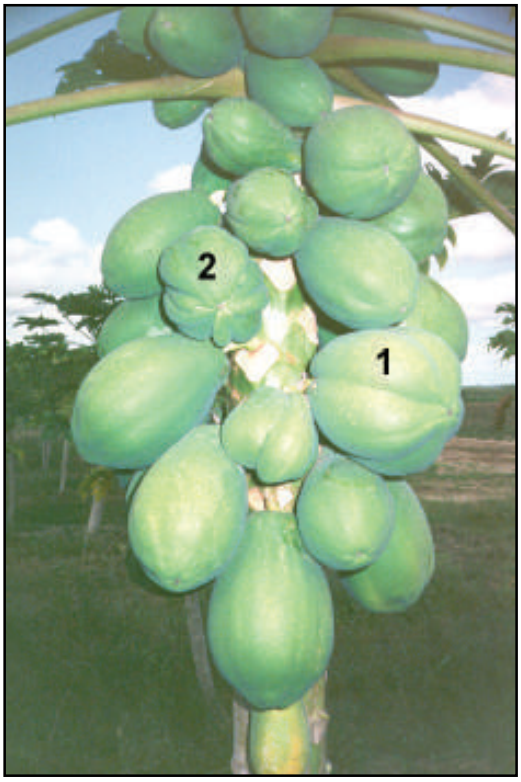


FIGURA 7 - Fruto pentândrico (1) e fruto carpelóide (2).

Flor Hermafrodita Estéril

Estas flores não desenvolvem o ovário em determinadas condições climáticas. Diferem das flores masculinas por possuírem pedúnculos curtos, inseridos nas axilas foliares. Esta anomalia das flores hermafroditas elongatas, denominada esterilidade

feminina (Figura 8), ocorre durante os meses quentes do ano, sendo intensificada por déficit hídrico nas regiões produtoras, comprometendo a produção de frutos.

FIGURA 8 - Flor hermafrodita estéril.

De acordo com o tipo de flores produzido, a espécie *C. papaya* possui as seguintes formas sexuais (HOROVITZ et al., 1953):

- ginóica: constituída de mamoeiros com flores exclusivamente femininas;
- andróica: constituída de mamoeiros com flores exclusivamente masculinas; e
- andromonóica: constituída de mamoeiros que têm em suas inflorescências uma mistura de flores masculinas e hermafroditas.

E, conseqüentemente, segundo os mesmos autores, de acordo com as formas sexuais dos indivíduos que compõem as populações, a espécie *C. papaya* pode ser agrupada em:

- populações dióicas: constituídas por indivíduos ginóicos e andróicos. São mamoeiros originados dos cruzamentos de plantas do sexo masculino com plantas do sexo feminino, produzindo plantas dos dois sexos em iguais proporções.
- populações ginóico-andromonóicas: constituídas por indivíduos ginóicos e

andromonóicos.

- populações andromonóico-trióicas: constituídas por indivíduos ginóicos, andróicos e andromonóicos.

Basicamente, as plantas dióicas não são cultivadas comercialmente, sendo encontradas somente em pomares domésticos, em regiões sem tradição com a cultura, sendo conhecidas como “mamão-de-quintal”, e “mamão-de-passarinho”. Os mamoeiros ginóicos-andromonóicos são originários de cruzamentos entre plantas hermafroditas, as quais são capazes de se autofecundar por apresentarem órgão masculino e feminino na mesma flor, não necessitando de pólen de outras flores ou plantas para produzir frutos e sementes. Estas são as mais desejáveis comercialmente. Os cultivares de grupo Solo e do grupo Formosa apresentam esta característica.

HERANÇA GENÉTICA DO MAMOEIRO

HERANÇA GENÉTICA SEXUAL

Por meio do estudo da herança do sexo do mamoeiro (STOREY, 1941 e 1953; HOROVITZ et al., 1953; HOROVITZ, 1954; HOLFMEYR, 1941 e 1967), verificou-se o controle genético do caráter monogênico, com três alelomorfos, sendo as plantas femininas constituídas do genótipo homozigoto recessivo (alelo ***m***) e as plantas masculinas e hermafroditas heterozigotas, porém um alelo dominante é responsável pela masculinidade e outro alelo dominante pelo hermafroditismo.

Storey (1953) e Holfmeyr (1941) propuseram hipóteses semelhantes sobre a determinação do sexo em *C. papaya*. Segundo esses autores, ***m*** determina o caráter feminilidade, M_1 masculinidade e M_2 hermafroditismo, ocorrendo as combinações para os genótipos a seguir:

- ***mm*** - Indivíduos ginóicos ou pistilados (Plantas femininas)
- $M_1 m$ - Indivíduos andróicos (Plantas masculinas)
- $M_2 m$ - Indivíduos andromonóicos (Plantas hermafroditas)

As combinações $M_1 M_1$, $M_1 M_2$ e $M_2 M_2$ são incompatíveis, naturalmente, por serem letais no zigoto. A única forma homozigótica viável é a feminina (***mm***). As plantas masculinas e hermafroditas são heterozigotas; as plantas masculinas só produzem pólen de constituição ***m*** e M_1; e as plantas hermafroditas produzem duas classes

diferenciadas, tanto de pólen quanto de óvulos (***m*** e M_2).

A seguir, são descritas as formas sexuais, com a percentagem de plantas esperadas na descendência de cruzamentos entre diferentes tipos de mamoeiros, segundo Storey (1953), trabalhando com fecundações controladas:

- Cruzamento de flores femininas (***mm***) por flores masculinas (M_1 ***m***). Quando uma planta feminina, que só possui flores unissexuais pistiladas, for polinizada com pólen de flores de mamoeiros masculinos, as sementes que se formarem darão origem a uma descendência de aproximadamente 50% de plantas femininas e 50% de plantas masculinas.
- Cruzamentos de flores hermafroditas (M_2 ***m***) por flores masculinas (M_1 ***m***). Sempre que as flores de uma planta hermafrodita forem polinizadas com pólen de uma planta masculina, as sementes obtidas de seus frutos produzirão uma geração de descendentes em uma proporção de aproximadamente 33% de plantas masculinas, 33% de plantas femininas e 33% de plantas hermafroditas.
- Cruzamento de flores femininas (***mm***) por flores hermafroditas (M_2 ***m***). Se as flores de uma planta feminina, que só possuem flores unissexuais pistiladas, forem fecundadas por pólen de uma planta hermafrodita, as sementes resultantes produzirão nova geração com aproximadamente 50% de plantas femininas e 50% de plantas hermafroditas.
- Cruzamento de flores hermafroditas (M_2 ***m***) por flores hermafroditas (M_2 ***m***). Quando uma flor hermafrodita for fecundada por seu próprio pólen (autofecundação), ou pelo pólen de outra flor da mesma planta, ou ainda pelo pólen de outra planta hermafrodita, as sementes provenientes desses cruzamentos produzirão uma descendência em uma proporção de, aproximadamente, 33% de plantas femininas para 66% de plantas hermafroditas, isto é, uma planta feminina para duas plantas hermafroditas.

De todos os cruzamentos anteriormente citados, o de flores provenientes de plantas hermafroditas por hermafroditas é o que proporciona maior população de plantas hermafroditas, sendo estas as que produzem frutos de melhor qualidade e maior valor comercial.

HERANÇA GENÉTICA DE CARACTERES QUALITATIVOS

Com relação aos caracteres qualitativos, os genes mutantes de mamoeiro têm sido estudados por diferentes autores (STOREY, 1953; BRAUN, 1960; MEKAKO

e NAKASONE, 1976). O controle genético dos principais caracteres qualitativos do mamoeiro pode ser observado resumidamente no Quadro 1.

QUADRO - 1 - Genes mutantes de mamoeiro para caracteres qualitativos

Genes Mutantes do Mamoeiro	
Alelos Dominantes	**Alelos Recessivos**
Planta normal de cor verde	Planta albina
Planta adulta normal	Planta anã (ramos prematuros em excesso)
Planta grande	Planta pequena (tronco baixo e fino, folhas pequenas, com pecíolo delgado, flores e frutos pequenos)
Folha normal	Folha defeituosa
Folha normal	Folha rugosa
Ramos e pecíolos roxos	Ramos e pecíolos verdes
Flor de cor amarela	Flor de cor branca
Flor de cor branca e púrpura	Flor de cor amarela
Esterilidade feminina	Sem esterilidade feminina
Fruto carpelóide	Fruto normal
Cor vermelha da casca do fruto	Cor amarela da casca do fruto
Cor laranja da casca do fruto	Cor vermelha da casca do fruto
Fruto com polpa amarela	Fruto com polpa vermelha
Fruto com polpa alaranjada	Fruto com polpa vermelha
Fruto com polpa suculenta	Fruto com polpa seca
Odor normal da polpa do fruto	Polpa do fruto com odor almíscar
Sementes com tegumento de cor parda	Sementes com tegumento de cor preta
Frutificação tardia	Frutificação precoce

Fonte: Storey (1953), Braun (1960) e Mekako e Nakasone (1976).

CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS NO PROCESSO DE SELEÇÃO DO MAMOEIRO

Para o desenvolvimento de um programa de melhoramento e para se atingir os objetivos finais, é necessária uma definição prévia sobre os critérios de seleção para as características demandadas pelos clientes e usuários. Isso porque há diferenciação, tanto na preferência do produto pelo empreendedor rural e consumidor quanto na adaptabilidade e estabilidade fenotípica das variedades, condições climáticas e outros fatores relacionados à região onde se executa o programa.

Nesse sentido, alguns caracteres das plantas e dos frutos, que devem ser utilizados nos programas de melhoramento em diferentes regiões, são citados por vários autores (LUNA, 1986; GIACOMETTI e FERREIRA, 1988; NASSAR, 1991), a saber:

- Características da planta:

  Vigor; ausência de ramificação lateral; frutificação precoce e em altura de planta mais baixa; ausência ou ocorrência mínima de carpeloidia, pentândria e esterilidade feminina, onde os tipos hermafroditas são cultivados; resistência a doenças e pragas; e alta capacidade de produção.

- Características do fruto:

  Tamanho uniforme, livre de manchas, com casca amarelo-clara quando maduro; polpa grossa com cavidade interna pequena; alto teor de açúcares, ausência do odor desagradável almíscar e longevidade pós-colheita.

VIGOR DA PLANTA

Plantas vigorosas terão maior produção, uma vez que o vigor tem uma influência direta no número e peso de frutos.

ALTURA DE PLANTAS

A altura de plantas está correlacionada, principalmente, com o comprimento dos entrenós. Plantas mais altas apresentam frutos mais distanciados uns dos outros (MANICA, 1982).

Em mamoeiros, existe o nanismo (causado por um alelo recessivo) – que é diferente do alelo recessivo de plantas de porte baixo –, responsável pela origem de plantas pequenas, com espaço reduzido no caule para a frutificação, devendo ser

eliminadas, portanto, no processo de seleção. Plantas de porte baixo produzem as primeiras flores em nós mais baixos (com altura entre 50 a 80 cm para o grupo Solo), sendo as preferidas no processo de seleção. Já existem variedades que atendem a este requisito e podem ser utilizadas, após testes regionais, comercialmente ou em programas de melhoramento. 'Improved Sunrise Solo Line 72/12' foi selecionada para as condições de cultivo no Norte do Espírito Santo, com a altura das primeiras flores em torno de 70 cm (MARIN et al., 1987). 'Wilder' e 'Higgins' são exemplos de cultivares que apresentam as primeiras floradas em torno de 64 e 84 cm de altura, respectivamente (NAKASONE, 1980).

NÚMERO DE FOLHAS

Maior número de folhas é uma característica desejável, uma vez que a área foliar tem influência direta na fotossíntese líquida. Também maior cobertura de folha nas plantas proporciona maior proteção dos frutos aos raios solares, principalmente no período de verão, podendo contribuir para a redução de manchas nas cascas dos frutos produzidos, fator importante no processo de comercialização.

OCORRÊNCIA DE CARPELOIDIA

O aparecimento dos frutos carpelóides está relacionado com a presença de fatores genéticos que são regulados por ação de fatores ambientais, como maiores altitudes e temperaturas extremas. Assim, meses quentes (verão) com modificação muito brusca na temperatura, ou seja, temperatura alta durante o dia e noite com temperatura média das mínimas muito baixa favorecem o surgimento de carpeloidia, que pode ocorrer mais acentuadamente com a associação de alto teor de nitrogênio e alta umidade no solo. Awada (1953) e Awada e Ikeda (1957) verificaram que alta umidade favorecia a produção de frutos carpelóides e conseqüentemente deformados.

Segundo Storey (1953), ocorre uma complexidade da herança genética e manifestação de carpeloidia. Existem dois conjuntos independentes de genes modificadores da expressão do sexo, em determinadas condições ambientais. Um conjunto de modificadores altera a estrutura dos estames e estes se fundem com o pistilo em temperaturas baixas.

Por meio de processo de seleção, utilizando-se autopolinização de plantas individuais, que apresentam manifestação mínima deste fenômeno, é possível chegar a uma estabilização da carpeloidia, com produção de linhagens específicas para determinadas condições ambientais. Porém, Nakazone (1976) alerta para o fato de

que, quando a linhagem for plantada em condições ambientais distintas do local de seleção, as variações poderão reaparecer.

OCORRÊNCIA DE ESTERILIDADE FEMININA

Outro conjunto de implicações genéticas, como mutações gênicas, aberrações cromossômicas, incompatibilidade genética ou cromossômica dos genótipos parentais para produzir determinado híbrido, causa abortamento do ovário da flor hermafrodita em condições ambientais adversas de temperatura e umidade. Com relação ao déficit hídrico, Awada (1953) verificou que durante os períodos de seca as plantas hermafroditas apresentam esterilidade feminina.

Apesar da complexidade da herança da carpeloidia e esterilidade feminina estarem correlacionadas às condições ambientais, o genótipo a ser desenvolvido pelo melhoramento deve ser livre destes fatores indesejáveis. Considera-se como índice aceitável, para ambos os casos, até 10% de manifestação destas variações na expressão do sexo.

OCORRÊNCIA DE PENTÂNDRIA

Segundo Marin et al. (1995), admitem-se plantas com até 10% de frutos com este formato quando se trabalha com seleção de linhagens superiores.

OCORRÊNCIA DE PARTENOCARPIA E OVOCARPISMO

Denomina-se partenocarpia o processo de desenvolvimento de frutos sem a polinização e conseqüente formação de sementes. A partenocarpia, em mamoeiro, pode ser total (sem sementes) ou parcial (formação de número reduzido de sementes) (Figura 9), provocando redução no tamanho dos frutos (HOFMEYR, 1941). A presença de frutos partenocárpicos é observada na produção dos primeiros frutos nas lavouras comerciais, e também ao final do ciclo. O clima e a deficiência de pólen viável são provavelmente os fatores determinantes dessa anomalia. No processo de melhoramento genético, a ocorrência de partenocarpia deve ser a mais reduzida possível.

O ovocarpismo consiste na formação de 'mamilos' (frutos malformados) no interior dos frutos, os quais são originados do óvulo ou dos verticilos internos nos carpelos, permanecendo dentro da cavidade do ovário, ocupando o lugar de um óvulo, na placenta (Figura 10). É a ocorrência de ovários intra-ovarianos (NAKAZONE e ARKLE, 1971). Sua ocorrência não é muito comum em linhagens de *C. papaya*, mas deve ser verificada durante o processo de seleção.

FIGURA 9 - Frutos partenocárpicos provenientes de plantas femininas do 'Tainung nº 1'.

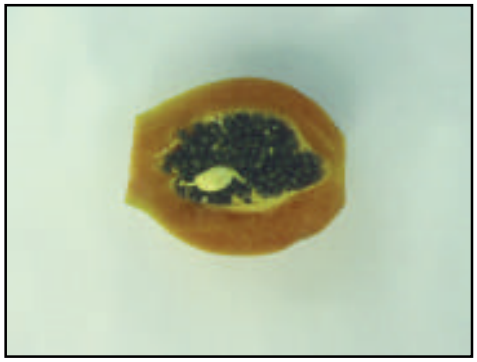


FIGURA 10 - Ovocarpismo em mamão do grupo Solo .

PRECOCIDADE

É um critério incluído na maioria dos programas de melhoramento (NAKAZONE, 1975; VÁZQUEZ et al., 1974), por se constituir num fator econômico para a cultura, sendo uma característica controlada por muitos genes. Plantas com os primeiros frutos mais baixos facilitarão o processo de colheita durante períodos mais prolongados. Sabendo-se que a precocidade está diretamente associada com a altura de plantas, a busca de genótipos com altura de inserção dos primeiros frutos mais reduzida é um dos objetivos do programa de melhoramento do mamoeiro, visando a seleção de plantas mais precoces.

CAPACIDADE DE PRODUÇÃO

Em trabalhos de melhoramento, são selecionadas as plantas com alta capacidade produtiva, ou seja, a procura por genótipos com capacidade igual ou superior a dos melhores cultivares já utilizados comercialmente. Marin et al. (1995) citaram como planta com boa capacidade produtiva aquela que, após nove meses de

plantio, possuir número de frutos igual ou superior a 70, com utilização de tecnologias adequadas, podendo-se prever uma produtividade igual ou superior a 40 ton/ha/ano.

RESISTÊNCIA A DOENÇAS E TOLERÂNCIA A PRAGAS

A obtenção de genótipos livres de doenças e tolerantes às principais pragas ou com condições de permitir fácil controle delas é uma preocupação constante dos pesquisadores que atuam com esta cultura. Hoje, devido à grande exigência dos mercados europeu e americano, tanto pela qualidade de frutos quanto pela utilização de concentrações cada vez mais reduzidas de princípios ativos de fungicidas e inseticidas/acaricidas, as variáveis têm de ser priorizadas constantemente.

PESO, TAMANHO E FORMATO DE FRUTOS

Para o mamoeiro do grupo Formosa, busca-se o tamanho do fruto, preferencialmente, de peso entre 800 a 1.100 g (tamanho intermediário). Os frutos são piriformes, com polpa firme, cor avermelhada (salmão), além de terem sabor (brix em torno de 14º) e aroma agradáveis. Para variedades do grupo Solo, o fruto deve possuir peso médio entre 350 e 550 g (tamanho pequeno). O tamanho do fruto é controlado geneticamente por fatores múltiplos, sendo a estimativa do peso do F_1 a média do peso dos frutos dos genitores, quando se cruzam cultivares puros, com predominância de ação gênica aditiva. Portanto, os cruzamentos entre cultivares de frutos pequenos e frutos grandes produzirão híbridos F_1 com frutos de tamanho intermediário. Por sucessivos retrocruzamentos do F_1 com o genitor de frutos pequenos, podem ser obtidos frutos pequenos (NAKASONE, 1980).

Com relação à forma do fruto, ocorre preferência pelo piriforme. O mercado interno aceita bem frutos alongados, cuja relação do comprimento para diâmetro transversal é de 2:1 (GIACOMETTI e FERREIRA, 1988).

COLORAÇÃO DA POLPA

A polpa vermelha parece ser um alelo mutante recessivo de um gen simples (NAKASONE, 1980). O mercado brasileiro tem preferência pela coloração de polpa vermelho-alaranjada, devendo ser um dos objetivos dos programas de melhoramento. Para atendimento a mercados mais distantes, deve preferir frutos de cor mais amarelada e considerar também que, segundo Manica (1982), os frutos de polpa

vermelha ou rósea são menos firmes que os de polpa amarela.

TEXTURA E COR DA CASCA

A textura é um caráter poligênico, associado à consistência de polpa. Genótipos de casca lisa possuem polpa menos consistente que os de casca rugosa. Como o mercado tem preferência por frutos de casca lisa, sem nervuras, sulcos ou manchas, de coloração uniforme, nos programas de melhoramento deve-se tentar associar frutos de casca lisa com maior consistência de polpa. Há maior aceitação, pelo mercado consumidor, de frutos que possuam casca com coloração amarela intensa, no final do processo de maturação, em detrimento de frutos com coloração clara ou esverdeada.

ESPESSURA DE POLPA E CAVIDADE OVARIANA

A cavidade interna do fruto está diretamente relacionada ao tamanho e à forma de composição dos carpelos. Frutos de plantas hermafroditas apresentam, mais freqüentemente, a forma estrelar.

Nos trabalhos realizados no Brasil, têm sido selecionados genótipos que produzem frutos com polpa espessa, cavidade ovariana pequena e em formato de estrela, os quais apresentam resistência ao transporte. Entretanto, no Havaí, é dada preferência para seleção 'Sunrise Solo' com cavidade ovariana arredondada, a qual facilita a retirada de sementes.

TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS

Quanto ao teor de sólidos solúveis, para expressar o teor de açúcar, Nakasone (1980) determinou valores de 16 a 17% para os meses de inverno e 14% em outras épocas do ano. No Estado do Espírito Santo, esta discrepância em termos de ºBrix, no inverno e no verão, também tem sido verificada, tanto em trabalhos de pesquisa como em lavouras comerciais. Nakazone (1980) observou também que o odor almíscar *muskiness* é condicionado por um gene recessivo em homozigose, que é facilmente removido durante o desenvolvimento dos trabalhos de melhoramento. Ele se encontra na variedade Betty, que tem teor de açúcar muito alto. A hibridação de 'Betty' com 'Solo' trouxe os bons caracteres do sabor de 'Solo' junto com o alto teor de açúcar de 'Betty' (NASSER, 1991). Desta forma, podem-se selecionar alto teor de açúcar e baixo teor almíscar para odor da polpa. Durante o processo de seleção, a preferência

é dada para genótipos que produzam frutos com Brix superior a 14º.

LONGEVIDADE PÓS-COLHEITA

Devido ao fato de o modo de comercialização dos frutos do mamoeiro ser *in natura*, tanto para o mercado interno, muitas vezes para Estados distantes da região produtora, quanto para a exportação, a longevidade pós-colheita é um caráter de primordial importância a ser considerado no processo de seleção.

CARACTERIZAÇÃO DE CULTIVARES

Como a maioria das sementes dos cultivares utilizados nas regiões produtoras de mamão é proveniente de frutos de polinização livre, sem controle efetivo da polinização, os cultivares sofrem variações em suas descendências, causando descaracterização desses genótipos, comprometendo a qualidade das lavouras.

Diferentes publicações já têm caracterizado botanicamente as principais variedades exploradas nos diversos países produtores de mamão (MEDINA et al., 1995; MANICA, 1996). Assim, neste capítulo, serão descritos apenas os híbridos e as variedades utilizados atualmente nas regiões produtoras de mamão do Brasil, onde se tem dado preferência ao plantio de variedades hermafroditas.

Conforme o tamanho e a origem dos frutos, os mamoeiros ginóico-andromonóicos (hermafroditas) podem ser classificados em dois grupos distintos, o grupo Solo e grupo Formosa.

Na região norte do Estado do Espírito Santo, os principais cultivares de mamoeiro utilizados, até 1997, sendo responsáveis por 90% da área plantada, eram: 'Sunrise Solo' e 'Improved Sunrise Solo Line 72/12' (grupo Solo), como linhagens puras, e 'Tainung nº 1' (grupo Formosa), como híbrido simples. Mais recentemente, este cenário mudou, ampliando-se, com a introdução de novas variedades, com a 'Golden' e 'Taiwan' (Grampola).

Adiante são descritas as características dos principais genótipos dos referidos grupos, que foram ou têm sido mais utilizados nas regiões produtoras de mamão.

‘Sunrise Solo’

É procedente da Estação Experimental do Havaí (EUA), introduzido no Brasil há mais de 15 anos, também conhecido como “Mamão Havaí”, “Papaya” e “Mamão da Amazônia”. Apresenta grande aceitação no mercado nacional e internacional. Inicia a floração aos três ou quatro meses de idade, com altura de inserção das primeiras flores variando de 70 a 80 cm. Planta precoce (iniciando a produção nove a dez meses após o plantio), produtiva (podendo chegar a 60 t/ha no primeiro ano e 40 t/ha no segundo ano de colheita). Frutos de casca lisa e firme (Figura 11), com polpa vermelho-alaranjada, de boa qualidade, de tamanho pequeno (peso médio variando de 425 a 625 g), formato piriforme a ovalado e cavidade interna estrelada. Resultou do cruzamento do mamão ‘Pink Solo’ com a linhagem ‘Karica Solo’, de polpa amarela, em 1961.

FIGURA 11 - Frutos de mamoeiro ‘Sunrise Solo’ em condições de comercialização.

‘Improved Sunrise Solo (ISS) Line 72/12’

Procedente do Havaí (EUA), introduzido no Brasil em 1982, e melhorado pela Emcapa, atualmente Incaper. É amplamente aceito nos mercados interno e externo (mercado europeu). A floração inicia-se aos três ou quatro meses após o plantio, com altura de inserção das primeiras flores de 60 a 70 cm; é precoce (iniciando a produção a partir do oitavo mês após o plantio) e produtivo. Frutos com polpa vermelho-alaranjada, de tamanho pequeno (média de 405 g). Formato variando de piriforme a ovalado, com ou sem “pescoço”. Apresenta boa qualidade de polpa, casca lisa e maior resistência ao armazenamento que o ‘Sunrise Solo’ (MARIN et al., 1995). Na Figura 12, pode-se observar uma lavoura de ‘ISS Line 72/12’, com nove meses de idade.

‘Baixinho de Santa Amália’

Cultivar regional, resultante, muito provavelmente, de mutação dentro da variedade ‘Sunrise Solo’. Foi selecionado em 1978, na Fazenda Santa Amália, Linhares-ES, e introduzido em 1986, por fruticultores no norte do Estado do Espírito Santo. Floração inicial de três a quatro meses após o plantio. Possui altura de inserção das primeiras flores em torno de 50 a 70 cm, com início da produção ao oitavo mês após o plantio. Frutos de polpa vermelho-alaranjada pouco consistente, de tamanho pequeno (média de 550 g). Possui porte baixo, característica que despertou o interesse dos produtores. Não é recomendado para mercado externo, por produzir frutos oblongos, com polpa de baixa consistência (MARIN et al., 1995). Pela Figura 13, observa-se a diferença de altura de plantas do ‘Baixinho de Santa Amália com o ‘Sunrise Solo’, ambos com a mesma idade.

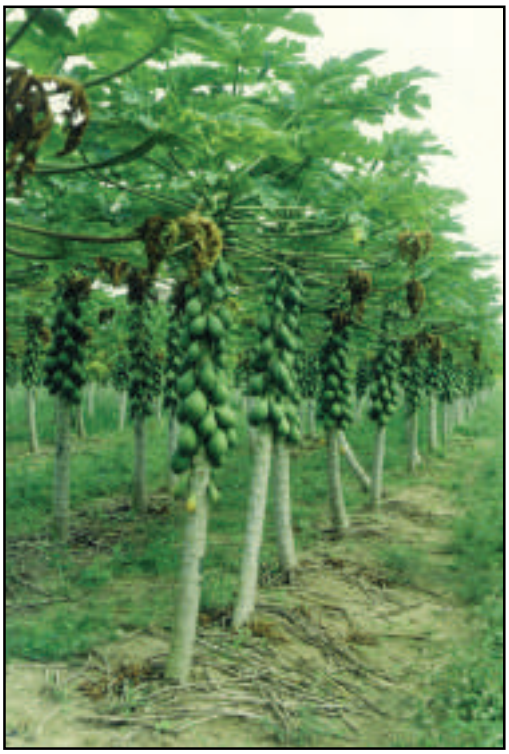


FIGURA 12 - Mamoeiro ‘Improved Sunrise Solo Line 72/12’ em início de produção.

Figura 13 - ‘Baixinho de Santa Amália’ ao lado de ‘Sunrise Solo’, ambos com um ano de crescimento.

‘Sunrise Golden’

Recentemente disponibilizado para os produtores, o genótipo ‘Sunrise Golden’ é proveniente de seleção massal de plantas, realizada em campos de produção de ‘Sunrise Solo’, na empresa Caliman Agrícola S/A., no Estado do Espírito Santo. Possui frutos hermafroditas de formato piriforme, cor da polpa rosa-salmão, cavidade interna estrelada, casca lisa, tamanho uniforme, com peso médio de 450 g e excelente aspecto visual. No estádio verde apresenta cor da casca verde mais claro que a variedade que lhe deu origem (Figura 14). Tem boa aceitação no mercado internacional, porém com teor de sólidos solúveis dos frutos e produtividade inferiores aos do ‘Sunrise Solo’. Apresenta também alta variabilidade genética, portanto não é considerado ainda um material genético fixado (puro).

‘Taiwan’

Assim denominada pelos produtores de mamão do norte do Espírito Santo e sul da Bahia, por ser importada de Taiwan. É uma linhagem do ‘Sunrise Solo’ (Figura 15) que, ao ser plantada pela primeira vez nas condições climáticas dessas regiões produtoras, apresentou um porte mais baixo do que o ‘Sunrise Solo’, alta produtividade e boa qualidade de frutos colhidos no verão. Possui frutos com polpa vermelho-alaranjada de boa qualidade, de tamanho pequeno (peso médio variando de 400 a 600 g), formato piriforme a ovalado e cavidade interna estrelada. No inverno ocorre alta incidência de manchas na casca do fruto (“sarda do mamoeiro”), prejudicando sua qualidade, sendo deste modo vulgarmente conhecido por ‘Taiwan – Grampola’ (por existir, na época de sua introdução, uma artista com rosto claro, com presença de sarda, interpretando uma personagem com o nome de Grampola). Como não está totalmente purificado nem adaptado às condições edafoclimáticas do Estado, tem apresentado alta variabilidade genética nas características vegetativas e reprodutivas.

Figura 14 - Frutos de mamoeiro ‘Golden’ no ponto de em de comercialização.

Figura 15 - Mamoeiro ‘Taiwan’ em início de produção.

GENÓTIPO DO GRUPO FORMOSA

Atualmente, o único híbrido do grupo Formosa que tem sido utilizado comercialmente é o 'Tainung nº 1', por possuir características superiores as dos introduzidos no Brasil. Recentemente, a Caliman Agrícola S/A., em parceria com a Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF-RJ), lançou o primeiro híbrido de mamão brasileiro, o 'Caliman 01', porém suas sementes não estão ainda disponíveis, estando previsto o início de sua comercialização para o primeiro semestre do ano de 2004.

'Tainung nº 1'

Híbrido F_1, bastante produtivo, desenvolvido pela Estação Experimental de Fengshan, em Formosa, China, resultante do cruzamento entre 'Sunrise Solo' e uma seleção da Costa Rica, de polpa vermelha. Os frutos são alongados, nas plantas hermafroditas, e oblongo-obovados (redondo-alongados), nas femininas (Figuras 16 e 17). Apresentam casca de coloração verde-clara e cor da polpa laranja-avermelhada. O peso dos frutos varia de 900 a 1.100 g; tem ótimo sabor, possui boa durabilidade e resistência ao transporte e pouca resistência ao frio. Tem grande aceitação no mercado interno.

Figura 16 - Planta hermafrodita de 'Tainung nº 1'.

Figura 17 - Planta feminina de 'Tainung nº 1'.

‘Caliman 01’

Híbrido F_1, com plantas atingindo altura média de 2,00 m e diâmetro de caule de 100 mm aos 270 dias. Frutos com casca de cor verde (Figuras 18 e 19), peso médio de fruto variando de 1.400 a 1.600 g; polpa alaranjada, sabor apreciável, atingindo 3,54 pontos em uma escala de 1 a 4 de apreciabilidade, produtivo e com boa resistência. Teor de sólidos solúveis de 11,98 º Brix (CALIMAN..., 2003b). Diâmetro de fruto de 9,9 cm, comprimento de 21,5 cm, diâmetro da cavidade ovariana de 5 cm, relação comprimento-diâmetro de 2,2, comprimento de pedúnculo de 5,05 cm, semente de brilho intermediário, formato ovóide, com pouca mucilagem e 10 g por cem sementes frescas. Os frutos apresentam casca fina, com polpa de aroma intermediário, pouco tecido placentário, e ótima qualidade de mesa. Folhas com ausência de cera e pubescência, com bordos foliares de formato reto e cavidade do limbo foliar aberta (PEREIRA, 2003).

Fonte: www.caliman.com.br

Figura 18 – Plantio do híbrido Calimam 01. Figura 19 – Frutos do híbrido Calimam 01

ESTRATÉGIAS PARA O MELHORAMENTO GENÉTICO DO MAMOEIRO

A dependência externa de germoplasmas melhorados de mamão pelo Brasil é uma realidade, há muitos anos. Os programas de melhoramento genético se tornaram prioritários, em diferentes instituições nacionais de pesquisa, contando com parcerias entre as instituições públicas de pesquisa, empresas privadas, universidades e associações nacionais de produtores. Portanto, para reduzir aquela dependência, o intercâmbio e introduções de genótipos têm evoluído entre as instituições do País.

MELHORAMENTO CONVENCIONAL

Mesmo com a evolução dos métodos de engenharia genética, o melhoramento convencional continua sendo de grande importância para o desenvolvimento e a manutenção de variedades com características superiores.

O melhoramento convencional do mamoeiro foi amplamente divulgado por Storey (1953 e 1976), Nakazone (1980) e Giacometti (1986 e 1988), consistindo basicamente nos seguinte procedimentos:

Coleta de genótipos

A coleta de materiais genéticos com características superiores é primordial para a formação da base do programa de melhoramento. As características destes materiais devem ser criteriosamente determinadas, de acordo com descritores detalhados, podendo-se utilizá-los para a seleção de genótipos desejáveis, para utilização, por exemplo, como genitores em cruzamentos futuros.

Cruzamentos intra-específicos

Os retrocruzamentos são utilizados quando se necessita melhorar, especificamente, apenas uma característica de uma variedade comercial “defeituosa” em apenas poucos genes (em geral monogênica).

Outros métodos devem ser utilizados quando se deseja selecionar caracteres controlados, em geral, por vários genes (poligenes), em detrimento dos retrocruzamentos, preferindo-se métodos como *Pedigree* (método genealógico); método descendente de uma única semente, mais conhecido como *Single Seed Descent* (SSD), podendo sofrer modificações; Teste de Gerações Precoces, em que se selecionam as plantas com combinações desejáveis, oriundas dos genitores contrastantes (BORÉM, 2001).

Processos de seleção de plantas e de progênies devem ser efetuados para, simultaneamente, unir caracteres desejáveis, procurando-se atender as demandas das regiões produtoras.

Teste de competição

Nos testes de competição de genótipos selecionados em gerações avançadas

(F_7, F_8), deve-se proceder a avaliações em campo, ou seja, deverão ser avaliados preliminar e regionalmente, antes de se avaliar em macroparcelas (ou teste de produtores). Estes testes devem ser realizados em locais com diferentes condições climáticas e em diferentes anos, para se analisar a interação genótipo-ambiente, a fim de, posteriormente, melhor recomendar a liberação de novos cultivares.

Capacidade combinatória de linhagens para produção de híbridos

O interesse por sementes híbridas produzidas internamente no País tem aumentado, principalmente para o grupo Formosa, para reduzir a dependência dos produtores por sementes importadas.

No teste da capacidade combinatória de uma linhagem, deve-se considerar a capacidade geral e específica de combinação. A capacidade geral pode ser medida, sendo devida à ação aditiva de vários genes. A capacidade específica inclui todos os efeitos não aditivos, como o efeito de dominância atuando no controle dos caracteres.

É preciso conhecer essas capacidades de combinação entre os genitores envolvidos nos cruzamentos, buscando selecioná-los para definir combinações híbridas que resultarão em maior sucesso, com o desenvolvimento de descendentes que reúnam as características desejáveis, em menor período de tempo e, conseqüentemente, com melhor aplicação dos recursos financeiros.

Trabalhos buscando a obtenção de híbridos do grupo Formosa estão sendo realizados por diferentes instituições de pesquisa, como: Incaper, Embrapa - Centro Nacional de Mandioca e Fruticultura (CNPMF) e Universidade Estadual Norte Fluminense (UENF- RJ).

MELHORAMENTO NÃO-CONVENCIONAL

A engenharia genética é uma das técnicas aplicadas na biotecnologia que pode ser utilizada para explorar o potencial dos vegetais, permitindo mudanças diretas ou indiretas no gene e nas freqüências genotípicas, podendo ser vista como uma verdadeira revolução na área de melhoramento genético. Permite a “construção” variedades que jamais ou muito demoradamente seriam obtidas pelo melhoramento convencional, pois, em geral, as espécies envolvidas na transferência do gen (alelo) interessado não se cruzam naturalmente, por questões de diferença no número diplóide (2n) e, ou, não pareamento de cromossomos na meiose.

Para a finalidade específica de melhoramento genético vegetal, a planta

transgênica, oriunda da utilização de técnicas da engenharia genética, pode ser um fim ou um meio. Essa planta pode por si só constituir-se num indivíduo agroeconomicamente vantajoso ou ser uma ferramenta para a obtenção de cultivares melhorados. Neste caso, a transferência das características genéticas advindas da prévia incorporação dos genes exógenos dos tipos parentais para as novas gerações seria efetuada via melhoramento convencional.

A ocorrência de plantas transgênicas vem se processando naturalmente durante a evolução das espécies, mas foi impulsionada com a chegada da biotecnologia e da engenharia genética.

O controle de doenças viróticas através da proteção cruzada, em que uma estirpe atenuada do vírus é utilizada como "vacina", protegendo a planta do ataque de estirpes severas tem sido estudado por diferentes autores (ISHERWOOD, 1992; RESENDE e COSTA, 1993; YEH e GONSALVES, 1994), porém não tem garantido controle amplo e prolongado.

Em mamoeiro, o primeiro transgênico resistente ao vírus da mancha-anelar, também conhecido como mosaico (PRSV), foi obtido na década de 90, em trabalho de parceria entre a Universidade de Cornell, Universidade do Havaí e a empresa UpJohn, nos Estados Unidos (FITCH et al., 1992). A planta obtida expressava o gene da capa proteica de um isolado havaiano de PRSV mostrando-se resistente aos isolados do Havaí, porém era susceptível a isolados de outras regiões, inclusive do Brasil (TENNANT et al., 1994).

A Embrapa – Centro Nacional de Fruticultura estabeleceu um acordo de parceria com a Universidade de Cornell para desenvolver mamoeiro transgênico resistente aos isolados brasileiros de PRSV (SOUZA JUNIOR, 2000). Para tanto, foi coletado um isolado de PRSV na região produtora do extremo sul da Bahia, o qual foi utilizado como doador de gene da capa proteica empregado em novos trabalhos de transformação de mamoeiro. Alguns desses novos mamoeiros, expressando o gene do isolado brasileiro, mostraram resistência ao isolado doador e aos isolados do Havaí e da Tailândia.

Segundo Souza Junior (2000), a Embrapa tem como objetivo produzir um mamoeiro transgênico com amplo espectro de resistência aos isolados brasileiros. Para isso, foi instalado um banco representativo de isolados do Brasil, que está sendo objeto de estudo da viabilidade do gene da capa proteica. Paralelamente, as plantas resistentes ao isolado doador do trans(gene) de interesse estão tendo seu espectro de resistência testado contra os diversos isolados constituintes desse banco (Embrapa – Cenargen). A perspectiva é de que até 2001 possa ter sido selecionado pelo menos

um material genético em condições de ser disponibilizado para o produtor.

Acordos governamentais e institucionais estão sendo estabelecidos para que se proceda ao teste de mamoeiros transgênicos nos Estados do Ceará (em Fortaleza), Espírito Santo (Linhares) e Bahia (Cruz das Almas), uma vez que existe uma grande polêmica sobre a utilização de alimentos geneticamente transformados.

USO DE PLANTAS CLONAIS NO MELHORAMENTO GENÉTICO

A utilização de propagação vegetativa através de estaquia constitui uma importante prática para a obtenção de plantas clonais, com características idênticas à planta matriz. Na cultura do mamão, a regeneração de plantas a partir de ramos vegetativos destacados da planta matriz e submetidos a condições apropriadas tornou-se uma realidade com trabalhos de pesquisa desenvolvidos por Allan, em 1960.

Esses trabalhos de pesquisa, na área de propagação vegetativa, que começaram a ser desenvolvidos na África do Sul, pelo Centro de Pesquisa da University of Natal, em Pietermaritzburg, desde 1960, foram divulgados por Allan (1964). Em 1993, esta prática já era adotada há 30 anos, segundo Allan et al. (1993) e Allan (1995), utilizando-se o cultivar ‘ Honey Gold’. Allan e MacMillan (1991) relataram a importância da utilização de reguladores de crescimento para o sucesso da propagação do mamoeiro, por meio da estaquia, destacando a aplicação de citocinina, visando promover a divisão celular, e de giberelina, para quebra de dormência das gemas laterais nos troncos dos mamoeiros. A utilização de auxinas, substâncias de crescimento relacionadas a diferentes atividades fisiológicas da planta, contribui para a promoção da indução de primórdios radiculares.

O método de propagação vegetativa para obtenção de mudas, por meio de estaquia, é uma ferramenta que pode ser utilizada dentro do programa de melhoramento genético do mamoeiro, uma vez que, segundo Costa e Costa (1996), as mudas produzidas por meio da aplicação desta metodologia apresentam bom crescimento e vigor vegetativo, plantas com menor altura de inserção dos primeiros frutos, como também uma redução do período vegetativo, com produção de frutos aos sete meses após o plantio definitivo.

Nos trabalhos de pesquisa realizados pelo Incaper com o cultivar Improved Sunrise Solo Line 72/12 e com o híbrido Tainung n°1, foi verificado que a indução das brotações laterais do mamoeiro utilizando-se as substâncias de crescimento giberelina e citocinina, é eficiente, proporcionando a produção de brotações laterais vigorosas,

podendo estas serem retiradas das plantas matrizes com 14 a 15 cm de comprimento (Figura 20). A aplicação de ácido indolbutírico na base das estacas proporcionou desenvolvimento mais uniforme do sistema radicular (Figura 21), promovendo melhor desenvolvimento das plantas após o plantio definitivo. Silva (1998), trabalhando com indução de brotações laterais para produção de estacas em mamoeiro, utilizando as mesmas substâncias de crescimento, na Universidade Federal da Bahia, em Cruz das Almas, observou maior eficiência de produção de estacas em plantas adultas para 'Tainung nº 1', quando comparadas com o 'Improved Sunrise Solo Line 72/12'.

Figura 20 - Brotação lateral para produção de mudas clonais.

Figura 21 - Muda clonal de mamoeiro em condições de transplantio.

Dessa maneira, a utilização de mudas provenientes de estaquia, além de produzir indivíduos idênticos à planta-mãe, pode ser uma ferramenta para acelerar tanto o processo de melhoramento genético convencional quanto o não-convencional.

PERSPECTIVAS DO MELHORAMENTO GENÉTICO DO MAMOEIRO NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Basicamente, cerca de 40% dos 11.906 hectares com mamoeiros cultivados na região norte do Estado do Espírito Santo correspondem a variedades do grupo Solo, sendo o restante (60%) da área ocupada com o 'Tainung nº 1' , grupo Formosa.

As variedades do grupo Solo, mesmo apresentando elevado grau de autopolinização, devem sua continuada existência, sem perda de pureza genética, ao

fato de as sementes, de cada geração, serem produzidas por polinização artificial. Muitas destas variedades que são utilizadas comercialmente talvez já não existam em sua forma original, encontrando-se miscigenadas por sucessivas gerações de polinização aberta. Os cruzamentos naturais podem induzir à produção de plantas com perdas de características genéticas, podendo levar a: frutificação tardia, porte elevado e altos índices de esterilidade feminina, pentândria e carpeloidia, além de produzir frutos de baixa qualidade, muito sensíveis ao transporte, com polpa fina, consistência mole e de sabor variável (Luna, 1976).

O cultivo do mamoeiro do grupo Formosa, no Estado, vem se expandindo nos últimos anos. Porém, o maior problema da expansão da área plantada é a limitação da aquisição de sementes híbridas, devido ao fato de serem importadas da China a preço elevadíssimo.

Dessa forma, o aproveitamento constante de sementes de mamoeiro do grupo Solo, sem qualquer critério de seleção e a utilização de gerações F_3, F_4 e F_5 do híbrido do grupo Formosa 'Tainung nº 1' estão impedindo que o produtor obtenha mamoeiros com as mesmas características das variedades e híbridos originalmente introduzidos, podendo chegar a produzir plantas com inferior produtividade e frutos totalmente fora do padrão de comercialização (Figura 22).

O Programa de Melhoramento Genético do Incaper, desenvolvido a partir de 1991, tem como objetivo gerar genótipos superiores aos atuais (variedades e híbridos), com elevada produtividade, adaptados, resistentes e, ou, tolerantes às principais pragas e doenças, com características agronômicas e comerciais desejáveis, principalmente com frutos com alto padrão de qualidade, para atender o mercado interno e a exportação. Para atingir estes os objetivos, este programa é constituído por diferentes etapas:

- Seleção massal e obtenção de progênies
- Obtenção de híbridos
- Ensaios de competição de genótipos superiores
- Banco ativo de germoplasmas
- Multiplicação de sementes

SELEÇÃO MASSAL E OBTENÇÃO DE PROGÊNIES

Esta fase do projeto tem sido desenvolvida através de ações experimentais distintas.

Seleção massal estratificada

Inicialmente, o processo de seleção massal estratificada de mamoeiros ginóico-andromonóicos do grupo Solo e do grupo Formosa foi desenvolvido por meio de acompanhamento, com posterior coleta de frutos de material genético superior, selecionado em áreas de produção na região norte do Estado do Espírito Santo. As propriedades escolhidas para o processo inicial de seleção possuíam áreas de aproximadamente 40 ha, para cada um dos genótipos estudados: 'Sunrise Solo', 'Improved Sunrise Solo Line 72/12', 'Baixinho de Santa Amália' e 'Tainung nº 1'. Para a realização da seleção de plantas, procedeu-se à estratificação dessas grandes áreas, devido às diferenciações ambientais existentes, principalmente de características físico-químicas do solo, visando minimizar qualquer variabilidade, que pudesse interferir na eficiência do processo de seleção de plantas, para as características desejadas, garantindo maior expressão genotípica.

Seleção massal

Na Fazenda Experimental de Sooretama, base física do Incaper, com condições edafo-climáticas representativas da região produtora de mamão do Estado do Espírito Santo, considerando a não-variabilidade das características de solo, não se realizou a estratificação para a seleção de plantas, uma vez que foram utilizadas áreas de aproximadamente 2 ha para cada genótipo avaliado. Assim, novos ciclos de Seleção Massal foram realizados, seguidos de testes de progênies. A partir destes, são identificadas e separadas as progênies superiores, para a composição de famílias. As melhores progênies são autofecundadas (Figura 23) por 3-4 gerações para obtenção de linhagens melhoradas. As linhagens endogâmicas produzidas são avaliadas quanto ao comportamento *per se,* mediante ensaios de competição (Organograma 1), e a sua capacidade de combinação para gerar híbridos superiores (Organograma 2). Posteriormente, foram também selecionadas plantas com características agronômicas superiores, em área de produção com os genótipos 'Sunrise Golden' e 'Taiwan', os quais passaram a ser, portanto, avaliados dentro do programa. Tem sido utilizado o método de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos para a obtenção de progênies.

Figura 22 - Híbrido 'Tainung nº 1' em geração avançada: frutos totalmente fora do padrão de comercialização.

Figura 23 - Proteção das flores de mamoeiro para controle da polinização.

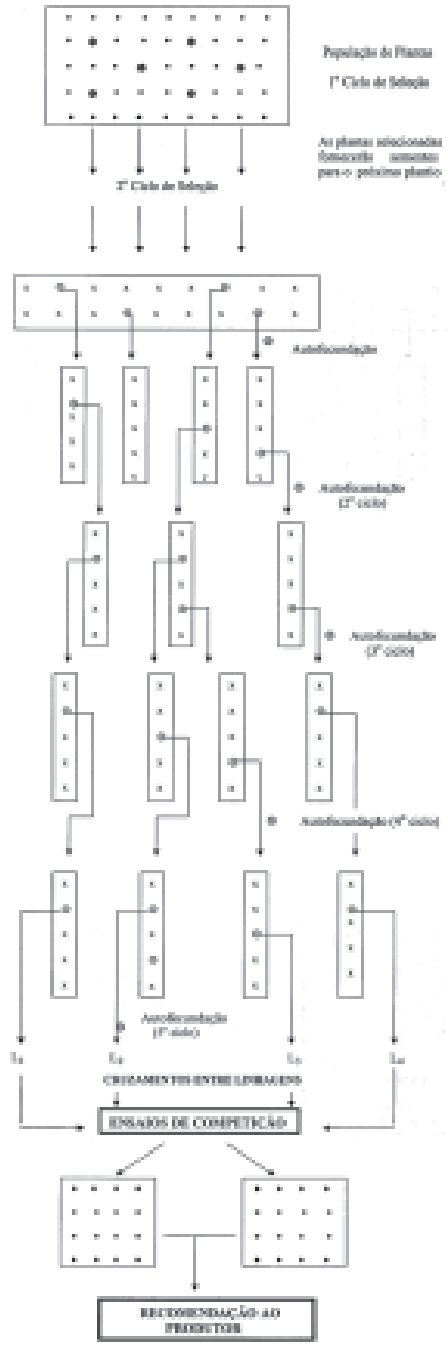
Seleção entre e dentro de Famílias de Meios-Irmãos

São selecionadas as melhores plantas entre e dentro de progênies, mediante avaliação de diferentes variáveis fenotípicas, com pressão de seleção variando de 10 a 20%, conforme a evolução desta fase. Em seguida, as progênies superiores entram em avaliações preliminares. Também as melhores progênies são autofecundadas (Figura 23) por 3-4 gerações para obtenção de linhagens melhoradas. Essas linhagens endogâmicas produzidas são avaliadas quanto ao comportamento *per se,* por meio de ensaios de competição, e a sua capacidade de combinação para gerar híbridos superiores.

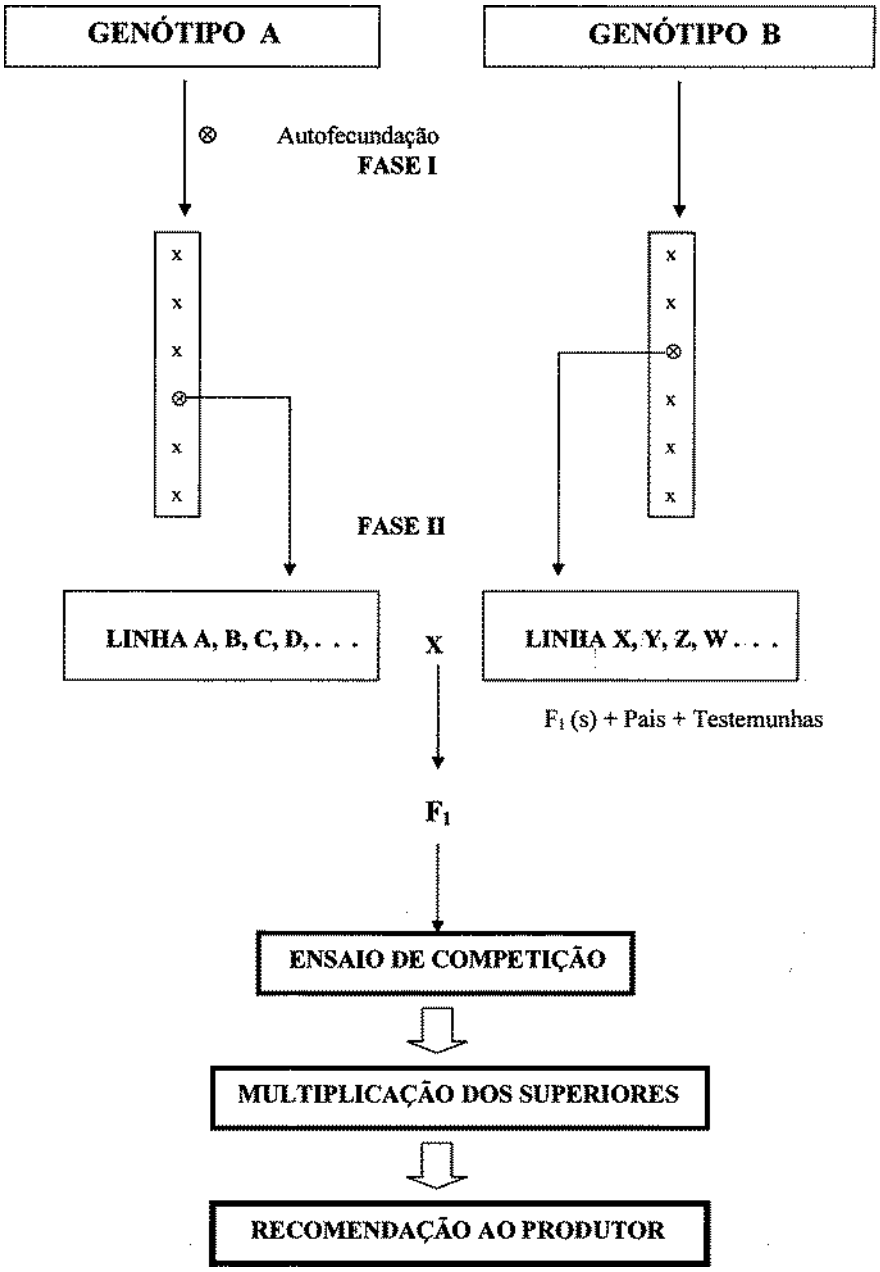
OBTENÇÃO DE HÍBRIDOS

Os híbridos são formados pelo cruzamento dialélico das melhores linhagens, dentro de cada grupo Solo e Formosa. Também são formados híbridos de linhagens entre os grupos (Organograma 02), objetivando-se produzir frutos com características

intermediárias aos dois grupos, principalmente no que se refere ao tamanho de frutos (tamanho médio) e frutos com boa consistência de polpa. Posteriormente, os melhores híbridos são também avaliados em Ensaios de Competição.



ORGANOGRAMA 1 - Seleção de progênies desejáveis



ORGANOGRAMA 2 - **Estudo de capacidade combinatória de linhagens e variedades para obtenção de híbridos**

ENSAIOS DE COMPETIÇÃO DE GENÓTIPOS SUPERIORES

Ensaio de Competição Preliminar

É composto pelas Linhagens e Híbridos Superiores selecionados nas fases anteriores, para verificar preliminarmente seu comportamento em relação às variedades regionais, em poucos ambientes.

Ensaio de Competição em Rede

Os materiais genéticos que se sobressaírem na competição preliminar, por meio da análise conjunta dos caracteres, serão avaliados no Ensaio de Competição em Rede, conduzido em municípios representativos das condições edafoclimáticas da região produtora do Estado do Espírito Santo. A repetição em vários ambientes (anos e locais) dos genótipos serve para estimar o efeito da interação genótipo x ambiente, bem como a adaptabilidade ambiental, para garantir a recomendação mais acurada de novas variedades.

As características que têm sido determinadas no programa estão relacionadas a seguir:

Referentes à Planta

- Altura da primeira floração ® Avaliada aos quatro meses após o plantio, com interesse de altura das primeiras flores inferior a 60 cm.
- Altura dos primeiros frutos ® Avaliada aos seis meses após o plantio.
- Altura da planta ® Medida de seis em seis meses até o 18º mês em cada ciclo da cultura, a fim de selecionar materiais genéticos com altura inferior.
- Diâmetro do caule ® Medido a 20 cm acima do nível do solo, de seis em seis meses, até o 18º mês.
- Tempo da semeadura a colheita ® Pela diferença da data da primeira colheita e a data da semeadura, marca-se o número de dias corridos, procurando-se selecionar plantas mais precoces, com início de produção em torno dos oito meses.
- Grau de esterilidade ® Mediante contagem de número de frutos em cada 50 cm de caule, de seis em seis meses, até o 24º mês, com o objetivo de selecionar plantas

com um índice máximo de 10%.

- Grau de carpeloidia ® Mediante contagem de número de frutos carpelóides em cada 50 cm de caule, de seis em seis meses, até o 24º mês, buscando-se selecionar plantas com índice máximo de 10%.
- Grau de pentândria ® Mediante contagem de número de frutos pentândricos, em cada 50 cm de caule, de seis em seis meses, até o 24º mês, buscando-se selecionar plantas com índice máximo de 10%.
- Capacidade de produção por planta ® Durante toda a fase da colheita, a partir do 9º até o 24º mês, são contados e pesados todos os frutos de características comerciais, obtendo-se o peso médio e a produção por planta, buscando-se selecionar plantas com capacidade de produção acima de 40 kg/planta/ano, de acordo com as tecnologias de cultivo empregadas.
- Resistência/tolerância a doenças e pragas ® Avaliação periódica de doenças fúngicas e viróticas e pragas, quantificando seu índice de incidência.

Referentes aos Frutos

- Forma ® É classificada de acordo com o formato do fruto, que se apresenta piriforme, com ou sem “pescoço”, ovalada, arredondada ou alongada, buscando-se selecionar frutos alongados a oblongo-obovados.
- Peso ® Mediante o uso de balanças, são obtidos os pesos médios de amostras de frutos, classificados em pequeno, médio ou grande, observando-se as diferenças de padrão entre os dois grupos.
- Diâmetro e Comprimento do Fruto ® São determinados os valores médios do diâmetro e comprimento médio dos frutos das amostras utilizadas para o peso.
- Espessura e comprimento da polpa ® São determinados os valores médios da espessura e do comprimento médio da polpa das amostras utilizadas para o peso.
- Número de sementes ® Mediante contagem manual do número de sementes por fruto. Média considerada das amostras para peso.
- Cor da casca ® Anota-se a cor no estádio de maturação, registrando a presença de manchas.
- Cor da polpa ® Anota-se a cor no estádio de maturação, buscando selecionar frutos com polpa de cor salmão a vermelho-alaranjada.

- Análise física ® Avalia-se o teor de sólidos solúveis totais em frutos colhidos no estádio 1 a 2 de maturação, deixando completar a maturação em laboratório, para proceder a nova avaliação, buscando-se selecionar frutos com Brix em torno de 14-18 graus.
- Sabor de polpa ® Avaliado com frutos colhidos em estádio 1 a 2 de maturação, deixando amadurecer em laboratório, procedendo-se aos testes de degustação.
- Resistência/tolerância a doenças ® Avaliação periódica de doenças fúngicas e viróticas, quantificando-se o grau de incidência delas.
- Danos fisiológicos ® São avaliados todos os danos fisiológicos presentes nos frutos, visando selecionar plantas que apresentaram frutos com menor incidência.

Banco Ativo de Germoplasma

Para manter a variabilidade genética existente das populações de mamoeiro e apoiar os programas de melhoramento genético no Estado, será implementado um Banco Ativo de Germoplasma (BAG) com os acessos atuais, o qual será ampliado à medida que novas introduções forem realizadas.

A caracterização será conduzida segundo descritores estabelecidos pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, de acordo com Dantas et al. (1994) e com os padrões fenológicos e fitotécnicos de seleção utilizados nos trabalhos de pesquisa com o mamoeiro no Estado do Espírito Santo.

Todo o BAG será avaliado e caracterizado, permitindo agilizar intercâmbios de germoplasma e informações básicas, além de possibilitar a identificação de linhagens e variedades a serem utilizadas em programas de melhoramento e, ou, sistemas de produção de mamão.

Multiplicação de Sementes

Com a obtenção de variedades e híbridos superiores, são instalados campos de produção de sementes básicas, para que possa ser viabilizada a distribuição destas para os produtores de mamão do Estado do Espírito Santo.

REFERÊNCIAS

ALLAN, P. Papaws grow from cuttings. **Farm South African**, v. 35, n. 2, p.35-40, 1964.

ALLAN, P. Propagation of 'Honey Gold' papayas by cuttings. **Acta Horticultural**, v. 370, p. 99-102, 1995 (International Symposium on Tropical Fruits).

ALLAN, P.; MACMILLAN, C.N. Advances in propagation of *Carica papaya* L. cv. Honey Gold cuttings. **Journal of South African Society Horticultural Science**, v.1, p. 69-72, 1991.

ALLAN, P.; TAYLER, S.; ALLWOOD, M. Lateral bud induction and effects of fungicides on leaf retention and rooding pf ' Honey Gold' papaws. **Journal of South African Society Horticultural Science,** v. 3, p.5-8, 1993.

AWADA, M. Effects of moisture on yeld and sex expression of the papaya plants (*Carica papaya* L.). **Hawaii Agricultural Experiment Station**, 1953. 4 p. (Progress Notes, 97).

AWADA, M. Relationships of minimum temperature and growth rate with sex expression of papaya plants (*Carica papaya* L.) **Hawaii Agricultural Experiment Station**, 1958. 16p. (Technical Bulletin, 38).

AWADA, M.; IKEDA, W. **Effects of water and nitrogen application on composition, growth, sugars in fruits, yield and sex expression of the papaya plants (*Carica papaya* L.)** Hawaii Agricultural Experiment Station, 1957. 16p. (Technical Bulletin, 33).

BADILLO, V. M. **Monografia de la família *Caricaceae***. Maracay -Venezuela: Editorial Nuestra América C.A., 1971. 221p.

BADILLO, V. M. Caricaceae: segundo esquema. **Review Facultad de Agronomia**, Maracay, v. 43, p.1 - 111, 1993.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas.** 3. ed. Viçosa: UFV, 2001. 500 p.

BRAUN, W. A. C. Sugestões para o melhoramento genético de mamão. **Agronomia**, v. 18, n. 4, p. 3 -15, 1960.

CALIMAN AGRÍCOLA S/A. **Híbrido Caliman 01**. 2003a. On Line. Disponível em: <http://www.caliman.com.br>. Acesso em: 15 set. 2003.

CALIMAN AGRÍCOLA S/A. **Híbrido Caliman 01**. 2003b. (Folder)

COSTA, A. de F. S. da; COSTA, A. N. da. Melhoramento Genético do Mamoeiro (*Carica papaya* L.) para o Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE FRUTÍFERAS, 1., Jaboticabal. **Resumos...**, Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1997. p. 61-62.

COSTA, A. de F. S. da; COSTA, A. N. da Propagação Vegetativa do Mamoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 14.,1996, Curitiba. **Resumos...**, Curitiba: SBF, 1996. p. 289.

DANTAS, J. L. L.; MORALES, C. F. G.; ELOY, A. M. M.; DANTAS, A. C. V .L. Guia de descritores para o mamoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador, **Anais...,** Salvador: SBF, 1994. p.285 - 286.

DANTAS, J. L. L.; MORALES, C. F. G. Estratégia para o melhoramento genético do mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 19, n.1, p. 65-78, 1997.

FITCH, M. M. M; MANSHARDT, R.; GONSALVES, D.; SLIGHTOM, J.; SANFORD, J. Virus resistant papaya plants derived from tissues bombarded with the coat protein gene of papaya ringspot virus. **Bio/Technology**, n.10, p.1466-1472, 1992.

GIACOMETTI, D. C. Papaya Breeding, Symposium on Tropical and Subtropical Fruit Breeding. **Horticultural Science**., v. 196, p. 53-60, 1986.

GIACOMETTI, D. C.; FERREIRA, F. R. Melhoramento genético do mamão no Brasil e perspectivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 2.**,** Jaboticabal. **Anais...**, Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1988. p. 377 - 387.

HOFMEYR, J. D. J. Genetics of *Carica papaya* L. **Chron. Bot**., v. 6, p. 246-247, 1941.

HOFMEYR, J. D. J. Some genetic breeding aspects of *Carica papaya*. **Agricultura Tropical**, Venezuela, v. 4, n.1, p. 345-351, 1967.

HOROVITZ, S. Determinación del sexo en *Carica papaya* L., estructura hipotetica de los cromossomas sexuales. **Agricultura Tropical**, Venezuela, v. 2, n. 4, p. 229-249, 1954.

HOROVITZ, S.; ZERPA, D. M.; ARNAL, H. Frequencias de equilibrio de las formas sexuales en poblaciones de *Carica papaya* L. **Agricultura Tropical**, Venezuela, v. 3, n. 3, p. 149-174, 1953.

ISHERWOOD, M. O. J. Papaya ringspot virus in Puna: chronology of events and eradication program update. **Proceedings Annual Hawaii Papaya Ind. Assoc. Conf**., 28th, Honolulu, p. 7-9, Sept. 1992.

LASSOUDIÈRE, A. Le papayer **Fruits**, v. 24, n. 2, p. 105-113, 1969; v. 24, n.11/12, p.491-502, 1969.

LUNA, J. V. U. Comportamento de variedades e seleções de mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Estado da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA 3., 1975, Rio de Janeiro. **Anais ...** Campinas: SBF, 1976. v. 2, p. 525-533.

LUNA, J. V. U. Variedades de mamoeiro. **Informe Agropecuário**, B. Horizonte, v.12, n.134, p.14-18. 1986.

MANICA, I. Melhoramento e Cultivares. In: **Mamão**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. p. 66-92. (Fruticultura Tropical; 3)

MANICA, I. Cultivares e Melhoramento do Mamoeiro. In: MENDE, L. G.; DANTAS, J. L. L.; MORALES, C. F. G. **Mamão no Brasil**. Cruz das Almas, BA: UFBA/EMBRAPA-CPMF, 1996. p. 93-120.

MARIN, S. L. D.; GOMES, J. A. **Sexagem do mamoeiro e sua aplicação no desbaste de plantas**. 2. ed., Vitória: EMCAPA, 1987. 20 p. (Circular Técnica, 11).

MARIN, S. L. D.; GOMES, J. A; ALVES, F. de. **Introdução, avaliação e seleção do mamoeiro cv. Improved Sunrise Solo Line 72/12 no Estado do Espírito Santo.** Vitória: EMCAPA, 1989. 13 p. (Documentos, 59).

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

MALGUTI, C.; JIMÉNEZ, H.; HOROVITZ, S. Prueblas de transmissión del mosaico de la lechosa a especies de *Carica*. **Agricultura Tropical**, Venezuela, v.7, n.1, p. 21-23, 1957.

MEKAKO, H. U.; NAKAZONE, H. Y Inheritance of eight characters in intra and interspecific crosses among five *Carica* species. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.101, n. 1, p. 14 - 19, 1976.

MEDINA, J. C. Cultura. In: MEDINA, J. C; BLEINROTH, J. M. M. S.; DE MARTIN, Z. J.; NIZIDA, A. L. A. C.; BALDINI, V. L. S.; LEITE, R. S. S. F.; GARCIA, A. E. B. **Mamão:** cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos. 2· ed. rev. e ampl., Campinas: ITAL, 1995. p. 1-177.

NAKASONE, H. Y. Papaya development in Hawaii. **Horticultural Science,** v. 10, p. 198, 1975.

NAKASONE, H. Y. Breeding and disease problems in some tropical and subtropical fruits with emphasis on papaya . **Acta Horticultural Tropical and Subtropical Fruits**, v. 57, p. 125-133, 1976.

NAKASONE, H. Y. Melhoramento de Mamão do Havaí. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 1., 1980, Jaboticabal. **Anais ...** Jaboticabal: FCAV/UNESP,1980. p. 275-287.

NAKASONE, H. Y. Melhoramento de Melhoramento de Mamão no Havaí. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 2., 1988, Jaboticabal. **Anais...**, Jaboticabal: FCAV/UNESP,1988. p. 389-401.

NAKASONE, H. Y.; ARKLE, T. D. Development of infra-ovarian ovaries in *Carica papaya* L. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 96, n. 5, p. 550 - 553, 1971.

NASSAR, N. M. A. Melhoramento genético de plantas frutíferas e de mandioca. **Thesaurus**, Brasília, 1991. 98 p.

PEREIRA, M. G. Melhoramento genético do mamoeiro (*Carica papaya* L.): desenvolvimento e recomendação de híbridos. **Seahortes,** Alegre, v.1, n.1, p. 73 - 77, 2003.

RESENDE, J. A. M.; COSTA, A. S. Doenças de vírus e micoplasma de mamoeiro. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 19, p.73-79, 1993.

RICELLI, M. Resistencia al virus del mosaico y adaptabilidad de tres especies de *Caricaceae*. **Agricultura Tropical**, Venezuela, v. 13, n, 2, p. 89-94, 1963.

SILVA, E. dos R. **Indução de brotações laterais para produção de estacas em mamoeiro**. 1998. 37f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal da Bahia - Escola de Agronomia, Cruz das Almas, 1998.

SOUZA JUNIOR., M. T. Mamão transgênico. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**. n. 13, ano 2. p. 132-137, mar. – abr. 2000 (Encarte Especial).

STOREY, W. B. The botany and sex relations of the papaya. In: STOREY, W. B.; JONES, W. V. (Ed.) **Papaya production in the Hawaiian Islands, Part 1.,** Hawaii Agricultural Experiment Station, p. 5-22, 1941 (Technical Bulletin, 87).

STOREY, W. B. Genetics of the papaya. **Journal of Heredity**, Washington, v. 44, n. 2, p. 70-78, 1953.

STOREY, W. B. Segregation sex types in solo papaya and their application to the selection of seed. **Proceedings America Society for Horticultural Science** v. 35, p. 83-85, 1938.

STOREY, W. B. Modification of sex expression in papaya. **Horticultural Advance**, v. 2, p. 49-60. 1958.

STOREY, W. B. Papaya, *Carica papaya*. In: SIMMONDS, N. W. (Ed.) **Evolutin of Crop Plants**. New York: London, Longeman, 1976. p. 21-24.

TENNANT, P. F., GONSALVES, C., LING, K. S., FITCH, M. M. M., MANSHARDT, R., SLIGHTOM, J. L.; GONSALVES, D. Differential protection against papaya ringspot virus isolates in coat protein gene transgenic papaya and classically cross-protected papaya. **Phytopathology**, v. 84, n. 11, 1359-1366. 1994.

VÁZQUEZ, J.; VIZCAINO, P.; PARRA, D. Introducción al cultivo del papayo (*Carica papaya* L.). **Conafrut**, v. 16, p. 1-10, 1974.

YEH, S.D.; GONSALVES, D. Practices and perspective of control of papaya ringspot virus by cross protection. In: HARRIS, K.F. (Ed). **Advances in Disease Vector Research.**, n. 10, p. 237-257. New York: Springer-Verlag, 1994.

Capítulo

4

SELEÇÃO DE PLANTAS MATRIZES DE MAMÃO, GRUPO SOLO, PARA PRODUÇÃO DE SEMENTES

Flávio de Lima Alves
Braz Eduardo Vieira Pacova
Pedro Arlindo de Oliveira Galveas

INTRODUÇÃO

A fruticultura, nas principais regiões produtoras de frutas do mundo, desenvolve-se, principalmente, pela utilização de sementes e mudas certificadas, além de outras técnicas agronômicas. As garantias sanitárias e de pureza varietal devem preceder a planificação dos cronogramas de plantios de frutíferas, em todos projetos. Porque será muito difícil corrigir, posteriormente, os danos proporcionados pela utilização de material multiplicativo contaminado por doenças e pragas ou com características agronômicas indesejáveis.

A inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de sementes e mudas no Brasil têm amparo na Lei Federal Nº 6.507, revisada em 1987. O objetivo dessa lei é normatizar os procedimentos, para assegurar a qualidade das sementes e mudas utilizadas em todo o território nacional (BRASIL, 1993). As empresas que se destinarem a produzir e comercializar sementes de mamão (*Carica papaya* L.) têm de registrar seus campos de multiplicação e zelar pelas inspeções fitossanitárias periódicas, para garantir a qualidade genética, física, fisiológica e fitossanitária de suas sementes (BRASIL, 1992).

Estima-se que no Brasil sejam utilizados anualmente cerca de 5.000 kg de sementes de mamão, e que este segmento represente mais de US$ 4 milhões. Em função dos altos preços praticados no mercado, muitos produtores optam por produzir suas próprias sementes, contribuindo, com isso, para que sejam multiplicados e disseminados materiais genéticos de baixo padrão de qualidade.

Por conseqüência disso, permanecem disponíveis cultivares sem expressão econômica, com o risco de se disseminar doenças de grande severidade para a cultura.

A perda de identidade dos genótipos é o maior malefício que advém dessa forma descontrolada de produção de sementes. Os exemplos são vários. As linhagens L 5 e L 8 do cultivar Solo e o cultivar Sunrise Solo, introduzidas na década de setenta,

os cultivares selecionados pelos produtores no Espírito Santo, como o 'Caliman', 'Roque', 'Baixinho de Santa Amália', 'Bravim', 'Golden' e as variações dentro do cultivar Improved Sunrise Solo Line 72/12, já difundidas em todas as regiões do País, não apresentam mais suas formas originais definidas.

Esse procedimento também expõe os vários genótipos, de maior valor agronômico e comercial, à quebra de resistência genética às várias doenças e contribui para degenerar as características comerciais da produção. Como exemplo, pode-se citar a ocorrência de ovocarpismo, em 2000, com alta incidência no cultivar Golden.

O interesse na seleção e preservação dos genótipos de mamão de superior qualidade se deve ao seu reconhecido valor alimentício e medicinal e à importância socioeconômica da cultura para o País, por gerar grande número de empregos e proporcionar substancial valor de produção, excedentes de divisas e contribuição fiscal. O valor alimentício e medicinal do mamão é justificado pelo seu alto teor de vitamina A, considerável suprimento de vitaminas de complexo B e de papaína (enzima importante na digestibilidade dos alimentos), além de contribuir para a manutenção do equilíbrio ácido-alcalino do corpo humano, sobrepujando o melão, que é considerado um dos melhores álcali-formadores, conforme relatado por Balbach (1973). Devido à grande expressão econômica do mamão, demonstrada pela expansão dos plantios da cultura, passando de 252 ha (década de 1980) para mais de 5.000 ha (em 2000), é emergencial a adoção de medidas visando a preservação da pureza genética e a produção de semente básica sadia de genótipos de mamão.

IMPLICAÇÕES DE CARACTERÍSTICAS DO MAMOEIRO NA SELEÇÃO DE MATRIZES E PRODUÇÃO DE SEMENTES

Os cultivares de mamão *Carica papaya* L. (2n = 18) são agrupados em duas raças hortícolas: dióica e hermafrodita. Os cultivares da raça hermafrodita são os que apresentam maior interesse, porque segregam alta proporção (67%) de plantas desejáveis (GIACOMETTI e MUNDIM, 1953).

Um cultivar derivada de plantas com flor hermafrodita, mesmo fixado por seleção e polinização controlada, apresenta o inconveniente de perder suas características em poucas gerações, caso não sejam mantidos lotes apropriados para a produção de sementes puras (UZEDA-LUNA, 1986). Por outro lado, um cultivar hermafrodita

é mais fácil de ser mantido por várias gerações, pelo fato de apresentar alta taxa (99%) de autopolinização (KEE et al., 1970). Entretanto, segundo Uzeda-Luna (1986), muitos cultivares hermafroditas talvez não existam em sua forma original, pelo efeito do aumento da heterozigose provocada por sucessivas gerações de polinização aberta.

Hofmeyr (1938), citado por Giacometti e Mundim (1953), confirma a necessidade do controle da polinização, mesmo nos cultivares com flor hermafrodita, em decorrência da segregação de alelos dominantes indesejáveis, como: cor da flor amarela **Y** (yellow) sobre a cor branca **y**; cor roxa do pecíolo **P** (purple) sobre a cor verde **p**; cor amarela da polpa **R** sobre a cor vermelha **r** (red).

Storey e Jones (1947, 1952), também citados por Giacometti e Mundim (1953), acrescentam, enfatizando a necessidade do controle da polinização para evitar a manifestação exacerbada da ocorrência de flor hermafrodita estéril no verão (esterilidade feminina), em detrimento da flor hermafrodita fértil, além da dominância do caráter planta alta sobre planta anã (dwarf).

Nakasone (1988) cita a ocorrência de carpeloidia, no outono e inverno, como uma importante anomalia genética que se manifesta com grande intensidade nos cultivares hermafroditas e que os programas de melhoramento devem procurar restringir sua presença para índices inferiores a 10%. Em adição, ressalta que em programa de melhoramento envolvendo cultivares hermafroditas, as plantas devem ser avaliadas durante o período frio, para ocorrência de carpeloidia do estame, e, novamente, durante os meses quentes e, ou, secos, para esterilidade feminina.

Segundo Nakasone (1980), se não forem tomados os devidos cuidados na seleção de plantas, do grupo Solo, os cultivares mais importantes poderão perder as características peculiares, apresentando as indesejáveis, como: não mais a precocidade de produção proporcionada pelo florescimento precoce (ocorre aos três meses após o plantio, ou seja, aparecimento das primeiras flores após a formação da 30ª ou 35ª folha), aumento do número de frutos por inserção foliar, variações acentuadas no formato do fruto, desde a forma alongada e piriforme até a forma oval, peso do fruto fora da faixa ideal de consumo de 327 a 510 g, desuniformidade na consistência e coloração da polpa no amadurecimento, perda da coloração vermelho-alaranjada da polpa e redução nos teores de sólidos solúveis totais, para índices inferiores a 16-17% no verão e 13-14% no inverno.

Com relação às principais doenças, segundo Robbs (1996), existe certa resistência entre os cultivares do grupo Solo à antracnose. Para os vírus, desconhecem-se fontes de resistência genética em germoplasma de *Carica papaya*

L. (NICKEL, 1993, citado por VILARINHOS et al., 1996). Particularmente em relação à meleira, conforme Alves et al. (1996), não foi constatada sua presença na área de produção de sementes do Incaper em Viana, ES.

Para produção de sementes e mudas com garantias fitossanitárias, as doenças e pragas devem ser levadas em consideração quanto ao seu controle. Robbs (1996) e Nickel (1993), citado por Vilarinhos et al. (1996), recomendam utilizar áreas não endêmicas para implantar a cultura do mamão.

ETAPAS DA SELEÇÃO DE PLANTAS MATRIZES DE MAMÃO

MARCAÇÃO DA ÁREA PARA SELEÇÃO

Após realizado o plantio da lavoura, preferencialmente entre abril e junho, no Espírito Santo, faz-se a escolha do talhão onde será realizada a seleção de plantas. A área deve ser limitada, contendo no máximo 15.000 plantas, subdividindo-a em estratos menores, procurando manter uniformidade de relevo, tipo, fertilidade e umidade de solo dentro de cada estrato.

FLORESCIMENTO, SEXAGEM E *ROGUING*

O florescimento acontecerá em torno de três a quatro meses após o plantio, ocasião em que serão iniciadas as atividades de sexagem e *roguing*, visando eliminar as plantas atípicas ou com doenças como mosaico, meleira e vira-cabeça. Neste período, inicia-se a seleção das plantas para altura e diâmetro de tronco.

ESTERILIDADE E CARPELOIDIA NO VERÃO

Aos seis ou sete meses após o plantio realizado no período recomendado, avalia-se a ocorrência de plantas com esterilidade e carpeloidia de verão, selecionando-se plantas com índice inferior a 10% para estas anomalias indesejáveis.

COLHEITA

Aos nove meses após o plantio, inicia-se a colheita. Procede-se à avaliação da produção, em que se determina o número de frutos por planta e se qualifica a produção segundo o formato de frutos, a coloração e espessura de polpa e o teor de sólidos solúveis totais, principalmente.

CARPELOIDIA NO INVERNO

Em agosto e setembro do ano seguinte, ou seja, aos 14 ou 15 meses após o plantio, as plantas tendem novamente a apresentar carpeloidia em grau mais acentuado. Nesta fase, efetua-se a retirada ou eliminação destes frutos, quantificando a porcentagem de frutos carpeloides e pentândricos. Realiza-se a última avaliação de altura de planta e diâmetro de tronco e as plantas são liberadas para a extração de sementes.

SELEÇÃO MASSAL ESTRATIFICADA

O processo de seleção de plantas matrizes de mamoeiro *Carica papaya***,** grupo Solo, para produção de sementes no Estado do Espírito Santo é realizado pelo método de **Seleção em Massa**, conforme descrito por Allard (1960), procedendo-se a uma pequena adaptação do método, ou seja, a estratificação da área global trabalhada em tamanhos menores (estratos), a fim de se aplicar mais eficazmente a seleção de plantas, para as características desejadas, especialmente se houver diferenciação das propriedades físicas, químicas e umidade do solo entre os estratos. Esse procedimento irá permitir maior expressão genotípica, minimizando os efeitos ambientais, principalmente do solo.

A maior vantagem da **Seleção Massal**, segundo Allard (1960), é permitir distribuição do material selecionado para produção comercial em curto prazo. Além de convergir maior número de plantas selecionadas, quanto a precocidade de produção, resistência às doenças e aumento de produtividade.

Este método trabalha com a hipótese de não eliminar mais que 25% das plantas. Com isso, reduz-se o perigo de se promover alterações nas características agronômicas ou comerciais desejáveis do material genético original, como: menor altura de planta no florescimento, menor tamanho de fruto, maior consistência de polpa, formato de fruto piriforme e altos teores de sólidos solúveis totais.

O método da Seleção Massal Estratificada (SME) pode ser resumido como um processo que inclui desenvolvimento da população, avaliação de plantas individuais e seleção de plantas matrizes superiores, sendo estas utilizadas como genitoras para formar uma nova população de plantas e sofrer um novo ciclo de seleção, bem como utilizadas diretamente como plantas matrizes para se extrair sementes para a

distribuição aos produtores.

Na SME, em um estrato se pressupõe que haja diferenciação, principalmente, de fertilidade, física e umidade do solo em relação aos demais estratos da área total trabalhada. Hipoteticamente, cada estrato pode apresentar média da variável (característica), sob seleção, diferente da média de outro estrato, vizinho ou mais distante. Por exemplo: variável altura do florescimento aos três meses após o plantio (AF) pode apresentar média de 80 cm, num primeiro estrato, enquanto em outro estrato, média de AF igual a 50 cm. Supondo ser o objetivo desejável, até um certo limite, selecionar plantas com dimensões menores para AF, assim, no primeiro estrato, as plantas inferiores a 80 cm até o limite de 60 cm devem ser selecionadas. O mesmo raciocínio é válido para plantas inferiores a 50 cm até 40 cm, no outro estrato. Observar que, neste último caso, não há interesse de se selecionar plantas com AF muito abaixo de 40 cm. Caso não haja variação muito grande entre as médias dos estratos para AF, selecionar plantas na área delimitada, por meio de um índice de seleção prefixado; no caso do Espírito Santo, preferem-se plantas com AF em torno de 50 cm. Evidentemente, deve-se realizar, no mesmo estrato, também a seleção para outras características, de acordo com o ciclo da cultura.

PADRÕES FENOLÓGICOS E FITOTÉCNICOS DE SELEÇÃO DE PLANTAS

Os padrões fenológicos e fitotécnicos estabelecidos para a seleção de plantas de mamoeiro do grupo Solo no Espírito Santo, de acordo com os resultados obtidos por Marin et al. (1989) e Alves et al. (1996), são:

· Altura de florescimento aos três meses após o plantio: < 50 cm
· Altura de frutificação aos seis meses após o plantio: > 40 cm < 70 cm
· Vigor das plantas por meio da medição do diâmetro do tronco a 20 cm do solo: aos seis meses > 10,0 cm e aos 12 meses> 15,0 cm
· Índice de esterilidade no verão: < 10%
· Índice de carpeloidia no inverno, incluindo frutos pentândricos: < 10%
· Índice de doenças letais: < 2%
· Ocorrência e o período de incidência de doenças

PADRÕES DE PRODUÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS FRUTOS

Avaliar, semanalmente, frutos de plantas selecionadas, na colheita:

· Produção: anotações de número de frutos, peso dos frutos e classificação por tipo (8 a 15 frutos por caixa de 3,5 kg).
· Classificação dos frutos: os frutos colhidos serão classificados, percentualmente, de acordo com o peso médio.
  - Frutos para exportação: preferencialmente frutos com peso entre 280 e 380 g, que serão subdivididos em quatro tipos (9, 10, 11 e 12 frutos/caixa de 3,5 kg). Anotar (porcentagem).
  - Frutos para mercado interno: preferencialmente frutos com peso médio > 380 g e < 500 g. Anotar (porcentagem).
  - Frutos malformados: descartar e anotar (porcentagem).
· Espessura de polpa: (> 2,5 cm)
· Frutos com polpa vermelho-alaranjada: (> 80%).
· Resistência de polpa: (> 11 kg/cm^2) no estádio de colheita.
· Sólidos solúveis totais: de 11 a 14 ºBrix, no inverno, e até 17 °Brix, no verão.
· Sementes: número de sementes por fruto.
· Cavidade: estrelada.

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES BÁSICAS PARA A SELEÇÃO DE PLANTAS MATRIZES DE MAMOEIRO, GRUPO SOLO

As atividades básicas para seleção de plantas matrizes de mamoeiro, grupo Solo, para produção de sementes, no estado do Espírito Santo, encontram-se a seguir delineadas (Quadro 1).

QUADRO 1 - Cronograma de atividades para seleção de plantas matrizes.

	1º Ano											
Atividades Básicas	**J**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
Semeadura			x	x								
Plantio				x	x	x						
Roguing				x	x	x	x	x	x	x	x	x
Irrigações				x	x	x	x	x	x	x	x	x
Adubação/Macronutrientes			x	x		x		x		x		x
Adubação/Micronutrientes			x	x		x		x		x		x
Calcário + Adubação Orgânica				x						x		
Capinas Químicas										x		
Florescimento e Sexagem								x	x	x		
Altura de Florescimento								x	x	x		
Diâmetro do Tronco								x	x	x		
Altura da Frutificação												x
Esterelidade												x
Carpeloidia												x
Seleção de Plantas			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	2º Ano											
Roguing	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Irrigações	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Adubação/Macronutrientes		x		x		x		x		x		x
Adubação/Micronutrientes		x		x		x		x		x		x
Calcário + Matéria Orgânica				x						x		
Capinas Químicas				x						x		
Colheita, Desbaste e Beneficiamento			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Colheita, Beneficiamento Sementes									x	x	x	x
Comercialização											x	x
Diâmetro do Tronco								x	x			
Esterilidade	x											
Carpeloidia	x							x				
Seleção de Plantas	x	x	x	x	x	x	x	x				

REFERÊCIAS

ALLARD, R.W. Seleção de plantas individuais com teste de progênie e seleção em massa. In: ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo, SP: Edgard Blucher Ltda., 1960. p. 88-92.

ALVES, F. de L.; GALVEAS, P.A . de O.; FULIN, E. A; DESSAUNE FILHO, N.; VENTURA, J.A . Seleção de plantas de mamoeiro *Carica papaya* L. Improved Sunrise Solo –72/12 para produção de sementes. In: MENDES, L.G.; DANTAS, J.L.L.; MORALES, C.F.G. **Mamão no Brasil.** Cruz das Almas, BA: EUFBA/EMBRAPA-CNPMF, 1996. p. 145-158.

BALBACH, A . O mamão. In: BALBACH, A. **As frutas na medicina moderna**. São Paulo, SP: MVP, 1973. p 292-321.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Programa de apoio à produção e exportação de frutas. **Mudas e sementes**: cadastro de produtores de algumas espécies selecionadas. Brasília-DF, 1992. 51p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Programa de Apoio à produção e exportação de frutas, hortaliças e flores ornamentais. Secretaria de Desenvolvimento Rural – FRUPEX. Programa de trabalho. Brasília, DF, 1993. 30p.

GIACOMETTI, D.C.; MUNDIM, L.B. **Melhoramento do mamão. *Carica papaya* Linn**. Belo Horizonte, MG: SEAG, 1953. 37p.

KEE, W.; AKAMINE, E.K.; AOKI, G.M. HAMILTON, R.A.; HARAMATO, F.H.; HINE, R.B.; HOLTZMANN, O.V.; ISHIDA, J.T.; NAKASONE, H.Y. **Papaya in Hawai**. Honolulu, Cooperative Extension Service/Univesity of Hawaii. 1970. 57p. (University of Hawaii. Circular, 436).

MARIN, S.L.D.; GOMES, J.A.; ALVES, F. de L. **Introdução, avaliação e seleção de mamoeiro cv. Improved Sunrie Solo Line 72/12 no Estado do Espírito Santo**. Vitória, ES: EMCAPA, 1989. 13p. (EMCAPA. Documentos, 59).

NAKASONE, H.Y. Melhoramento de mamão do Hawaii. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 1., 1980, Jaboticabal, SP, **Anais...** Jaboticabal, SP: FCAP/UNESP, 1980. p. 257-297.

NAKASONE, H. Programa de melhoramento de mamão no Havaí. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMÃO, 2, 1988, Jaboticabal, SP, **Anais...** Jaboticabal, SP. FCAP/UNESP, 1988 p. 389-405.

ROBBS, C.F. Enfermidades de pós-colheita do mamão. In: MENDES, L.G.; DANTAS, J.L.L.; MORALES, C.F.G; **Mamão no Brasil.** Cruz das Almas, BA: EUFBA/EMBRAPA-CNPMF, 1996. p. 89-91.

UZEDA-LUNA, J.V. Cultivares de mamoeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.134, p.14-18, 1986.

VILARINHOS, A. D.; NICKEL, O.; OLIVEIRA, R.P. de; DANTAS, J.L.L. Resistência não convencional a viroses: utilização do gene da capa proteica do vírus da mancha anelar do mamão (PRV). In: MENDES, L.G.; DANTAS, J.L.L.; MORALES, C.F.G. **Mamão no Brasil.** Cruz das Almas, BA: EUFBA/EMBRAPA-CNPMF, 1996. p. 173-181.

Capítulo

5

SOLOS CULTIVADOS COM O MAMOEIRO

José Sérgio Salgado
Aureliano Nogueira da Costa

INTRODUÇÃO

O mamoeiro, originário de áreas tropicais, com pluviosidade elevada e bem distribuída, encontra nos solos de textura arenosa e argilo-arenosa dos Tabuleiros Costeiros condições favoráveis ao seu desenvolvimento. No Brasil, os Estados da Bahia e do Espírito Santo destacam-se atualmente como os principais produtores de mamão, responsáveis que são por 85% da produção brasileira (FNP, 2002).

As lavouras estão localizadas em áreas de relevo propício à mecanização, típicas dos tabuleiros costeiros, onde as pequenas variações de temperatura favorecem o desenvolvimento da cultura ao longo do ano. Na sub-região dos Tabuleiros Costeiros, que vai da divisa dos Estados da Bahia com o Espírito Santo até o município de Valença, Ba, as chuvas são relativamente bem distribuídas ao longo do ano, com períodos secos variando de três a seis meses e média climatológica anual da precipitação em torno de 1.500 mm (TAVARES, 1998). Quanto aos solos, pertencentes, em geral, à classe dos latossolos, os quais ocupam as maiores extensões, seguidos pelos argissolos, são de baixa fertilidade e têm como principal peculiaridade a presença de horizontes coesos subsuperficiais, fortemente adensados, que restringem o movimento de água no perfil do solo e o aprofundamento do sistema radicular

Neste capítulo é caracterizado o ecossistema Tabuleiros Costeiros, mostrando sua importância econômica, bem como as características de seus solos e a convivência do mamoeiro com as limitações presentes.

OS TABULEIROS COSTEIROS

No ecossistema dos Tabuleiros Costeiros, concentra-se a maioria das áreas cultivadas com mamoeiro no Espírito Santo. São áreas expressivas do território brasileiro recobertas por sedimentos terciários do Grupo Barreiras, com largura variável e se distribuem ao longo do litoral, iniciando ao sul do Estado do Rio de Janeiro, estendendo-se pelo Espírito Santo e Estados nordestinos (ALMEIDA, 1964).

Este sistema natural tem grande importância socioeconômica para o Nordeste, por se situar na faixa costeira úmida, abrigando grandes centros populacionais, contando com infra-estrutura portuária adequada à exportação de produtos agrícolas (LIBARDI et al., 2001). No Estado do Espírito Santo, contrasta com outros sistemas naturais pela aparente uniformidade visual, conferida pela extensa área plana que ocupa (UFV, 1984).

As condições térmicas ao longo do ano mostram-se estáveis, favoráveis, portanto, à exploração de culturas tropicais. Ao lado desta constância térmica, há ampla variação no regime hídrico, ocorrendo áreas mais úmidas e também áreas com períodos secos definidos (RESENDE et al., 1988), permitindo a segmentação de ambientes distintos dentro dos Tabuleiros Costeiros (TAVARES et al., 1998).

PRINCIPAIS SOLOS DE TABULEIROS COSTEIROS CULTIVADOS COM O MAMÃO

A cultura do mamoeiro situa-se em segmentos dos Tabuleiros Costeiros onde predominam Latossolos e Argissolos Amarelos (REZENDE, 2000), originados do material que, mesmo antes de seu transporte ao local atual de deposição, sofreu intensa ação de intemperismo e lixiviação (CORREA, 1984). São solos pobres em nutrientes (RESENDE et al., 1993) e, em geral, álicos, (saturação por alumínio >50%), com concentração dos nutrientes e de matéria orgânica no horizonte superficial. A textura é, na maioria das vezes, arenosa na superfície, com presença, em muitas classes de solo, de horizontes subsuperficiais, adensados, denominados horizontes coesos. (EMBRAPA, 1978).

No Quadro 1, são apresentados dois tipos de solo cultivados com mamoeiro em área de tabuleiro, no Estado do Espírito Santo. Um deles, o Latossolo Amarelo Coeso Álico, é comum no ecossistema e o outro, de fertilidade mais alta, Latossolo

Vermelho Escuro Eutrófico, mais raro.

QUADRO 1 - Características químicas dos solos cultivados com mamoeiro no Estado do Espírito Santo

Latossolo Amarelo coeso álico

Horizontes		pH 1:2,5	Complexo Sortivo cmol/dm³							MO	V	m	P
Símbolo	Prof (cm)	H_2O	Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^+	Na^+	SB	Al^{+3}	t	dag-kg	%		mg-dm³
AP	0-28	5,2	0,62	0,17	0,04	0,03	0,86	0,15	1,01	0,8	31	14	1,30
AB	28-58	5,2	0,81	0,20	0,04	0,03	1,08	0,16	1,24	0,6	39	12	0,79
B1	58-110	4,6	0,27	0,11	0,07	0,01	0,46	0,97	1,43	0,3	15	67	0,17
B2	110-140	4,5	0,17	0,05	0,06	-	0,28	1,11	1,39	0,0	8	79	0,13

Latossolo Vermelho Escuro eutrófico

Horizontes		pH 1:2,5	Complexo Sortivo cmol/dm³							MO	V	m	P
Símbolo	Prof (cm)	H_2O	Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^+	Na^+	SB	Al^{+3}	t	dag-kg	%		mg-dm³
AP	0-30	5,7	1,98	0,78	0,21	0,20	3,17	0,03	3,20	1,4	65	1	2,02
BA	30-72	5,5	0,68	0,61	0,25	0,03	1,57	0,03	1,60	0,2	51	2	0,86
B1	72-117	4,9	0,55	0,56	0,18	0,03	1,32	0,02	1,34	0,1	47	1	0,21
B2	117-177	5,0	0,83	0,15	0,11	0,05	1,14	0,02	1,16	0,1	43	2	0,19

A característica mais marcante desses solos é a forma tabular de seu relevo, plano a suave ondulado (ZANGRANDE, 1985; LANI, 1987). Outra peculiaridade é a presença de um horizonte adensado de espessura e profundidade variáveis (LANI, 1987), existente em grande parte dos solos. No Quadro 2, é possível verificar a presença do adensamento subsuperficial em solo cultivado com mamoeiro no Estado do Espírito Santo. Existem evidências, identificadas em muitos trabalhos sobre o tema, de que esse nível de adensamento pode reduzir, significativamente, o desenvolvimento do sistema radicular e a infiltração de água no solo (MARQUES, 1987). Por se situar próximo à superfície, o adensamento promove redução na profundidade efetiva, afetando o desenvolvimento da planta como um todo.

QUADRO 2 - Características físicas dos solos cultivados com mamoeiro no Estado do Espírito Santo

Latossolo Amarelo coeso álico

Horizontes		Composição Granulométrica %				Densidade Aparente g/cm³
Símbolo	Prof (cm)	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	
AP	0-28	65	25	1	9	1,46
AB	28-58	44	28	7	21	1,73
B1	58-110	36	26	5	33	1,54
B2	110-140	27	15	7	51	1,63

Latossolo Vermelho Escuro eutrófico

Horizontes		Composição Granulométrica %				Densidade Aparente g/cm³
Símbolo	Prof (cm)	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	
AP	0-30	37	17	4	42	1,65
BA	30-72	26	12	12	50	1,53
B1	72-117	27	16	13	44	1,48
B2	117-177	23	13	26	38	1,37

Fonte: Achá Panoso e Salgado (2002).

Uma forma de atenuar os efeitos do adensamento é o emprego de camalhões (OLIVEIRA, 1967). Em condições de solos com horizonte subsuperficial adensado, como na região produtora de mamão, as mudas do mamoeiro são plantadas sobre camalhões ou colocadas no nível do solo e posteriormente é realizada amontoa, aumentando o volume de solo a ser explorado pelas raízes do mamoeiro (SÃO JOSÉ, 1996). No Estado do Espírito Santo, atualmente, observa-se a prática da amontoa em mamoeiro do grupo Solo em Latossolo Amarelo, efetuada aos três a quatro meses de idade do mamoeiro, por ocasião da realização da sexagem (Figura 1).

O solo de fertilidade mais alta, Latossolo Vermelho Escuro, é também cultivado com o mamoeiro, embora em proporções menores no Estado do Espírito Santo. Esse solo está circunscrito em latossolos dos Tabuleiros Costeiros, ocorrendo como ilhas (RESENDE, 1993). Ele se assemelha fisicamente aos latossolos de coloração amarelada, exceto pela presença da cor vermelho-escura e da superior fertilidade natural (Quadros 1 e 2), e ocupa cotas locais mais elevadas. Na Figura 2, observa-se uma cultura do mamoeiro do Grupo Formosa aos 24 meses de idade implantada em sistema de amontoa no município de Pinheiros, ES.

FIGURA 1 - Lavoura de mamoeiro,aos 3-4 meses de idade conduzida em sistema de amontoa no Município de Sooretama, ES, julho de 2002. Foto cedida por Dr. Aires Ventura.

FIGURA 2 - Lavoura de mamoeiro do Grupo Formosa, em Latossolo Vermelho Escuro,aos 24 meses de idade conduzida no sistema de amontoa no município de Pinheiros, ES, 2001. (Foto cedida por Dr. Francisco Martins dos Santos).

COMENTÁRIOS GERAIS

Nos Tabuleiros Costeiros, a estabilidade térmica reinante permite o desenvolvimento do mamoeiro ao longo do ano, se associado à irrigação complementar no período seco, meses de outono/inverno, e se forem adotadas estratégias para minimizar os efeitos dos horizontes coesos e para melhorar o suprimento de nutrientes às plantas.

A produção de mamão deverá estar associada ao conhecimento das características dos locais de exploração, ao emprego de camalhões em algumas condições, à adequada suplementação de água para a correção de deficiência hídrica, ao equilíbrio das adubações e aos controles fitossanitários praticados.

Nos períodos chuvosos, é comum a ocorrência de doenças radiculares, devido à formação de zonas de saturação de água associadas aos horizontes coesos, quando situados próximos à superfície do solo. Devido à baixa condutividade hidráulica dos horizontes coesos, é comum a saturação da camada de solo acima do coeso, durante períodos de intensa precipitação pluvial ou se as lâminas de irrigação forem superestimadas. Nos Latossolos Vermelho Escuro, o problema pode estar associado devido à textura mais argilosa.

A cultura do mamoeiro tem convivido com as limitações existentes nos Tabuleiros Costeiros e alcançado bons índices de produtividade e de qualidade dos frutos, o que a torna uma atividade de importância econômica para este sistema natural. A garantia de longevidade e manutenção de bons índices de produtividades dependem, no entanto, da seleção de áreas adequadas e do ajuste das práticas de manejo aos solos com horizontes coesos subsuperficiais.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL**, São Paulo: FNP Consultoria e Comércio Ltda. 2002. 536p.**

ALMEIDA, F.F.M. Os fundamentos geológicos. In: AZEVEDO, A. Brasil, a terra e o homem**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1964. 607p.**

ACHÁ PANOSO, L.; SALGADO, J.S. Relatório de Viagem à região produtora de mamão no Espírito Santo**: Incaper, Vitória-ES, 2002. 31 p.**

CORREA, G.F. **Modelo de evolução da mineralogia da fração argila de solos do planalto de Viçosa, MG**. 1984. 87 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Espírito Santo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1978, 472p. (Boletim Técnico, 45).

LIBARDI, P.L.; MELO FILHO, J.F.de. Influência dos horizontes coesos na dinâmica da água no solo. In: WORSHOP SOBRE COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 2001. **Anais...** Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros Aracajú-SE, 2001. 339 p.

MARQUES, P.C. **Influência de características físicas e químicas de latossolos no crescimento da seringueira (*Hevea brasiliense* Mueel ARG.), no Estado do Espírito Santo.** 1988. 73 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

OLIVEIRA, L.B. de O estudo físico do solo e a aplicação racional de técnicas conservacionistas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.2, p.281-285, 1967.

RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D.P. **Pedologia e fertilidade do solo: Interações e implicações**. Brasília: Ministério da Educação; Lavras: Esalq; Piracicaba: Potafos, 1988. 81p.

RESENDE, M.; LANI, J.A.; FEITOSA, L.R. **Assentamento de pequenos agricultores no Estado do Espírito Santo: Ambiente, homem e instituições**. Brasília: Secretaria de Assuntos Estratégicos; Vitória-ES: Emcapa; Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 1993.

REZENDE, J. de O. **Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros: limitações agrícolas e manejo**. Salvador-BA: SEAGRI-SPA, 2000. 117p.

SÃO JOSÉ, A.B. Tratos culturais do Mamoeiro. In: MENDES, L.G.; DANTAS, J.L.L.; MORALES, C.F.G. (Eds.). **Mamão no Brasil**. Cruz das Almas-BA: UFBA/Embrapa-CNPMF, 1996. p.21-26.

TAVARES, D.E.; MOTA, D.M. da; BARRETO, A.C.; NOGUEIRA, L.R.Q.; SIQUEIRA, E.R.; SILVA, A.A.G. da. Prospecção de Demandas para os Tabuleiros Costeiros da Região Nordeste. In: CASTRO, A.M.G. de; LIMA, S.M.V.; GOEDERT, W.J. et al. **Cadeias Produtivas e Sistemas Naturais**. Prospecção Tecnológica. Embrapa-Brasília: DPD, 1998. p.101-125.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Caracterização de solos e avaliação dos principais sistemas de manejo dos tabuleiros costeiros do baixo rio Doce e da região norte do estado do Espírito Santo e sua interpretação para o uso agrícola**. Viçosa: UFV, 1984. 153p.

ZANGRANDE, M.B**. Caracterização e interpretação para o uso de um Podzólico Vermelho Amarelo abrúpticos dos Platôs Litorâneos do Estado do Espírito Santo**. 1985. 81 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Capítulo

6

PLANTIO, FORMAÇÃO E MANEJO DA CULTURA

Adelaide de F. S. da Costa

Aureliano Nogueira da Costa

Francisco A. M. dos Santos

Fabrício Carraretto Barreto

Valmir José Zuffo

INTRODUÇÃO

O pacote tecnológico utilizado para a cultura do mamoeiro sofre adequações de acordo com as condições de cultivo, as condições climáticas e as exigências do mercado consumidor.

Para que a cultura do mamoeiro atinja altas produtividades e qualidade de frutos, vários fatores estão diretamente envolvidos, como constituição genética do cultivar plantado (variedades e, ou, híbridos superiores), condições edafoclimáticas favoráveis, obtenção de sementes de qualidade, controle fitossanitário eficiente, atendimento das necessidades hídricas e correção das deficiências nutricionais, dependendo, portanto, diretamente de tratos culturais adequados desde o plantio até a colheita.

A melhoria das práticas culturais e a implantação de novos métodos de cultivo, na região produtora de mamão, têm levado a incrementos significativos na qualidade de frutos e na produtividade das lavouras. Como os estados brasileiros, em particular a Bahia e o Espírito Santo, considerados os maiores produtores de mamão do País, exploram cultivares e híbridos de dois grupos de mamoeiro, identificados principalmente de acordo com o tipo de fruto, como Solo e Formosa, serão descritas neste capítulo as práticas culturais mais utilizadas, destacando-se as peculiaridades de cada grupo.

PROPAGAÇÃO DO MAMOEIRO

A propagação do mamoeiro pode ser realizada por via sexuada, por meio de sementes, ou assexuada, por estaquia e enxertia.

A propagação vegetativa por enxertia tem sido utilizada em trabalhos de pesquisa, nos quais são necessários estudos específicos, analisando-se de maneira

individualizada o sistema radicular ou a parte aérea da planta. A produção de mudas por enxertia não é prática comum em lavouras comerciais de mamão. É realizada utilizando-se como enxerto brotações laterais, sem folhas, em torno de 15 cm de comprimento. O porta-enxerto é, geralmente, um mamoeiro com diâmetro de cerca de 5 cm. Procede-se ao corte da base do enxerto em forma de cunha, em seguida essas brotações são introduzidas numa fenda, aberta em cortes horizontal e parcial no caule do porta-enxerto, a poucos centímetros do solo.

A propagação vegetativa por estaquia, tecnologia bastante divulgada em outras fruteiras, a qual visa manter as características desejáveis da planta-mãe, bem como obter precocidade de produção, apresenta resultados positivos para o mamoeiro, porém deve ser analisada de maneira comparativa com a propagação tradicional por sementes, quanto à sua viabilidade técnica e econômica, para utilização em escala comercial. Abordagem mais detalhada sobre a técnica de propagação do mamoeiro por estaquia é apresentada no capítulo que discute as estratégias e perspectivas do melhoramento genético.

A propagação por sementes continua sendo o meio tradicional para a formação dos plantios comerciais no Brasil, devendo seguir os padrões de exigências para obtenção de sementes de qualidade. A utilização de plantas matrizes hermafroditas, com flores autopolinazadas, é uma condição ideal para a produção de sementes do grupo Solo (cultivares homozigotos), proporcionando a produção de frutos comerciais com características típicas da variedade.

PRODUÇÃO DE SEMENTES

Para a produção de sementes de qualidade em mamoeiro do grupo Solo, há necessidade de formação de campos de produção de sementes, procedendo-se à seleção de plantas matrizes com características desejáveis, tanto para as plantas quanto para os frutos, utilizando-se o processo de polinização controlada, conforme evidenciado no capítulo de seleção de plantas matrizes de mamão, grupo Solo, para produção de sementes. Desde que atenda os padrões de exigências estipulados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a produção de sementes pode ser realizada pelo produtor rural.

A produção de sementes híbridas de genótipos do grupo Formosa ocorre de maneira diferenciada, sendo realizada somente pelas empresas que detêm os progenitores. As sementes devem ser adquiridas, portanto, dessas empresas, não sendo possível a produção pelos produtores rurais.

As plantas a serem selecionadas para a colheita dos frutos destinados à retirada de sementes devem apresentar, além de frutos bem formados, típicos da variedade utilizada, boas condições fitossanitárias, adaptação à região produtora, precocidade, baixa altura de inserção de flores e alta produtividade. O ponto de colheita dos frutos deve ser um estádio mais elevado de maturação, garantindo maior vigor das sementes. O corte dos frutos deve ocorrer de maneira cuidadosa, para não danificar as sementes. Para a retirada das sementes, utilizar uma ferramenta não-cortante, como uma colher, lavando-as, em seguida, sobre uma peneira em água corrente, para soltar a mucilagem. Colocar para secar à sombra, espalhadas em camada fina sobre papel ou tecido absorvente. Após dois a três dias, as sementes poderão ser utilizadas imediatamente para a produção de mudas, ou acondicionadas em sacos plásticos à temperatura de 6 a 8 ºC, podendo ser armazenadas na parte inferior das geladeiras domésticas.

PRODUÇÃO DE MUDAS

A produção de mudas de mamoeiro é realizada, atualmente, no Espírito Santo por meio da semeadura em sacos de polietileno preto, tubetes ou bandejas de isopor.

SISTEMA CONVENCIONAL

Os sacos de polietileno preto mais utilizados possuem altura máxima de 18 cm, largura mínima de 9 cm e espessura mínima de 0,06 cm. O substrato é composto de uma mistura terra de subsolo peneirado, areia e esterco de curral bem curtido, na proporção de 3:1:1 (Figura 1).

No Estado do Espírito Santo, ainda há grande número de fruticultores que utilizam este processo de produção de mudas em viveiros rústicos (Figura 2), a céu aberto ou protegidos por tela, folhas de palmáceas ou qualquer outra cobertura que permita a absorção de aproximadamente 60% da luz solar. Essa cobertura é retirada após o desenvolvimento das mudas; ocorrendo no máximo em três semanas, variando de acordo com as condições climáticas que interferem no desenvolvimento das mudas.

Os viveiros devem ser instalados em local de fácil acesso, em área ensolarada e com boa drenagem, terreno plano, distante de plantios comerciais, com sistema de irrigação e protegido de ventos fortes. Os canteiros devem possuir 1,00 a 1,20 m de largura e comprimento variável, dependendo das dimensões do viveiro. Entre eles deve existir um espaço de 0,50 a 0,60 m para deslocamento e realização dos tratos culturais necessários. Vem ocorrendo redução gradativa da produção de mudas por este sistema, em função do surgimento da terceirização na formação das mudas, em

ambientes protegidos.

Semeadura

Geralmente, são semeadas, para o híbrido do grupo Formosa, uma semente por sacola e para as variedades do grupo Solo, duas ou mais sementes por sacola, que após a germinação serão desbastadas, permanecendo uma muda por sacola, sendo eliminadas as menos vigorosas.

FIGURA 1 - Produção de mudas em sacolas de polietileno preto.

FIGURA 2 - Viveiro rústico: produção de mudas em sacolas de polietileno preto.

PRODUÇÃO DE MUDAS EM TUBETES

Em tubetes, para a produção de mudas de mamoeiro, utilizam-se materiais não-compactantes, sem adição de solo, podendo ser formados pela mistura de materiais orgânicos, como casca de árvores (cascas processadas), turfa processada, vermiculita expandida etc. Pelo reduzido volume do substrato, a complementação mineral torna-se necessária. O controle de irrigação, por nebulização, tem de ser muito eficiente para não comprometer a qualidade das mudas. A produção de mudas através deste sistema deve ocorrer em ambiente protegido e telado (Figura 3).

Para a produção de mudas em tubetes, no Estado do Espírito Santo, atualmente, a Plantibem, empresa de produção de mudas em tubetes, utiliza como substrato uma mistura de turfa, casca de Pinus e adubos de liberação lenta, obedecendo aos mesmos procedimentos para a semeadura e desbaste na produção de mudas pelo processo tradicional. Após a semeadura, as sementes são cobertas por uma fina camada de

vermiculita, sendo os tubetes acondicionados em telados com cobertura plástica onde permanecerão por duas a três semanas. Após esse período, as mudas são transportadas para fora dos telados, para aclimatação. O período de aclimatação dependerá das condições climáticas por ocasião da produção das mudas, sendo em seguida levadas para o transplantio em campo. Em média, o período da semeadura ao transplantio em campo é de aproximadamente 32 dias no verão e 40 a 45 dias no inverno. As mudas em condições de serem levadas para o campo apresentam uma altura de 12 a 20 cm. Para o plantio manual, utilizam-se mudas de 12 a 15 cm e para o plantio mecanizado, 15 a 20 cm de altura (Figura 4).

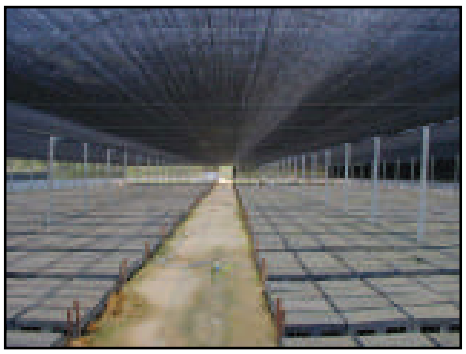


FIGURA 3 – Telado para produção de mudas em tubetes.

FIGURA 4 - Mudas produzidas, em tubetes, sob telado.

PRODUÇÃO DE MUDAS EM BANDEJAS

A produção de mudas em bandejas de isopor segue o mesmo procedimento da produção em tubetes. No Estado do Espírito Santo, hoje é inexistente, devido à maior dificuldade de manejo, quando comparada com a produção em tubetes.

PRODUÇÃO DE SEMENTES E MUDAS FISCALIZADAS DE MAMÃO

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, por meio da Delegacia Federal da Agricultura, no Espírito Santo, coordena a Comissão Estadual de Sementes e Mudas – CESM, a qual elabora, juntamente com os órgãos federais, estaduais e demais órgãos ligados ao setor agrícola, as normas e os padrões para a produção de sementes e mudas, estabelecendo-se portarias para uniformizar os padrões de produção de mudas, no Espírito Santo.

São apresentados adiante as normas e os padrões estabelecidos pela CESM para a produção de sementes e mudas fiscalizadas de mamão no Espírito Santo.

ORIGEM DO MATERIAL PROPAGATIVO

As sementes a serem utilizadas para a formação de mudas deverão ter sua origem comprovada pelo Atestado de Garantia e Nota Fiscal do Produtor registrado na Entidade Fiscalizadora, obedecendo aos padrões apresentados no Quadro 1. O pomar, para produção de sementes ou mudas, deverá ter as plantas matrizes e, ou, os genitores com origem comprovada e ser proveniente de sementes oriundas de Instituições de Pesquisa ou de produtores registrados, sendo o cultivar inscrito no Registro Nacional de Cultivares. As sementes das variedades de mamoeiro deverão ser oriundas de plantas hermafroditas.

PADRÃO DA LAVOURA PARA PRODUÇÃO DE SEMENTES

As lavouras destinadas à produção de sementes serão divididas em talhões. Cada talhão apresentará uma área máxima de cinco hectares (5 ha), constituída por parcelas uniformes, cujas plantas apresentarão a mesma idade e origem genética. Não se admite mistura de cultivares e, ou, de linhagens na lavoura destinada a esta finalidade. O isolamento de lavoura deverá ser de no mínimo 500 m, adotando-se, preferencialmente, uma barreira física.

PADRÃO DO VIVEIRO

As mudas deverão ser produzidas em ambiente protegido e telado. O viveiro deve estar localizado em área ensolarada, com boas condições de drenagem, relevo plano, de fácil acesso, afastado de plantas de mamoeiro infestadas por pragas ou infectadas por patógenos e apresentar faixa lateral de no mínimo cinco metros de bordadura livre de qualquer entulho e, ou, vegetação. Os lotes e, ou, canteiros deverão ser identificados com numeração seqüencial e com nome da linhagem/cultivar.

PADRÃO DE MUDAS

A muda deverá constituir-se de haste ereta e única com 12 a 20 cm de altura, apresentando neste estádio dois a quatro pares de folhas definitivas, ser vigorosa e

estar isenta de pragas e doenças.

QUADRO 1 - Índice de tolerância determinado para as diversas características de qualidade das sementes para a produção de mudas de mamoeiro

Características	Índice de Tolerância
- Pureza Mínima	98%
- Germinação Mínima	75%
- Sementes Cultivadas	0% (isenta)
- Sementes Silvestres	0% (isenta)
- Teor de Umidade Máximo	12%
- Doenças e Pragas	0% (isenta)
- Sarcotesta Aderida à Semente	0% (isenta)
- Tamanho Máximo do Lote	500kg
- Peso da Amostra/Laboratório de Sementes	100g

COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS

Para comercialização, as sementes deverão possuir nota fiscal ou nota do produtor, conforme legislação vigente. O produtor, após o preparo e a identificação do lote de sementes, solicitará a retirada da amostra oficial para análise. Após o resultado, o responsável técnico emitirá o Atestado de Garantia da semente em duas vias, onde deverá constar: nome do produtor, local de produção, nº do lote, nome da espécie/ cultivar/linhagem, data de validade do teste de germinação (mês/ano), germinação (porcentagem) e Pureza (porcentagem).

As mudas, para comercialização, deverão ser separadas por lotes e estarem acompanhadas de Nota Fiscal, Atestado de Garantia e do Certificado Fitossanitário de Origem (CFO), emitidos pelo responsável técnico, conforme modelo oficial estabelecido pela legislação em vigor.

EMBALAGEM

As sementes deverão estar hermeticamente embaladas para serem comercializadas. As mudas poderão ser comercializadas tanto em sacos de polietileno

preto, perfurados na metade inferior, nas dimensões mínimas quando vazias e dobradas de 9 cm de largura e 12 cm de altura e 0,06 cm de espessura, como em tubetes com volume mínimo de 55 ml, com drenagem adequada.

CONDIÇÕES QUE LEVAM À CONDENAÇÃO DO VIVEIRO E, OU, DAS MUDAS DE MAMOEIRO

As doenças, por exemplo aquelas causadas por vírus, bactérias, nematóides e patógenos de solo, levam à condenação imediata de lotes e, ou, canteiros logo após a identificação. Para os fungos da parte aérea, tem-se uma tolerância de até 5% de contaminação. Na presença de quaisquer insetos causadores de danos (pragas), deve-se proceder ao controle, adiando a comercialização. A presença de plantas daninhas em sementeiras, em viveiros e, ou, mudas atacadas com propágulos de tiririca (*Cyperus rotundus*) levam à condenação total do viveiro.

ESPAÇAMENTO

Entre as técnicas culturais do mamoeiro, o uso de espaçamentos adequados tem grande importância, tendo em vista a atual necessidade de aumentar a eficiência produtiva nas áreas cultivadas, devido à crescente valorização das terras, aumento dos custos de produção e o reduzido período de vida útil das plantações.

O clima da região, a declividade do terreno, a fertilidade do solo, a variedade utilizada, o sistema de cultivo, a compatibilidade com requisitos de controle de pragas e o grau de mecanização podem influenciar na escolha do espaçamento. São muito variados os critérios e as recomendações, mas todos coincidem em um objetivo comum, que é a obtenção de altos rendimentos por área (produtividade), bem como qualidade de frutos.

As experiências em diferentes países sobre espaçamentos vão desde 2,00 até 4,00 m entre fileiras e desde 0,60 até 4,00 m entre plantas, em suas inúmeras combinações. (CAMEJO E AWAREZ, 1982). No Havaí, a densidade de plantio varia de 1.360 a 1.900 plantas por hectare, sendo a menor densidade correspondente ao espaçamento de 2,40 x 3,05 m e a maior ao sistema de linhas duplas com 1,83 x 1,83 x 3,66 m, para cultivares do grupo Solo (NAKAZONE, 1988). A tendência de maior altura de plantas com plantios mais densos foi observada em grande número de trabalhos. Na Índia, utilizando-se o cultivar Coorg Honey Dew, em treze espaçamentos

de plantio, que variaram de 1,08 x 1,08 m a 3,90 x 3,90 m, foi medida a altura das plantas aos oito, dez, quatorze e dezoito meses após o plantio, sendo verificada a maior altura no espaçamento de 1,20 x 1,20 m, e a menor com 3,90 x 3,90 m (KOHLI et al., 1986). Com os cultivares Coorg Honey Dew, Washington e CO-1, em três espaçamentos, foi observado que a altura das plantas diminuiu com o aumento do espaçamento, para os três cultivares, sendo recomendado o espaçamento de 1,80 x 1,80 m para os cultivares CO-1, CO-2 e Solo e de 2,40 x 2,40 m para 'Coorg Honey Dew' e 'Washington'. Com o cultivar Ranchi, em quatro espaçamentos de plantio, registrou-se maior altura no início do florescimento (1,71 m) no menor espaçamento, sendo reduzida com o aumento destes até 1,63 m de altura no maior espaçamento. O espaçamento de 2,00 x 2,00 m foi o mais recomendado, considerando-se densidades maiores como não-práticas, pela maior dificuldade no manejo do pomar e na colheita dos frutos (BOSE et al., 1992). Em Porto Rico, Colom-Covas (1977), trabalhando com o cultivar Sunrise Solo, estudou o efeito de 26 espaçamentos, os quais variaram de 0,60 x 0,60 m (0,36 m^2/planta) até 3,05 x 3,05 m (9,30 m^2/planta), sobre a altura das plantas aos nove meses após o plantio, sendo observada a maior altura (3,09 m) no espaçamento de 0,72 x 0,72 m e a menor (1,49 m) no espaçamento de 2,36 x 2,36 m. Porém, em trabalhos realizados em Porto Rico (KUMAR et al., 1989), na Bahia (LUNA, 1986b) e no Rio Grande do Sul (KIST, 1994; KIST e MANICA, 1995), não foram observadas diferenças significativas na altura das plantas com diferentes espaçamentos. KUMAR et al. (1989) compararam dois espaçamentos (1,20 x 1,20 m e 1,80 X 1,80 m), aos 22 meses após o plantio, para os cultivares PR 6-65 e PR 7-65. LUNA e CALDAS (1987) mediram a altura das plantas de três cultivares (Sunrise Solo, JS1 e Tailândia) aos doze meses após o plantio, nos espaçamentos de 3,00 x 2,00 m, 3,00 x 2,50 m e 3,00 x 3,00 m. No Rio Grande do Sul, estudou-se a altura das plantas do cultivar Tainung nº 2 em seis espaçamentos, variando de 2,00 x 1,80 m a 2,80 x 1,80 m, aos 12 e 24 meses após o plantio das mudas no campo (KIST, 1994; KIST e MANICA, 1995). Entretanto, a maioria dos trabalhos realizados em diferentes regiões tem mostrado que o adensamento de plantio tende a conferir maior altura às plantas, o que deve estar relacionado com a competição por luz, estimulando o heliotropismo.

No Brasil, o plantio é realizado em sistema de fileiras simples e fileiras duplas. No sistema de fileiras simples, os espaçamentos variam de 1,50 m a 3,00 m entre as plantas dentro das fileiras e de 2,00 m a 4,00 m entre as fileiras, para os cultivares do grupo Solo, de acordo com a maioria das recomendações (CEPLAC, 1985; LUNA, 1986a; MARIN et al., 1995; SILVA, 1986).

No sistema de fileiras duplas, a recomendação é a disposição triangular das

plantas com 2,00 a 3,00 m de distância dentro das linhas e entre as linhas simples, e 3,60 a 4,00 m entre as fileiras duplas, para o cultivo do mamoeiro do grupo Formosa (CARVALHO et al., 1977; OLIVEIRA, 1994). Para Minas Gerais, foram recomendados espaçamentos variando de 1,80 x 1,80 x 3,50 m a 2,00 x 2,00 x 4,00 m (SILVA, 1986).

Para a Região Sul do Brasil, a qual possui clima mais frio, com temperaturas baixas, podendo ocorrer uma redução no desenvolvimento das plantas, não é recomendado extrapolar os espaçamentos utilizados em regiões quentes. No entanto, em trabalho realizado em condições de clima subtropical, em Porto Lucena, no Rio Grande do Sul, utilizando o espaçamento de 2,00 x 2,00 m, com o mamão Formosa, obteve-se produção satisfatória, acima da média nacional (KIST e MANICA, 1995).

Como existem trabalhos científicos que mostram diferenças significativas para altura de plantas (KOHLI et al., 1986; BISWAS et al., 1989; BOSE et al., 1992; COLOM-COVAS, 1977), eficiência fotossintética (BOSE et al., 1992), como também produção (RAMACHANDER et al., 1979), tornam-se necessárias novas pesquisas visando determinar o melhor espaçamento entre plantas e nas fileiras que não comprometa a produtividade x qualidade de frutos, principalmente sob sistema de irrigação localizada, uma vez que esta é uma prática recente, que está sendo muito difundida entre os produtores.

Os produtores da região norte do Estado do Espírito Santo tradicionalmente utilizavam espaçamentos de 3,60 m x 1,80 a 2,00 m para mamoeiros do grupo Solo e 4,00 m x 2,50 a 3,00 m para mamoeiros do grupo Formosa, quando o plantio era realizado em fileiras simples (Figura 5). Para plantios em fileiras duplas, eram utilizados os mesmos espaçamentos citados, para ambos os grupos, porém com o espaçamento entre as fileiras duplas igual ao utilizado entre as plantas nas fileiras, procedendo-se à disposição alternada das plantas em forma triangular, nas linhas de plantio (MARIN et al., 1995). Hoje, porém, a maioria dos produtores tem optado por espaçamentos distintos para os cultivares do grupo Solo e para o híbrido Tainung nº 1, do grupo Formosa, sendo o sistema de plantio em fileiras simples ou duplas definido de acordo com o sistema de irrigação a ser utilizado. Quando a irrigação utilizada é por microaspersão, faz-se a opção para fileiras duplas, reduzindo-se o custo de implantação.

Independentemente do sistema de irrigação a ser escolhido, deve-se levar em consideração que, pelo sistema de fileiras simples, ocorre, de maneira geral, maior facilidade de operacionalização dos tratos culturais, dando-se ênfase à realização dos tratamentos fitossanitários.

CULTIVARES DO GRUPO SOLO

Utiliza-se o espaçamento de 3,40 a 3,80 m entre fileiras e 1,40 a 2,10 m entre plantas, dentro da fileira. Quando se faz opção por fileiras duplas é utilizado o espaçamento de 1,40 a 1,80 m dentro das fileiras duplas.

Essa variação do espaçamento entre plantas dentro da fileira ocorre dentro de uma mesma área de plantio, uma vez que têm sido distribuídas as mudas em sistema de "renque", utilizando-se uma muda por cova, em espaçamento de 0,70 m (Figura 6). Após a sexagem, o espaçamento variará de 1,40 a 2,10 m, dentro da mesma área. Esse procedimento tem sido utilizado, segundo os produtores, devido à maior facilidade das operações de plantio e manejo inicial da cultura. No entanto, há necessidade de uma avaliação comparativa com espaçamentos uniformes em toda a área de plantio, em termos de eficiência fotossintética, desenvolvimento de plantas e dos frutos, produtividade das lavouras, qualidade de frutos, bem como uma avaliação econômica desta prática. O Incaper vem se preocupando com essa questão, desenvolvendo projetos com a utilização de plantios adensados, nos quais estão sendo avaliados esses parâmetros.

FIGURA 5 - Plantio em sistema de fileira simples – Grupo Formosa.

FIGURA 6 - Plantio em "renque" – Grupo Solo.

HÍBRIDO DO GRUPO FORMOSA

É utilizado o espaçamento de 3,50 a 4,00 m entre fileiras e 1,80 a 2,00 m entre plantas, dentro da fileira (Figura 7). Quando se faz opção por fileiras duplas é utilizado o espaçamento de 1,80 a 2,00 m dentro das fileiras duplas.

Como as sementes do híbrido Tainung nº 1, do grupo Formosa, são importadas de Taiwan, a preços bastante elevados, produtores de mamoeiro deste grupo na região

norte do Estado do Espírito Santo utilizavam apenas uma muda por cova de plantio, dispensando-se a sexagem. Hoje, devido à grande proporção de plantas femininas nas áreas de plantio, com produção de grande quantidade de frutos arredondados, os quais apresentam baixo valor comercial, tem-se optado pela utilização de duas mudas por cova (Figura 8), procedendo-se à sexagem. A utilização de apenas duas mudas por cova não é o ideal, pois não leva à eliminação total das plantas femininas, porém devido ao preço elevado das sementes a maioria dos produtores tem optado por esse procedimento.

FIGURA 7 - Plantio do mamoeiro 'Tainung nº 1' em fileiras simples.

FIGURA 8 - Plantio do 'Tainung nº 1', utilizando-se duas mudas por cova.

A observação desse aumento do número de plantas femininas em plantios utilizando-se mudas provenientes de sementes F_1 do híbrido Tainung nº 1, importadas de Taiwan, levou à realização de um estudo com o objetivo de avaliar o sexo dos parentais do híbrido simples de mamoeiro Tainung nº 1 em função de seus descendentes. Verificou-se uma proporção de 50% de plantas femininas e 50% de plantas hermafroditas, indicando que as sementes utilizadas foram provenientes do cruzamento de plantas femininas com hermafroditas, não sendo, portanto, o cruzamento mais recomendado para a obtenção de sementes de mamoeiro do grupo Formosa. O cruzamento ideal seria entre plantas hermafroditas (COSTA et al., 2000). Portanto, com uma proporção tão elevada de plantas femininas, a sexagem do mamoeiro Tainung nº1 torna-se uma prática imprescindível, sendo recomendado aumentar o número de plantas por cova, por ocasião do plantio, visando elevar a proporção final de plantas hermafroditas, para garantir melhor padronização e qualidade de frutos para a comercialização. Dessa maneira, recomenda-se o plantio de três mudas por cova. Alguns produtores, já com esta preocupação, têm optado por esse procedimento.

PLANTIO

PREPARO DO SOLO

O preparo não deve ser realizado em solos secos. Os solos devem estar friáveis, facilitando as operações com os implementos agrícolas e evitando um futuro processo erosivo. Quando o plantio é efetuado em áreas ainda não cultivadas, seguem-se os procedimentos-padrão de derrubada, enleiramento, destocamento e remoção dos restos vegetais da área. Em seguida, faz-se uma aração, seguida de uma ou duas gradagens. Em terrenos cultivados, procede-se diretamente à roçagem manual ou mecânica, com uma aração e uma ou duas gradagens.

A prática de plantio direto também é recomendada. Tem sido utilizada em algumas áreas de mamoeiro do grupo Formosa, após o cultivo da área com milho ou feijão, não representando prejuízos para o mamoeiro, sendo, portanto, considerada uma prática de sucesso, em Pinheiros, ES. Consiste no plantio das mudas sem a realização do preparo do solo como um todo, preparando-se apenas o sulco de plantio (Figura 9).

Resende (1996), estudando o efeito da compacidade e da acidez do solo no comportamento das plantas de mamoeiro, na região de Tabuleiros Costeiros do sul, da Bahia, avaliou o comportamento do cultivar Improved Sunrise Solo Line 72/12, em um Latossolo Amarelo álico coeso submetido a práticas de subsolagem e correção de acidez, observando que a produtividade aumentou com a profundidade de corte do solo por subsolagem, estando esta associada à correção da acidez. Mesmo com a escassez de resultados de pesquisa visando avaliar o método ideal de preparo de solos de Tabuleiros Costeiros para o plantio de mamoeiro, a prática de subsolagem em áreas anteriormente cultivadas, na linha de marcação do sulco de plantio, tem sido cada vez mais empregada nas áreas produtoras do norte do Estado do Espírito Santo, principalmente na região produtora de mamão do grupo Formosa.

CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

É uma prática cultural que deve ser realizada com base na análise química do solo, antes da demarcação da área, sendo este assunto abordado detalhadamente no capítulo sobre nutrição e adubação do mamoeiro.

MARCAÇÃO DA ÁREA

A demarcação da área de plantio do mamoeiro deve ser realizada de acordo com o espaçamento a ser utilizado. Em terrenos declivosos, em áreas com declividade superior a 8% para solos de Tabuleiros Costeiros, recomendam-se práticas conservacionistas, entre elas a demarcação de covas em curvas de nível. Em terrenos planos, com declividade inferior a 8% para solos de Tabuleiros Costeiros, como ocorre na região produtora de mamão do Espírito Santo e Sul da Bahia, recomenda-se a demarcação das linhas no sentido do maior comprimento do terreno, facilitando as operações nas quais serão utilizados implementos agrícolas.

INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

O sistema de irrigação deve ser instalado após o preparo do solo e a demarcação da área de plantio, em regiões que apresentem instabilidade climática, sujeitas a veranicos, garantido o suprimento eficiente de água desde a implantação da lavoura, uma vez que a baixa disponibilidade de água para a cultura poderá comprometer a produtividade.

ÉPOCA DE PLANTIO

Em regiões onde os níveis de precipitação ultrapassam 1.200 mm anuais, com chuvas bem distribuídas durante todo o ano, é possível a realização de plantios de mamoeiros sem a irrigação. A época de plantio, nessas regiões, deve ser o início do período chuvoso, preferencialmente em dias nublados ou chuvosos. O plantio pode ser efetuado, em condições irrigadas, em qualquer época do ano, havendo preferência, para os cultivares do grupo Solo, pelo início do inverno, de abril a junho, período de condições climáticas mais amenas, proporcionando menor desenvolvimento vegetativo, com menor altura de inserção dos primeiros frutos e início de produção no período de inverno, época de melhor preço de frutos no mercado interno. Para o mamoeiro do grupo Formosa, com base na média dos últimos cinco anos, os meses de maior receita (produção x preço) têm sido março e dezembro, sendo, portanto, conveniente realizar o plantio em épocas que proporcionem a maior produção nesses meses.

TIPO DE PLANTIO

Na literatura sobre a cultura do mamoeiro, tem sido descrito o plantio de mudas em covas, porém esta prática só se torna exeqüível em pomares domésticos e pequenos plantios. Em áreas mais extensas, o plantio em covas tende a onerar os custos de implantação da cultura. Tanto para o mamoeiro do grupo Solo, quanto do grupo Formosa, a utilização do plantio em sulco é mais eficiente, acarretando menores custos operacionais, sendo, portanto, uma prática utilizada em todas as regiões produtoras do Brasil. Para a confecção dos sulcos, deve ser utilizado um sulcador com boa capacidade de penetração no solo, proporcionando uma profundidade dos sulcos em torno de 40 cm (Figura 10).

FIGURA 9 - Plantio direto do mamoeiro, após o cultivo do milho, no município de Pinheiros, ES.

FIGURA 10 - Preparo do solo com abertura de sulcos para o plantio do mamoeiro.

Após a abertura dos sulcos, procede-se à marcação dos locais onde serão adicionados os adubos orgânicos e químicos, os quais funcionarão como covas no sulco, onde posteriormente serão plantadas as mudas. Deve-se tomar os devidos cuidados para que o plantio não fique profundo. As mudas deverão ficar com a região do colo no nível de solo, evitando-se o aprofundamento delas. Na Figura 11, pode ser observado o sistema de preparo dos sulcos de plantio com formação de “banquetas” no local das covas, visando atender a esta recomendação.

Quando forem utilizadas mais de uma muda por cova, elas deverão ser plantadas à distância média de 20 cm umas das outras, facilitando o futuro desbaste (Figura 12). A prática de plantio sobre camalhões é recomendada em solos argilosos, pouco profundos e mal drenados, devendo ser construídos com 20 a 30 cm de altura, procedendo-se em seguida às adubações e ao plantio como descritos anteriormente.

Essa prática tem como objetivo evitar encharcamento, apodrecimento de raízes e incidência de doenças como podridões causadas por *Phytophthora*.

Quando as mudas são produzidas em tubetes, é possível a realização tanto do plantio manual (Figura 13) quanto mecanizado (Figura 14).

FIGURA 11 - Plantio do mamoeiro utilizando-se o sistema de “banquetas”.

FIGURA 12 - Plantio do mamoeiro utilizando-se três mudas por cova.

FIGURA 13 – Plantio manual de mudas produzidas em tubetes.

FIGURA 14 – Plantio mecanizado de mudas produzidas em tubetes.

DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA RADICULAR DO MAMOEIRO

Estudos de crescimento de raiz e cinética de absorção de água e nutrientes continuam sendo um grande desafio para a ciência, uma vez que o solo funciona como uma barreira para a observação e avaliação dos processos fisiológicos associados à raiz, onde qualquer medição do sistema radicular resulta em alteração do ambiente de crescimento, sendo procedimentos muito laboriosos. A gama de informações sobre o desenvolvimento do sistema radicular é pequena quando comparada com informações sobre a parte aérea.

O crescimento e desenvolvimento da raiz é resultado do potencial genético da cultura e de fatores ambientais. Trabalhos científicos têm mostrado que fatores químicos, como pH e nutrientes; físicos, como oxigenação, temperatura, umidade, densidade/porosidade; e biológicos influenciam diretamente o desenvolvimento do sistema radicular. A diversidade estrutural dos sistemas radiculares das plantas pode ser vista como uma adaptação para o desempenho mais eficiente das funções das raízes, principalmente absorção de água e nutrientes, e fixação da planta (LIBARDI JONG VAN LIER, 1999).

As plantas respondem às alterações físicas e químicas do solo por meio de modificações fisiológicas e morfológicas, alterando a arquitetura dos sistemas radiculares, provavelmente como uma resposta adaptativa à variabilidade do solo (MATTA, 1999).

O plantio do mamoeiro, segundo MARIN et al. (1995), deve ser realizado em solos areno-argilosos, profundos, bem drenados, ricos em matéria orgânica e de relevo plano, garantindo boa retenção de umidade e maior disponibilidade de nutrientes para as plantas. Entretanto, pesquisas com nutrição do mamoeiro são bastante escassas, principalmente em relação à distribuição do sistema radicular nos diferentes tipos de solos brasileiros.

Em estudos realizados no Incaper, por Costa et al. (1998), para avaliar a distribuição do sistema radicular dos cultivares Sunrise Solo, Improved Sunrise Solo Line 72/12 e Baixinho de Santa Amália, com dois anos de idade, em três tipos de solos de Tabuleiros Costeiros (franco-arenoso, franco-argilo-arenoso e argilo-arenoso) na região norte do Estado do Espírito Santo, verificou-se que a concentração do sistema radicular se encontra em raio inferior a 60 cm ao redor do tronco e a profundidade de 30 cm, sendo a maior parte das raízes encontradas até 35 cm de distância do tronco. À medida que aumentou o teor de argila, com menor teor de areia grossa, o sistema

radicular apresentou menor desenvolvimento. Não foi observada diferença significativa entre cultivares. Por meio da Figura 15, podem-se observar a distribuição radial do sistema radicular do mamoeiro do grupo Solo, cultivar Improved Sunrise Solo Line 72/12.

A raiz pivotante aprofundou-se, chegando a atingir uma profundidade superior a 30 cm, porém observaram-se diferenças dentro dos tratamentos influenciadas pela variação da profundidade da camada adensada do solo, comum em regiões de Tabuleiros Costeiros. Em observações em campo, em áreas irrigadas, em solos com características físicas semelhantes aos avaliados por Costa et al. (1998), utilizando-se o processo de subsolagem, a raiz pivotante atingiu em torno de 1,0 m de profundidade (Figura 16).

FIGURA 15 - Distribuição radial do sistema radicular do mamoeiro – Grupo Solo.

FIGURA 16 - Profundidade do sistema radicular do mamoeiro – Grupo Solo.

Pelos resultados obtidos, pode-se considerar que a localização da aplicação da adubação em cobertura, em sulco circular na projeção da copa, a qual vem sendo indicada em diferentes literaturas sobre a cultura do mamoeiro, tem levado ao baixo aproveitamento da adubação pelas plantas. Portanto, a aplicação da adubação em cobertura deve ser realizada de preferência a lanço, distribuída uniformemente, entre a parte mediana da projeção da copa e o tronco do mamoeiro (Figura 17), uma vez que os máximos valores obtidos para o raio da copa foram em torno de 1,0 m.

FIGURA 17 - Distribuição da adubação em cobertura entre a parte mediana da projeção da copa e o tronco do mamoeiro, levando ao maior aproveitamento do adubo pelas plantas.

CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS

O controle de plantas invasoras pode ser feito por capinas manuais ou mecanizadas. O uso de capinas manuais pode ser adotado em todo o ciclo da cultura, porém para plantios em grande escala, por causa do baixo rendimento da operação, é recomendada somente até quatro a cinco meses após o plantio (final do período de sexagem), devido à maior sensibilidade das plantas jovens aos diversos produtos químicos. A utilização da capina manual no início do desenvolvimento do mamoeiro, descartando-se o uso de produtos químicos, evita a ocorrência de fitotoxicidade, uma vez que nesta idade o tronco é muito sensível e as folhas muito baixas.

O controle mecanizado pode ser efetuado com o uso de grades de discos ou roçadeiras. O uso de gradagem deve ter restrições, devido fato de o sistema radicular do mamoeiro ser muito superficial. Recomenda-se sua utilização por ocasião da sexagem, e o mais superficial possível, somente nas entrelinhas, procedendo-se, caso seja necessário, ao processo de amontoa. A amontoa só é recomendada até o quinto mês após o transplantio. O uso excessivo de grade pode levar à desestruturação do solo, provocando sua erosão, dificultando o processo de colheita, prejudicando o trânsito de máquinas, principalmente quando precedida de épocas chuvosas.

Os produtores de mamoeiro, na região norte do Estado do Espírito Santo, realizam o controle de plantas daninhas por meio da capina manual com enxada,

entre as plantas, na linha de plantio, durante os primeiros quatro a cinco meses, associada à gradagem ou ao uso da roçadeira entre as fileiras (Figura 18). Após esse período, utiliza-se a capina química nas linhas de plantio, com herbicidas de princípio ativo pré-emergente e a roçada mecânica entre as fileiras. O uso de produtos de princípio ativo pós-emergente, na linha, só em casos extremos, e somente como complemento a manejos culturais. A tendência de manutenção da vegetação natural entre as linhas de plantio, realizando-se somente a roçada mecanizada, tem sido cada vez maior, procurando-se manter a presença de inimigos naturais na lavoura. Utilizando-se esse processo, é necessária a eliminação de espécies de plantas hospedeiras de patógenos (vírus, fungos e bactérias) e pragas do mamão.

FIGURA 18 - Controle de plantas daninhas utilizando-se grade de discos nas entrelinhas e capina manual nas linhas de plantio.

As roçagens da cobertura vegetal devem ser feitas alternando-se as entrelinhas, visando minimizar o impacto na entomofauna benéfica na área. A cobertura vegetal, após a roçagem, deve ser de, no mínimo, 10 cm de altura.

DESBASTE DE PLANTAS

O desbaste de plantas, ou sexagem do mamoeiro, deve ser realizado por ocasião do início do florescimento, em torno de três a quatro meses após o plantio, quando se torna possível a identificação do sexo do mamoeiro, por meio da observação de suas flores, uma vez que o tipo de flor determinará o formato do fruto. Na Figura 19, poderão ser visualizados os diferentes tipos de flores do mamoeiro, de acordo com o sexo da planta. Quanto mais rápida a identificação do sexo dos mamoeiros, mais

cedo se inicia o processo de desbaste das plantas, reduzindo-se a competição entre plantas por água, luz e nutrientes, principalmente quando se realiza o plantio de mais de uma muda por cova, evitando-se o estiolamento das plantas.

FIGURA 19 - Flores do mamoeiro, fechadas e abertas: feminina (F), hermafrodita (H), masculina (M).

Quando o plantio é realizado com duas a três mudas por cova, como o mamoeiro do grupo Formosa e do grupo Solo, respectivamente, deixa-se uma planta por cova, preferencialmente hermafrodita, devido ao fato de o formato do fruto a ser originado atender às exigências do mercado consumidor, tanto nacional como internacionalmente.

Para o plantio em “renque”, como no caso do mamoeiro do grupo Solo, o desbaste das plantas é realizado ao longo da linha de plantio, deixando-se, preferencialmente, uma planta hermafrodita a um espaçamento mínimo de 1,40 m.

DESBROTA

O mamoeiro, por ser uma planta tipicamente tropical, de crescimento rápido, possui forte dominância apical, porém pode emitir brotações laterais inseridas nas axilas foliares ao longo da haste principal. A permanência dessas brotações laterais pode comprometer o desenvolvimento apical, levando a redução do crescimento das plantas. Por serem brotações jovens, podem tornar-se focos de proliferação de doenças e pragas, especialmente ácaro-branco.

Essas brotações devem ser eliminadas durante todo o ciclo da cultura,

iniciando-se em torno de 45 a 60 dias após o transplantio, repetindo esta prática sempre que necessário. Pela Figura 20, pode ser observada a prática de desbrota, retirando-se manualmente as brotações laterais.

ELIMINAÇÃO DE FOLHAS VELHAS

A senescência das folhas ocorre não somente devido ao processo normal de envelhecimento, mas também ao ataque de pragas e doenças, podendo tornar-se um foco de infestação nas lavouras. Portanto, as folhas velhas e os pecíolos que estiverem secos devem ser derrubados, reduzindo-se a contaminação das folhas e dos frutos novos. Com esta prática, evita-se também o contato das folhas com os frutos pela ação do vento, evitando-se, conseqüentemente, que a casca dos frutos seja danificada pelo atrito com essas folhas, para não comprometer a qualidade deles para exportação.

Recomenda-se a remoção de todas as folhas e pecíolos senescentes das plantas das lavouras, ou mantê-los nas entrelinhas, onde serão posteriormente destruídos por ocasião da roçada mecânica, acelerando o processo natural de decomposição.

DESBASTE OU RALEIO DE FRUTOS

O número de dias decorridos a partir do florescimento até a completa formação dos frutos é variável, devido à sensibilidade do mamoeiro às variações climáticas. A queda da temperatura, por exemplo, pode provocar atraso na produção dos frutos para colheita. O desenvolvimento completo do mamão leva de quatro (120 dias) a sete meses (210 dias), dependendo das condições climáticas, como temperatura média e umidade relativa do ar (KUHNE e ALLAN, 1970; LUNA, 1979).

Calegario et al. (1997), trabalhando com o cultivar Improved Sunrise Solo Line 72/12, na Fazenda Experimental de Sooretama/Incaper, em condições climáticas representativas da área produtora de mamão do Estado do Espírito Santo, procederam à marcação das flores de mamoeiro no mês de agosto, e observaram que os frutos atingiram a maturidade fisiológica entre os 120 e 140 dias após o florescimento, encontrando-se no “estádio 1” ou “estádio de uma pinta”, aos 145 dias após o florescimento (aspecto mais utilizado como ponto de colheita para comercialização). Silva (1995), acompanhando o crescimento de mamões do cultivar Sunrise Solo, no

sul da Bahia, e Birth et al. (1984) e Akamine e Goo (1971), cultivar Solo, no Havaí, detectaram o surgimento do início da coloração amarela da casca do fruto em torno dos 130 dias após o florescimento. Essa diferença da velocidade de maturação dos frutos pode estar relacionada tanto às condições climáticas, quanto às diferenças genéticas dos cultivares.

Portanto, o controle do número de frutos por planta, por meio do desbaste, deixando uma carga de frutos mais densa ou menos densa, possibilitará a obtenção de frutos mais padronizados durante todo o ano. No período de outono-inverno, os frutos demoram mais tempo para atingir a maturação, possibilitando, conseqüentemente, seu maior crescimento. Dessa maneira, maior número de frutos por planta evitará um crescimento exagerado deles naquela época do ano. Logo, para uma mesma condição climática e mesmo cultivar, com determinado nível de desbaste de frutos em função da época de desenvolvimento, torna-se possível contornar o problema de variabilidade de tamanho de frutos produzidos na época de verão e de inverno, garantido a produção dos frutos que atendam o padrão de exigência dos mercados consumidores.

A eliminação de frutos defeituosos (provenientes de flores pentândricas, carpelóides, elongata) e os que estão na mesma axila foliar, apresentando pequeno tamanho, deve ser efetuada, uma vez que a forma, o tamanho e o peso dos frutos são fatores limitantes na comercialização do mamão. Na Figura 21, observa-se uma planta de mamoeiro do grupo Solo necessitando de desbaste.

FIGURA 20 - Retirada das brotações laterais do mamoeiro.

FIGURA 21 - Planta de mamoeiro do grupo Solo, com grande número de flores e frutos, necessitando de desbaste.

Deve-se iniciar o desbaste de frutos aos quatro a cinco meses após o transplantio, repetindo-se a operação à medida que forem surgindo as novas frutificações. O desbaste deve ser realizado com os frutos em início de desenvolvimento. Para o mamoeiro, é comum a presença de mais de um fruto por axila foliar, recomendando-se a permanência de um a dois frutos por axila foliar, podendo chegar até a três, dependendo da exigência do tamanho de fruto pelo mercado consumidor. De maneira geral, o desbaste efetuado no período de verão deve ser menos intenso, uma vez que o fruto atingirá a maturidade fisiológica no período de inverno, em condições climáticas mais amenas, ocorrendo, portanto, maior período de desenvolvimento do fruto e, conseqüentemente, maior tamanho dele. Frutos desbastados no período de inverno atingirão a maturidade fisiológica no período de verão, em condições climáticas que apresentam maior temperatura e luminosidade, amadurecendo mais rápido, apresentando menor tamanho. Por conseqüência, o desbaste no inverno deve ser mais intenso, para garantir a produção de frutos que atendam às exigências de mercado consumidor.

Ocorre também diferença na pressão de desbaste entre os cultivares. O cultivar Baixinho de Santa Amália, por exemplo, possui os internódios muito curtos, necessitando de desbaste mais drástico, reduzindo a deformação dos frutos, que ocorre pela pressão exercida pelos frutos por falta de espaço, enquanto no cultivar Golden, com carga mais reduzida, deve ser efetuado desbaste menos acentuado.

Para o mamoeiro do grupo Formosa, o desbaste é realizado visando apenas a retirada dos frutos deformados das plantas hermafroditas, não havendo preocupação com o controle do tamanho de frutos.

Na realização do desbaste, o treinamento do operário rural é fundamental, devendo em algumas épocas do ano utilizar-se do “bom senso”, evitando-se a redução da produtividade da lavoura, pelo desbaste muito intenso, ou mesmo produção de frutos muito pequenos, pelo desbaste insuficiente, uma vez que o raleio visa otimizar a adequação do peso e da qualidade dos frutos, conforme a necessidade de cada cultivar e mercado, eliminando os frutos danificados e fora das especificações técnicas.

Um procedimento muito importante durante a realização do desbaste é a eliminação dos frutos. Isso pode ser feito por meio da remoção dos frutos da lavoura ou pelo enterrio dos frutos descartados, para que eles não se transformem em um foco de contaminação dentro das lavouras. Pode-se abrir uma vala, com o auxílio do sulcador em ruas alternadas, dentro da lavoura, onde são depositados os frutos descartados, procedendo-se ao posterior enterrio através da cobertura da vala com solo, ao final da operação (Figura 22).

CULTURAS INTERCALARES

A utilização de culturas intercalares apresenta vantagens e desvantagens em relação ao monocultivo, as quais deverão ser analisadas. Para a cultura do mamoeiro, em particular, não existem resultados de pesquisa que identifiquem o manejo mais adequado para a obtenção de um ponto de equilíbrio no cultivo consorciado, com uma análise econômica comparativa entre os dois métodos de plantio. Portanto, para a implementação do consórcio do mamoeiro com outras culturas, vários fatores devem ser considerados, como: identificação das culturas apropriadas, sistema de manejo, ciclo da cultura associada, espaçamentos compatíveis etc.

Por apresentar um ciclo, em média, de dois a três anos, o mamoeiro pode ser intercalado com plantas de ciclo mais curto, culturas consideradas temporárias, por exemplo feijão, milho, leguminosas para adubação verde, entre outras, porém uma avaliação criteriosa deve ser realizada, para que não haja comprometimento quanto aos aspectos fitossanitários e aos tratos culturais necessários para a cultura do mamoeiro.

O mamoeiro tem sido também consorciado com culturas permanentes, como macadâmia, café, graviola, goiaba entre outras, com o objetivo de amenizar o custo de implantação destas lavouras, uma vez que controle de plantas daninhas, a adubação e a irrigação poderão ser comuns às culturas consorciadas.

O consórcio com cucurbitáceas (abóbora, melancia, melão, pepino etc.) é indesejável, por serem estas, plantas hospedeiras do vírus da mancha-anelar (mosaico do mamoeiro), doença virótica transmitida ao mamoeiro através de afídios, o que comprometeria o desenvolvimento da cultura. No norte do Estado do Espírito Santo, o mamoeiro foi consorciado em grande escala com a macadâmia, durante a implantação desta cultura no município de São Mateus-ES.

Os produtores têm utilizado também o consórcio do mamoeiro com o café conilon. Após um ano de implantação da cultura do mamoeiro, procede-se ao plantio do cafeeiro conilon (Figura 23). As mudas são plantadas na mesma fileira do mamoeiro. As culturas permanecem consorciadas um ano e meio a dois anos, quando então a cultura do mamoeiro é eliminada. Os tratos culturais durante este período seriam os recomendados para a cultura do mamoeiro. O cafeeiro apresenta alteração do desenvolvimento inicial, levando a um ligeiro estiolamento em relação ao sistema solteiro, provavelmente, devido ao efeito do sombreamento. Porém, como não tem sido observado, em campo, comprometimento da cultura do mamoeiro, e a

comercialização do mamão tem dado subsídio à implantação e condução inicial da lavoura de café, esta prática torna-se vantajosa para o produtor rural.

Para a produção integrada do mamão (PI - mamão) esta prática não é recomendada.

FIGURA 22 - Vala para deposição e enterrio dos frutos desbastados em plantio de mamoeiro do grupo Solo.

FIGURA 23 - Mamão consorciado com cafeeiro conilon no município de Aracruz, ES.

ROTAÇÃO DE CULTURAS

O cultivo contínuo e o preparo do solo para plantio provocam diversas alterações nas suas propriedades físicas, resultando na degradação da estrutura do solo. A velocidade dessa degradação pode ser acelerada pelo uso intensivo do solo, sendo comum a presença de camada compactada em subsuperfície (GOVES, 1994). A maioria das áreas cultivadas com o mamoeiro no Estado do Espírito Santo e sul da Bahia estão localizadas em solos de Tabuleiros Costeiros, onde as deficiências naturais existentes são contornadas pelo desenvolvimento de práticas e tecnologias aparentemente adequadas. Entretanto, as técnicas empregadas para cultivo neste tipo de solo podem causar danos às propriedades físicas destes. Os solos de tabuleiros

costeiros mostram forte coesão natural em subsuperfície, o que pode favorecer a formação de camadas compactadas, com reflexos na porosidade, estrutura e no fluxo de água (CORSINI, 1993).

Devido a esses problemas, associado também ao rápido acúmulo de organismos patogênicos no solo, principalmente do gênero *Phytophthora*, o qual pode resultar em enormes perdas, causadas pela morte de plantas, redução do *stand*, com conseqüente redução da produtividade, o cultivo contínuo do mamoeiro em uma mesma área não é recomendado. Portanto, quando não se procede à substituição da lavoura por uma cultura permanente, como o café, a macadâmia e outras, deve-se proceder à rotação de culturas. Esta prática tem sido utilizada como alternativa para a melhoria das características físico-químico-biológicas do solo (MIYASAKA, 1984). A rotação de culturas com leguminosas tem sido indicada, de maneira geral, por serem plantas de rápida germinação, proporcionando boa cobertura do solo (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1990). Além de culturas de subsistência, como o feijoeiro, por exemplo, uma leguminosa, como crotalária, feijão-de-porco etc., poderia ser implantada, para ser utilizada como adubação verde, sendo incorporada ao solo por meio da aração.

Na região produtora de mamoeiro do grupo Formosa, em áreas onde o sistema de irrigação utilizado é o Pivô Central, é comum a rotação de culturas utilizando-se feijão, milho ou pastagens. Após cada ciclo da cultura do mamoeiro, cultiva-se o feijão, milho ou pastagens por dois a três anos, retornando em seguida com o mamão. Esta é um das práticas culturais que têm proporcionado o sucesso da cultura naquela região. Na região produtora de mamoeiro do grupo Solo, utiliza-se a rotação de culturas com gramíneas, quer seja por reinfestação natural da área, ou por plantio, utilizando-se mais freqüentemente o capim-colonião.

Portanto, recomenda-se o “pousio” da área de cultivo do mamoeiro por um período mínimo de dois anos. Nesse período, podem-se utilizar diferentes culturas (comerciais ou não), evitando-se as culturas hospedeiras de viroses.

PRODUÇÃO DE MAMÃO ORGÂNICO

A tecnologia de produção de mamão orgânico no Estado do Espírito Santo vem sendo utilizada pela Caliman Agrícola S/A (Figura 24), uma das poucas empresas a produzir e disponibilizar este tipo de fruto no mercado internacional (CALIMAN, 2003).

Fonte: www.caliman.com.br

FIGURA 24 – Produção de mamão orgânico na Caliman Agrícola S/A.

Para produzir mamão organicamente, torna-se necessária a utilização apenas de insumos naturais, sem qualquer interferência química, com visão de preservação e sustentabilidade do meio ambiente por meio de manejo que não interfira nos ecossistemas.

Todo produto orgânico deve ser certificado por um órgão reconhecido e registrado no país de destino para se proceder à exportação. O International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), também conhecido como Movimento Orgânico, é um órgão internacional que tem o objetivo de uniformizar todos os órgãos de certificação de orgânicos. O mamão orgânico produzido pela Caliman é certificado pelo Instituto BioDinâmico (IBD) que faz parte do IFOAM.

A preferência por produtos orgânicos vem aumentando gradativamente, em diferentes mercados, como os Estados Unidos, Reino Unido, Alemanha e França. Porém, com a tecnologia hoje disponível, a produção de mamão orgânico em grande escala ainda não é considerada economicamente viável.

Uma alternativa intermediária entre a produção convencional e a produção orgânica é a produção integrada, que tem sido empregada com sucesso nas áreas produtoras de mamão do estado do Espírito Santo. Uma abordagem mais detalhada sobre este assunto é apresentada em capítulo específico desta publicação.

REFERÊNCIAS

AKAMINE, E. K.; GOO, T. Relationship between surface color development and total soluble solids in papaya. **HortScience**, v. 6, n. 6, p. 567-568, 1971.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Icone, 1990. p. 248-267.

BIRTH, G. S.; DULL, G. G.; MAGEE, J. B. et al. An optical method for estimating papaya maturity. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, v. 109, n. 1, p. 62-66, 1984.

BISWAS, B.; SEM, S. K.; MAITI, S. C. Effect of planta density on growth, yield and chemical composition of papaya fruits var. Ranchi. **Progressive Horticulture**, Ranikhet, v. 21, n. 314, p. 280-284. 1989.

BOSE, T. K.; MITRA, S. K.; CHATTOPADHYAY, P. K. Optimum plant density for some tropical fruit crops. **Acta Horticulturae**, Wage-ningen, v. 296, p. 171-176. 1992.

CALEGARIO, F. F.; FINGER, F. L.; COSTA, A. de F. S. da. Relationchip between peel color and fruit quality of papaya (*Carica papaya* L.) harvested at different maturity stages. **Proceedings Florida State Horticultural Society,** v.110, p. 228-231. 1997.

CALIMAN AGRÍCOLA S/A. **Mamão orgânico**. 2003. On Line. Disponível em: <http://www.caliman.com.br>. Acesso em: 15 set. 2003.

CAMEJO, T. B.; ALVAREZ, P. R. Efecto de la densidad de de población em papaya (*Carica papaya* L.) cv. Maradol Rojo. **Ciencia y Tecnica em la Agricultura, Citricos y otros Frutales**, Havana, v. 5, n. 3, p. 111-121. 1982.

CARVALHO, A. M. de; SANTOS, R. R. dos; CUNHA, M. B. Experimento de espaçamento na linha de plantio para o mamoeiro (*Carica papaya* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 4., Salvador. **Programa e Resumos...** Salvador: SBF. 1977. p. 92.

CEPLAC – Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. **Mamoeiro:** Microrregião Extremo Sul. 2. ed., Ilhéus: CEPLAC/DEPEX. 1985. 24p. (Sistemas de Produção, 2).

COLOM-COVAS, G. Effect of plant population and fertilization on growth and yield of papaya (*Carica papaya* L.). **Jornal Agricultural Universidad del Puerto Rico**, Puerto Rico, v. 61, n. 2, p. 152-159. 1977.

CORSINI, P. C. **Problemas causados pela compactação dos solos. STAB:** açúcar, álcool e subprodutos, Piracicaba, v. 11, p. 8 - 12, 1993.

COSTA, A. de F. S. da; COSTA, A.N. da; DESSAUNE FILHO, N. Distribuição do sistema radicular do mamoeiro em solos do Estado do Espírito Santo. CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 15., 1998, Poços de Caldas. **Resumos...** Poços de Caldas: SBF,1998. p. 494.

COSTA, A. de F. S. da; COSTA, A. N. da; SANTANA, R. C.; ZUFFO, V. J. Avaliação do sexo dos parentais do híbrido de mamoeiro Tainung nº 1 em função de seus descendentes. CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: SBF, 2000. 1 CD - ROM.

GOVES, G.; VANDAELE, K.; DESMET, P.; CAVALCANTI, A. C.; PESSOA, S.C.P.; SILVEIRA, C. O. The role of tillage in soil redistribution on hillslopes**. Europe Journal Soil Science**, Oxford, v.45, p. 469 - 478, 1994.

KIST, H. **Densidades de plantio, crescimento e produção do mamoeiro 'Formosa' (*Carica papaya* L.) em Porto Lucena, RS**. 1994. 115 f. Dissertação

(Mestrado em Agronomia-Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia da UFRGS, Porto Alegre, 1994.

KIST, H.; MANICA, I. Densidades de plantio, crescimento e produção do mamoeiro 'Formosa' (*Carica papaya* L.) em Porto Lucena, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 5, p. 657-666, 1995.

KOHLI, R. R.; BISWAS, S. R.; RAMACHANDER, P. R.; REDDY, Y. T. N. Sistematic design for a spacing trial with Coorg Honey Dew papaya. **Indian Journal of Horticulture**, Bangalore, v. 43, n. 112, p. 88-93. 1986.

KUHNE, F. A.; ALLAN, P. Seasonal variations in fruit growth of *Carica papaya* L. **Agroplantae**, v. 2, n. 3, p. 99-104, 1970.

KUMAR, T. K.; SEM, S. K.; BHATTACHARYA, S. P.; BHATTACHARJEE, D. Effect of spacing and variety on plant growth and variety on plant growth and yield of papaya (*Carica papaya* L.). **Indian Agriculturist**, v. 33, n. 4, p. 239-245. 1989.

LIBARDI, P. L.; JONG VAN LIER, Q. de. Atuação dos fatores físicos do solo no desenvolvimento do sistema radicular. In: FERNANDES, M. F.; TAVARES, E. D.; LEAL, M. de L. da S. (Eds.) **Workshop sobre sistema radicular:** metodologias e estudo de casos. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1999. p. 47 - 56.

LUNA, J. V. U. **Intervalo entre a polinização a e maturação de cultivares de mamão (*Carica papaya* L.)**. Salvador: Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia, 1979. 24 p. (Comunicado Técnico, 19).

LUNA, J. V. U. **Instruções para a Cultura do Mamão**. Salvador: Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia, 1986a. 30 p. (Circular Técnica, 12).

LUNA, J. V. U. Variedades de mamoeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 134, p. 14-18, 1986b.

LUNA, J. V. U.; CALDAS, R. C. Efeito de espaçamento e adubação sobre três cultivares de mamão. **Revista Brasileira Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 9, n. 1, p. 63 -70, 1987.

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

MATTA, F. M. da. Mecanismos fisiológicos associados ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas. In: FERNANDES, M. F.; TAVARES, E. D.; LEAL, M. de L. da S. (Eds.) **Workshop sobre sistema radicular:** metodologias e estudo de casos. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1999. p. 19 - 45.

MIYASAKA, S. **Histórico de estudos de adubação verde no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 64 -124.

NAKASONE, H. I. Produção de mamão nos trópicos e subtrópicos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 2. 1988, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV/UNESP. 1988. p. 19-35.

OLIVEIRA, A. M. G.; FARIAS, A. R. N.; SANTOS FILHO, H. P. S.; OLIVEIRA, J. R. P.; DANTAS, J. L. L.; SANTOS, L. B.; OLIVEIRA, M. A.; SOUZA JUNIOR, M. T.; SILVA, M. J.; ALMEIDA, O. A.; NICKEL, O.; MEDINA, V. M.; CORDEIRO, Z. J. M. **Mamão para exportação**: aspectos técnicos da produção. Brasília: MAARA/SDR - Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Hornamentais/EMBRAPA-SPI, 1994. 52 p. (Série publicações Técnicas FRUPEX, 9).

RAMACHANDER, P. R.; BISWAS, S. R.; KOHLI, R. R. Analysis of yield density relations using data of fan design experiments. **Indian Journal of Agricultural Research**, Bangalore, v. 13, n. 4, p. 261-262, 1979.

RESENDE, J. de O. Tentativa de um manejo adequado para o cultivo do mamoeiro (*Carica papaya* L.) em solos coesos de tabuleiros costeiros do nordeste brasileiro. In: MENDES, L. G.; DANTAS, J. L. L.; MORALES, C. F. G (Eds.) **Mamão no Brasil**. Cruz das Almas: UFBA/EMBRAPA-CPMF, 1996. p. 27-48.

SILVA, E. O. **Efeito da embalagem plástica e da temperatura sobre a qualidade pós-colheita do mamão**. 1995. 74f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

SILVA, F. C. C. C. da. Preparo do solo e operações de plantio. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 134, p. 24-27. 1986.

Capítulo

7

IRRIGAÇÃO DO MAMOEIRO

José Geraldo Ferreira da Silva
Eugênio Ferreira Coelho

INTRODUÇÃO

Irrigar adequadamente uma lavoura é maximizar a produtividade sem, contudo, causar danos ao meio ambiente, fazendo o uso racional da água e demais insumos, minimizando custos, proporcionando umidade no solo e condições fitossanitárias favoráveis ao bom desenvolvimento das culturas.

No manejo da irrigação, os parâmetros mais importantes e que devem ser bem definidos são quanto e quando irrigar. Esses parâmetros dependem da uniformidade de aplicação de água, da eficiência de irrigação do sistema, do grau de automação, do volume de água aplicado, do custo e disponibilidade da água, das características da cultura e do custo e disponibilidade da mão-de-obra.

O mamoeiro é muito exigente em água, mas não tolera excesso, dessa forma, em regiões onde existem veranicos prolongados, a cultura não apresenta rendimentos satisfatórios, tornando obrigatório o uso da irrigação. O efeito do veranico é ainda mais grave quando se têm solos leves e rasos, como é o caso da região produtora do norte do Estado do Espírito Santo.

RESPOSTA DO MAMOEIRO À IRRIGAÇÃO

Aiyelaagbe et al. (1986) mostram que o mamoeiro é extremamente sensível ao défice de umidade no solo. Segundo Awada (1961), esse é um dos fatores mais importantes que afetam o crescimento do mamoeiro. Porém, vários autores são unânimes quanto à sensibilidade do mamoeiro ao encharcamento do solo. Samson (1980), citado por Marler et al. (1994), afirma que um alagamento do solo por um período de três a quatro dias é suficiente para matar as plantas. Entretanto, Morton (1987), citado por Campos Araújo (1988) e Marler et al. (1994), sugere que um período de dois dias possa ser letal para a cultura.

O encharcamento do solo reduz rapidamente a concentração de oxigênio do solo, podendo o suprimento para a planta chegar a zero. Condições anaeróbicas ocorrem no solo quando há uma chuva intensa e, ou, duradoura, quando ocorre ascensão do lençol freático ou, ainda, devido à aplicação de lâminas excessivas de água, via irrigação a curtos intervalos.

O efeito do encharcamento do solo sobre a extração de água pelas raízes das plantas pode ser considerado similar ao efeito da baixa disponibilidade de água. Esse efeito pode ser considerado como proporcional ao conteúdo de água no solo, entre a capacidade de campo e a saturação, independentemente da taxa de transpiração. A duração do encharcamento, sem causar danos à planta, depende da espécie e de seu estádio de desenvolvimento (PENNING DE VRIES et al., 1989). Dessa forma, a planta pode ter água no solo e estar estressada, principalmente se o conteúdo de umidade for superior à capacidade de campo.

Segundo Marin et al. (1995), o mamoeiro não suporta encharcamento por mais de 24 horas. A partir daí, ocorre a morte das raízes por deficiência de oxigênio ou por aparecimento de doenças causadas por fungos de solo. Entretanto, quando o encharcamento não é total, a morte não ocorre (MARLER et al., 1994).

Apesar de o mamoeiro ser altamente exigente em água, é necessária a manutenção constante de seu suprimento, não só no período reprodutivo, mas também durante sua fase de desenvolvimento vegetativo (CAMPOS ARAÚJO, 1988; OLIVEIRA et al., 1994; MEDINA, 1995). Porém, Awada (1961) afirma que o excesso de umidade no solo induz a má-formação de frutos.

O cultivo do mamão responde significativamente ao uso da irrigação suplementar, em virtude da necessidade de atender à demanda de umidade no solo, nas regiões com precipitações inferiores a 1.500 mm por ano, ou mesmo com precipitações superiores, mas distribuídas irregularmente. Em regiões com precipitações inferiores a 1.000 mm por ano, o uso da irrigação é fundamental ao cultivo racional e econômico do mamoeiro (BERNARDO et al., 1996).

No Havaí, existem áreas não-irrigadas cuja pluviosidade varia entre 2.500 e 3.125 mm e é razoavelmente bem distribuída. Todavia, a ocorrência de secas durante dois a três meses tem como conseqüência a produção de flores estéreis, reduzindo muito a sua produção (MANICA, 1982).

Harkness (1967), citado por Manica (1982), considera que as plantas jovens são tolerantes ao déficit de umidade no solo. Contudo, na fase de florescimento, a ocorrência de uma semana ou mais de déficit pode causar queda de flores. Segundo

o autor, as plantas adultas são mais resistentes ao déficit de umidade, embora não produzam o máximo nessas condições. Porém, Aiyelaagbe et al. (1986) verificaram que o efeito do estresse hídrico na produção de matéria seca é mais severo no estádio inicial de desenvolvimento.

Segundo Malan (1964), citado por Manica (1982), na África do Sul, foi observado que o grande número de raízes e a grande extensão do sistema radicular das plantas, estabelecidas no campo, proporcionaram maior resistência à seca.

Por ser uma planta exigente em água, atribui-se ao mamoeiro um consumo de água que pode variar entre 1.200 e 3.125 mm, por ano, dependendo das condições climáticas (CAMPOS ARAÚJO, 1988; GOYAL, 1989; OLIVEIRA et al., 1994).

Segundo Oliveira et al. (1994), em algumas regiões do Havaí, recomenda-se irrigar uma a duas vezes por semana, quando as plantas são jovens, e em semanas alternadas quando adultas. Em Waimanolo (Havaí), durante o primeiro ano de cultivo, são aplicados 62,5 mm, a cada dez dias, no verão e no outono. No segundo ano, a freqüência de irrigação passa a ser de 14 dias. No entanto, na África do Sul, onde a precipitação anual é de 625 mm por ano, recomenda-se aplicar, em plantas adultas, uma lâmina de água de 50 a 70 mm, a cada três a quatro semanas nos meses secos. Nas condições da Flórida, EUA, plantações de mamoeiro irrigadas podem dobrar a produção. Naquela região, recomendam-se irrigações entre cinco e seis dias, em solos rasos (Harknes,1967, citado por Manica, 1982).

Segundo Malan (1964), citado por Manica (1982), a irrigação permite a obtenção de maiores e melhores frutos, melhor cobertura das folhas, com redução na ocorrência de queimaduras dos frutos pelo sol. O autor recomenda efetuar uma aplicação de 50 a 75 mm de água, a cada três a quatro semanas, durante os meses secos do ano. Essa recomendação foi dada para plantas adultas, em solos com textura média e onde a precipitação anual é em torno de 625 mm, por ano.

Awada (1961), estudando a importância da irrigação sobre o crescimento e os tipos de frutos, concluiu que a idade da planta e o nível de umidade do solo são os dois fatores mais importantes que afetam o crescimento dela. Constatou, ainda, que um dos efeitos do estresse hídrico nos mamoeiros hermafroditas foi a produção em grande quantidade de flores estéreis.

Awada et al. (1977) estudaram o efeito da interação entre as doses de água aplicada por gotejamento e doses de nitrogênio sobre a frutificação e a qualidade de frutos do mamoeiro, no Havaí, a 180 m de altitude e precipitação média anual de 280 mm. Nesse estudo, verificaram que a irrigação aumentou o tamanho médio e a

quantidade de frutos comerciais. A máxima produtividade foi obtida com uma dose diária de 45,4 litros de água, por planta, por dia.

Aiyelaagbe et al. (1986) verificaram que, com relação ao número, ao peso médio e ao tamanho dos frutos, a produção foi reduzida, significativamente, em tensões de água no solo maiores que 0,2 MPa. Para tensões de 0,06 e 0,2 MPa, não houve diferença estatística para esse parâmetro. A produção foi nula para tensão de 0,6 MPa.

A Figura 1 mostra nitidamente o efeito do défice hídrico sobre o potencial produtivo do mamoeiro, observe que na planta com o código NI (não-irrigada) não se vê nenhuma flor, enquanto que na planta com o código 13, que recebeu quantidades satisfatórias de água, há número razoável de flores (SILVA, 1999).

São várias as causas da má-frutificação do mamoeiro, as quais podem ser inerentes à própria planta ou decorrentes de condições ambientais e tratos culturais inadequados. Como causas ambientais da má-frutificação, Storey (1954), citado por Medina (1995), salienta que, além da deficiência hídrica no solo, o inadequado suprimento de nutrientes, a deficiência de aeração e a drenagem do solo, as doenças das raízes, do caule e das folhas, os danos causados por ácaros e insetos contribuem, também, para a má-frutificação.

Na fase de florescimento das plantas de mamoeiro, a ocorrência de déficit hídrico no solo pode causar grande queda de flores, implicando redução na produtividade (HARKNESS, 1967). O problema da queda de flores pode ser agravado com a elevação de temperaturas acima de 28 ^{o}C e umidades relativas do ar abaixo de 60%. A irrigação reduz os efeitos negativos das altas temperaturas na floração do mamoeiro e contribui positivamente no pegamento de flores (Figura 2). Em condições de Tabuleiros Costeiros, a lâmina equivalente à reposição de 152% da evapotranspiração potencial foi suficiente para garantir a floração em situação de temperatura acima de 28 ^{o}C e umidade relativa abaixo de 60%, imprópria à floração do mamoeiro (SILVA et al., 2001).

FIGURA 1 - Detalhes do ápice de um mamoeiro mostrando o efeito da irrigação em seu potencial produtivo.

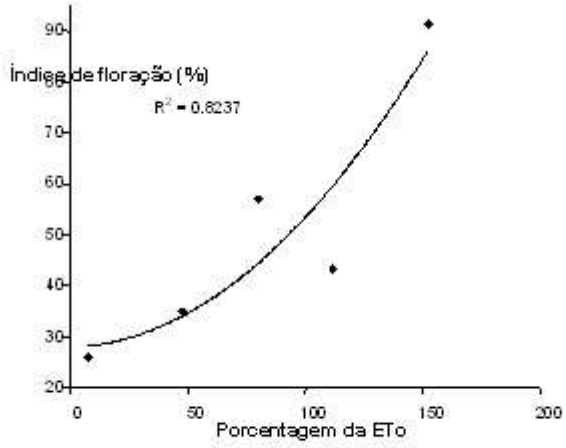


FIGURA 2 - Comportamento do índice de floração (número de plantas com pegamento de flores/número de plantas total) em função da irrigação calculada pela percentagem da evapotranspiração potencial. Fonte: Silva et al. (2001).

Srinivas (1996), estudando a resposta do mamoeiro cv. Coorg Honey DewI, a taxas de até 120% de reposição da evaporação do tanque classe A, por meio de irrigação diária, por gotejamento, concluiu que a altura de planta e o diâmetro do caule cresceram, significativamente, com a taxa de reposição de água de até 60%. Nessa taxa de reposição, houve aumento significativo de 24% na produtividade, em relação à menor taxa de aplicação de água.

Awada et al. (1979), ao estudar a interação da irrigação com a adubação nitrogenada, na cultura do mamoeiro, observaram que o conteúdo de cálcio, boro e sódio aumentou com a dose da irrigação, enquanto o magnésio e o cloro diminuíram sua concentração no pecíolo. A máxima produção comercial foi obtida com a aplicação semanal por gotejamento de uma dose de água de 129% da água evapotranspirada.

Estudando o comportamento do mamoeiro em diferentes níveis de irrigação, para as condições edafoclimáticas da região de Linhares-ES, Silva (1999) verificou que a produtividade cresceu linearmente com a lâmina aplicada até 120% da água evapotranspirada, obtida pelo tanque classe A, concluindo que a maior produção potencial foi obtida com intervalo de três dias entre irrigações, usando-se o sistema de microaspersão.

Os coeficientes de cultura aproximados determinados pelo método inverso, isto é, partindo-se de produtividades obtidas para coeficientes de cultura preestabelecidos, para as condições dos Tabuleiros Costeiros do Recôncavo Baiano, que resultaram em maior produtividade física do mamoeiro, tanto cultivar Sunrise Solo como Tainung nº 1, são apresentados na Tabela 1 (COELHO et al., 2003).

TABELA 1 - Coeficientes de cultivo para o mamoeiro irrigado por gotejamento em condições de Tabuleiros Costeiros do Recôncavo Baiano.

Dias após o plantio	Coeficiente de cultura (Kc)
0	0,50
30	0,70
60	0,90
90	1,00
≥120	1,40

O coeficiente de cultivo a ser usado durante o ciclo do mamoeiro acima de 120 dias após o plantio permanece até 370 dias após o plantio quando há uma queda na área foliar e na própria produção do mamoeiro em torno de até 50% para o cultivar Sunrise Solo e até 36% para o 'Tainung nº 1. Dessa forma, o coeficiente de cultura também deve ser reduzido, uma vez que a área foliar cai no segundo ano para 60% da área tomada 370 dias após o plantio (COELHO et al., 2003).

Coelho et al. (1999) informam que os trabalhos de pesquisa têm mostrado que, em condições de baixa demanda evapotranspirométrica (temperatura amena, reduzido número de horas de céu claro, umidade relativa mais alta), o consumo de água pela cultura varia de 2 a 4 $mm.dia^{-1}$ até 7 a 8 $mm.dia^{-1}$ em períodos de alta demanda evapotranspirométrica (alta temperatura e luminosidade e baixa umidade relativa).

O diâmetro de caule e a área foliar são os parâmetros de crescimento do mamoeiro de maior sensibilidade a níveis de água no solo (Figura 3). A área foliar nas condições dos Tabuleiros Costeiros do Recôncavo Baiano apresentou um crescimento contínuo até 370 dias após o plantio, quando começou a se reduzir, enquanto o diâmetro de caule manteve-se em crescimento contínuo até 24 meses após o plantio, quando se estabilizou, sendo a taxa de crescimento da área foliar mais elevada a do diâmetro do caule até os 12 meses após o plantio (Figura 3). A altura de planta é o parâmetro de crescimento de menor sensibilidade a níveis de irrigação. Nas condições dos Tabuleiros Costeiros, a altura da planta do mamoeiro mantém-se em crescimento contínuo até pelo menos 884 dias após o plantio, com redução na taxa de crescimento média aos 431 dias após o plantio (COELHO et al., 2002).

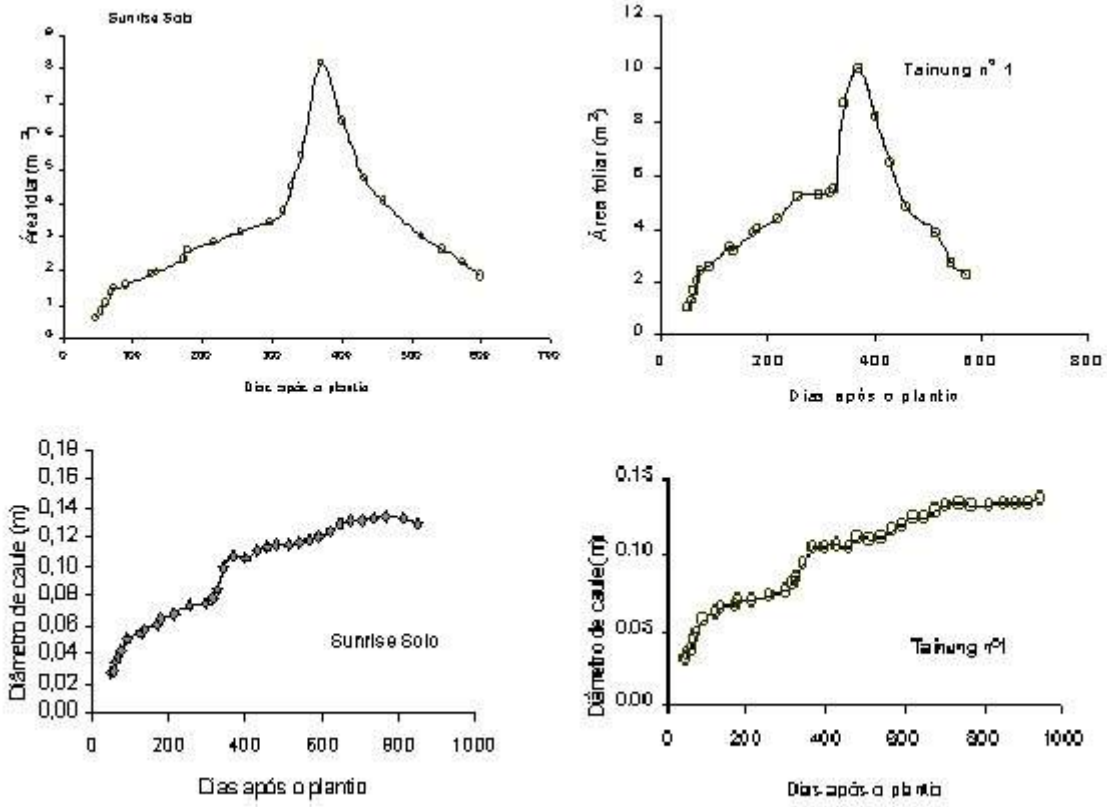


FIGURA 3 - Área foliar e diâmetro do caule para o mamoeiro irrigado nas condições dos Tabuleiros Costeiros da Bahia, Cruz das Almas, 2001.

Nas condições de clima semi-árido, o mamoeiro cultivar Tainung nº 1 apresentou crescimento da área foliar até 230 dias após o plantio, atingindo valores superiores aos registrados em condições de Tabuleiros Costeiros (Figura 4), com valores semelhantes de diâmetro de caule (COELHO, 2002a).

Para o diâmetro do caule, Srinivas (1996) constatou que, a partir da reposição de 60% da água evapotranspirada, não houve diferença significativa, quando irrigou diariamente por gotejamento. Aiyelaagbe et al. (1986) verificaram que o diâmetro do caule reduziu significativamente com a tensão de água no solo, a partir de 0,02 MPa. Awada et al. (1979) maximizaram o diâmetro do caule com uma reposição de 129% da evaporação do tanque classe A, quando se irrigou semanalmente por gotejamento. Porém, Silva (1999) obteve melhor desenvolvimento vegetativo quando irrigou a cada três dias, com microasperção, repondo lâmina de 120% da água evapotranspirada, obtida pelo tanque classe A.

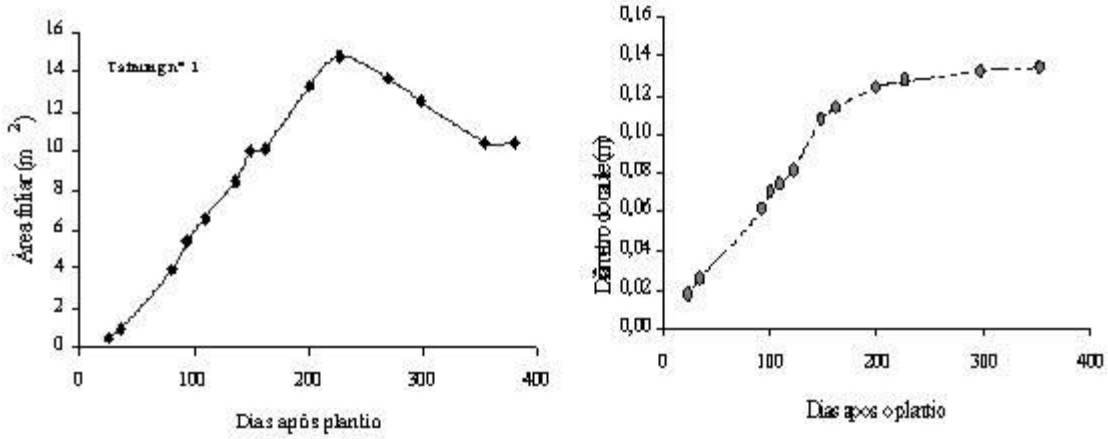


FIGURA 4 - Área foliar e diâmetro do caule para o mamoeiro Tainung nº 1 irrigado nas condições do Semi-Árido da Bahia, Iaçu, 2001.

Observa-se que o mamoeiro apresentou respostas diferentes, quando irrigado diariamente e semanalmente, exigindo, respectivamente, coeficientes de reposição de 60% e 129% da água evapotranspirada. Provavelmente, as diferentes respostas estariam condicionadas a diferenças de solo e do meio-ambiente.

Segundo Awada et al. (1979), à medida que se aumentou a quantidade de água aplicada, o peso médio dos frutos aumentou, significativamente, atingindo peso máximo com a reposição de 129% da água evapotranspirada. Aiyelaagbe et al. (1986) confirmaram que a tensão de água no solo é um fator primordial para o crescimento do fruto. Eles afirmam que, quando a tensão passou de 0,06 para 0,02 MPa, o peso médio do fruto aumentou significativamente, assim como o de frutos comerciais.

Awada et al. (1977) e Srinivas (1996), ao estudarem o efeito da irrigação na cultura do mamoeiro, verificaram que a consistência da polpa e o teor de sólidos solúveis no fruto não foram afetados pela irrigação.

Segundo Coelho et al.(2002b), quando utilizaram o gotejamento superficial, em Latossolo Amarelo de textura argilosa, obtiveram a profundidade efetiva do sistema radicular equivalente a 80% do comprimento total das raízes (VIEIRA, 1996) a 0,45 m, sendo pelo menos 60% das raízes concentradas à profundidade de 0,25 m. No caso do gotejamento enterrado, com a linha lateral junto à fileira de plantas, os autores verificaram deslocamento vertical para baixo da região de maior concentração de raízes. A maior concentração de raízes ocorreu para a profundidade de 0,10 m a 0,45 m e distâncias da planta entre 0,10 m e 0,65 m, com mais de 60% do comprimento total das raízes à profundidade de 0,15 m e 92% do total destas encontradas até à profundidadede 0,25 m. A distribuição das raízes no solo irrigado por microaspersão

ocupou maior volume de solo em comparação ao gotejamento, principalmente na região entre a planta e o microaspersor, onde a concentração de raízes atingiu profundidades superiores a 0,60 m e distância da planta de 0,80 m (Figura 5). A máxima concentração de raízes ocorreu nas profundidades entre 0,25 m e 0,45 m.

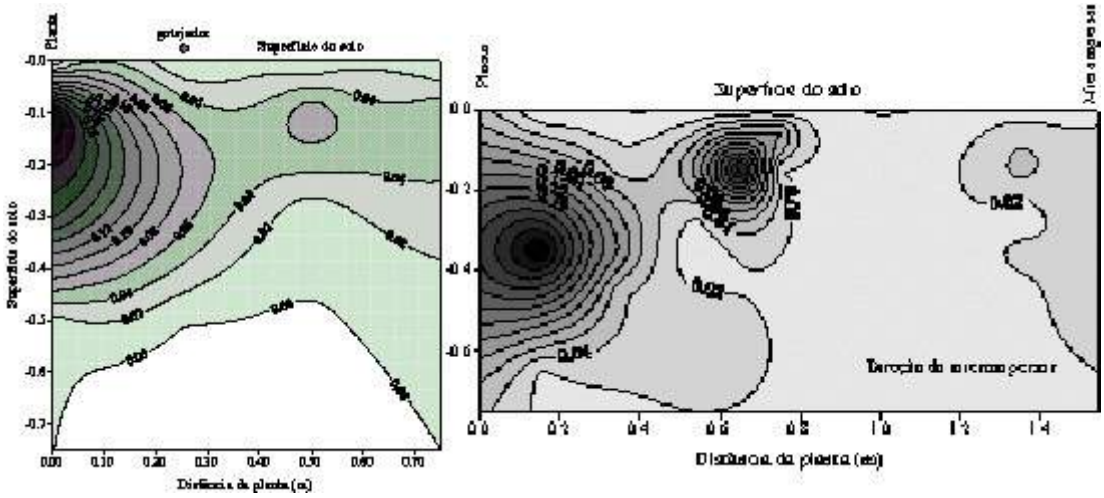


FIGURA 5 - Distribuição do sistema radicular do mamoeiro sob gotejamento (a) e microaspersão (b). Fonte: Coelho et al. (2002b).

EFEITO DO DÉFICE HÍDRICO NO MAMOEIRO

As plantas, normalmente, não transpiram em seu potencial máximo, em razão de algum fator limitante. Na capacidade de campo, a evapotranspiração (ET) é máxima, entretanto, à medida que a disponibilidade de água no solo se reduz, a ET passa a ser menor que a ET máxima (GHEYI et al., 1994). Dessa forma, nos sistemas em que o período de irrigação é muito grande, espera-se que a produtividade seja ligeiramente menor. Sempre que a transpiração da planta for maior que a absorção de água pelas raízes, durante esse período, caracterizará um défice hídrico (DEVLIN, 1975). Segundo Gheyi et al. (1994), a tolerância das plantas à deficiência de água no solo varia com a cultura e a espécie, sendo aquelas colhidas de forma fresca ou carnosa, como as hortaliças e as fruteiras, menos tolerantes que as colhidas de forma seca, como é o caso dos cereais.

É sabido que o mamoeiro é uma cultura muito sensível ao excesso e ao défice de umidade no solo, dessa forma, fazer um bom manejo da irrigação nesta cultura é de fundamental importância para se garantir produtividades elevadas com qualidade. Um estresse suave, equivalente a apenas décimos de megapascal, pode levar à interrupção da expansão foliar, embora o fechamento estomático só ocorra quando o nível de estresse atinge valores de potencial hídrico, nas folhas, em torno de 0,8 MPa (HALE e ORCUTT, 1987). A translocação de fotoassimilados é afetada, indiretamente, por estresse moderado, por causa da alteração da relação fonte/dreno. Com a expansão celular reduzida, ocorre diminuição da fonte (folha) e, conseqüentemente, dos fotoassimilados disponíveis para translocação em direção aos drenos. Isso resulta em diminuição da competição entre as folhas e os frutos por fotoassimilados, sendo o dreno prejudicado pela menor disponibilidade destes, ou seja, pela diminuição na taxa fotossintética (HALE e ORCUTT, 1987).

Marler (1992), citado por Marler et al. (1994), verificou que, a partir de um potencial matricial no solo de 0,02 MPa, a fotossíntese máxima começou a reduzir significativamente, embora o ponto de compensação de luz tenha sido afetado a partir de um potencial de 0,06 MPa.

Várias são as formas de resposta das culturas ao estresse. Dentre elas, destacam-se a abscisão de folhas, a redução do ciclo de vida, a redução de área foliar e o aprofundamento do sistema radicular, que constituem respostas referentes a um estresse prolongado. O fechamento dos estômatos é a resposta mais conhecida ao estresse, durante curto período de tempo. Essas respostas podem ocorrer com maior ou menor intensidade, dependendo do grau de tolerância da planta ao estresse hídrico (TAIZ e ZEIGER, 1991).

O estresse hídrico, segundo Marler et al. (1994), leva a uma clorose das folhas mais velhas do mamoeiro, com subseqüente queda delas. Awada et al. (1979) verificaram que a redução do número de folhas das plantas submetidas ao estresse hídrico está relacionada somente à taxa de abscisão das folhas. Esses autores fizeram essa afirmativa ao constatar que os números de nós nas plantas eram os mesmos, diferindo apenas a distância entre eles.

Aiyelaagbe et al. (1986), estudando estresse hídrico no mamoeiro, verificaram que as taxas de alongamento do caule e das folhas foram afetadas, principalmente, na fase vegetativa entre 7 e 11 semanas após o transplantio. O diâmetro do caule e da copa também foram significativamente reduzidos com o estresse. Os autores verificaram, ainda, que o número de nódulos, no primeiro estádio de desenvolvimento, não foi influenciado pelo potencial de água no solo. Isso mostrou que a taxa de emissão

foliar não foi afetada, mas a taxa de abscisão de folhas e o número de folhas, por planta, foram significativamente reduzidos pelo estresse. Os autores não encontraram nenhum efeito no comprimento das raízes.

Os dados relatados mostram que ainda não existe uma definição sobre as necessidades hídricas do mamoeiro, porém é de consenso que esta planta é muito sensível tanto ao défice quanto ao excesso de água no solo. Pode-se extrair, do exposto, que não se deve deixar que o potencial matricial da água no solo caia a valores inferiores a 0,02 MPa e que a taxa de evapotranspiração da cultura deve estar próximo a valores da ordem de 120% da evapotranspiração potencial. Porém, a diversidade edafoclimática das regiões produtoras de mamão em que essas pesquisas foram realizadas sugere que sejam desenvolvidas mais pesquisas no sentido de adequar os valores.

MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO

A decisão pela utilização de um método de irrigação depende de diversos fatores, como: solo, topografia, quantidade e qualidade da água de irrigação, sistema de abastecimento de água, clima, cultura etc.

A permeabilidade do solo, quando elevada, restringe o uso de irrigação por superfície, por proporcionar elevada perda por percolação, por outro lado não limita o uso da irrigação localizada ou por aspersão. Solos contendo grande concentração de argila expansiva também não são recomendados para uso da irrigação por superfície, por causa da formação de grande número de rachaduras, favorecendo as perdas por percolação.

Declividades acentuadas e irregularidade da superfície do solo aumentam consideravelmente o custo de sistematização, além da possibilidade de exposição do subsolo, não sendo, portanto, recomendadas para irrigação por superfície.

Águas salinas não devem ser utilizadas em irrigação por aspersão, e aquelas com muitas partículas em suspensão não são recomendadas para irrigação localizada nem para irrigação por aspersão.

Havendo limitação de água, deve-se utilizar, preferencialmente, um sistema que proporcione maior eficiência de irrigação. De modo geral, quando bem dimensionados e manejados, os sistemas de irrigação apresentam a seguinte ordem decrescente de eficiência: localizada, aspersão e superfície.

Deve-se evitar a irrigação por aspersão em regiões com altas temperaturas do ar, baixa umidade relativa e alta incidência de ventos, devido à elevada perda de água por evaporação e arrastamento pelo vento, além da desuniformidade causada pelo vento.

Raramente, a análise individual dos fatores discutidos anteriormente levará à escolha do método de irrigação. Portanto, deve-se fazer uma análise conjunta dos fatores para selecionar o método de irrigação. A Tabela 2 apresenta o potencial de uso, o custo inicial, o consumo de energia e água e as restrições de uso de cada tipo de irrigação.

Dos métodos de irrigação disponíveis, os métodos por aspersão e os localizados são os mais utilizados nas regiões produtoras de mamão. Hoje, com a escassez de água e os altos custos da energia elétrica e mão-de-obra para operacionalização dos sistemas de irrigação por aspersão, tem aumentado a procura dos sistemas localizados.

TABELA 2 - Comparação entre os diversos métodos de irrigação quanto a sua utilização

Tipo	Potencial de Uso	Custo Inicial	Consumo		Restrições
			Água	Energia	
Irrigação por superfície					
Sulcos	Médio	Baixo	Elevado	Baixo	Manejo
Faixas	Médio	Baixo	Médio	Baixo	Manejo
Inundação intermitente	Baixo	Baixo	Médio	Baixo	Satur. Solo
Inundação permanente	Elevado	Baixo	M. Alto	Baixo	Só arroz
Irrigação Subterrânea	M. Baixo	Baixo	Baixo	M. Baixo	Decliv. Nula
Irrigação por aspersão					Ventos fortes
Convencional portátil	Elevado	Médio	Médio	Médio	Manejo
Montagem direta	Baixo	Médio	Médio	Alto	Rede Canais
Autopropelido	Baixo	Médio	Médio	M. Alto	Diâm. Gotas
Pivô central	Elevado	Médio	Baixo	Médio	Relevo
Linear	Baixo	Médio	Baixo	Médio	Relevo
Irrigação localizada					Custo inicial
Gotejamento	Médio	Elevado	M. Baixo	Baixo	Entupimento
Microaspersão	Médio	Elevado	M. Baixo	Médio	Ventos

Dentre os sistemas de irrigação por aspersão, os autopropelidos e os pivôs centrais são os mais utilizados. Os autopropelidos têm a desvantagem da baixa eficiência energética, necessidade de mão-de-obra para troca de posição, requerendo inclusive o uso de tratores para seu transporte de um local para outro, além de grande influência dos ventos (Figura 6).

Os sistemas pivôs centrais estão sendo utilizados com relativo sucesso. Neste caso, o requerimento de mão-de-obra é baixo e o consumo de energia é médio, apresentando razoável influência dos ventos (Figura 7).

Nos sistemas de irrigação localizada, o gotejamento vem sendo o mais utilizado, devido ao fato de a dificuldade de se fazer os tratos fitossanitários quando a cultura é plantada em fileira dupla, o que é necessário na microaspersão, em razão dos altos custos. Porém, Coelho et al. (2000) comentam não haver indícios de diferenças significativas de produtividade quando se comparam as produtividades obtidas em lavouras irrigadas por gotejamento ou microaspersão (Figura 8).

FIGURA 6 - Um dos modelos de autopropelido utilizados na irrigação da lavoura do mamoeiro.

FIGURA 7 - Lavoura de mamoeiro irrigada por pivô central.

FIGURA 8 - Lavourasirrigadas por microaspersão (à esquerda) e por gotejamento (à direita).

Por ser a cultura do mamoeiro sensível ao encharcamento do solo, o plantio é feito preferencialmente em solos leves, isto é, em solos arenosos, neste caso os gotejadores necessariamente têm de apresentar pequeno espaçamento entre si, para que se tenha uma faixa contínua molhada. Isso proporciona uma maior vazão e conseqüentemente, menor tempo de irrigação por setor. Em suma, na irrigação por gotejamento, a lâmina aplicada é muito pequena e a freqüência de irrigação é alta, podendo chegar a intervalos menores do que um dia.

ASPECTOS BÁSICOS DO MANEJO

O solo funciona como uma caixa d'água para as plantas, retendo a água que se infiltra através de sua superfície, para que seja absorvida pelas plantas posteriormente. A Figura 9 representa esquematicamente o armazenamento de água nos poros do solo, usando-se como símbolo uma caixa com saídas. Havendo extração de água, a partir desse ponto, pelas raízes das plantas, a umidade do solo continua reduzindo, até chegar a um ponto que elas não mais conseguem absorver água em

quantidade suficiente para manter a planta túrgida. Quando a planta murcha e não mais se recupera sem reposição de água no solo, diz-se que o solo atingiu o ponto de murcha permanente (PM). Isso ocorre a valores de tensão próximos de 15 atm. A água que está retida com tensão entre 1/10 e 15 atm (solos arenosos) e entre 1/3 e 15 atm (solos argilosos) é conhecida como água disponível para as plantas (CTA) e a água retida com tensão superior a 15 atm é conhecida como “água inativa”. Esses limites variam com o tipo de solo e não devem ser tomados como um ponto fixo de referência, pois eles são afetados pelas interações solo-água-clima-planta e as variabilidades espacial e temporal do solo os afetam.

A Tabela 3 fornece as propriedades físicas usuais dos solos. Esses valores devem ser utilizados com muito critério e somente quando não existir outra informação, sendo o mais correto obter essas informações para cada solo, em cada projeto.

A quantidade de água armazenada entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente, até uma profundidade Z, chama-se capacidade total de água no solo (CTA) e pode ser definida pela Equação 1.

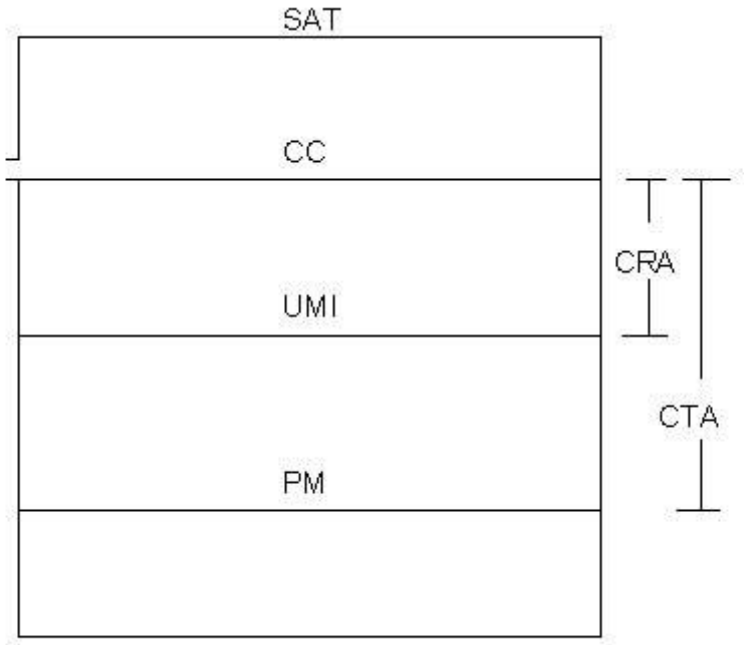


FIGURA 9 - Esquema do solo como uma caixa d’água para as plantas.

$$CTA = \frac{Cc - PM}{100} \rho . Z . \frac{Pm}{100} \qquad \text{eq 1}$$

em que:

DTA = disponibilidade total de água no solo, mm;

Cc = capacidade de campo, % em peso;

PM = ponto de murcha, % em peso;

ρ = massa específica do solo, $g.cm^{-3}$;

Z = profundidade da camada em estudo, mm; e

Pm = percentagem de área molhada, %.

TABELA 3 - Características físico-hídricas dos diferentes tipos de solos.

Textura do solo	Infiltração (cm H^{-1})	Porosidade total (%)	Peso específico aparente (g cm^{-3})	Capacidade de campo (%)	Ponto murcha (%)	Água disponível (cm m^{-1})
Arenoso	5,00(2,5-22,5)	38(32-42)	1,65(1,55-1,80)	9(6-12)	4(2-6)	8(6-10)
Franco arenoso	2,50(1,3-7,6)	43(40-47)	1,50(1,40-1,60)	14(10-18)	6(4-8)	12(9-15)
Franco	1,30(0,8-2,0)	47(43-49)	1,40(1,35-1,50)	22(18-26)	10(8-12)	17(14-10)
Franco argiloso	0,80(0,25-1,5)	49(47-51)	1,35(1,30-1,40)	27(23-31)	13(11-15)	19(16-22)
Argilo arenoso	0,25(0,03-0,5)	51(49-53)	1,30(1,25-1,35)	31(27-35)	15(13-17)	21(18-23)
Argiloso	0,05(0,01-0,1)	53(51-55)	1,25(1,20-1,30)	35(31-39)	17(15-19)	23(20-25)

OBS.: Entre parênteses, encontram-se os intervalos usuais. Os valores de infiltração podem variar mais que o indicado, em função da estrutura e estabilidade dos agregados do solo.

No caso da irrigação por aspersão, molha-se toda a área do projeto, logo, a percentagem de área molhada é 100%, e, assim, (PM/100) = 1. À medida que a planta retira água do solo, o potencial matricial reduz, exigindo que as plantas aumentem o gasto de energia para extraí-la, alterando a partição dos fotoassimilados que seriam convertidos em produção. Portanto, para que a produtividade da cultura não seja afetada significativamente, apenas uma parte do total da água disponível pode ser utilizada pela cultura, conforme a Equação 2.

$$CRA = CTA.f \qquad \text{eq. 2}$$

em que:

CRA = capacidade real de armazenamento de água no solo, mm; e

f = fator de disponibilidade.

O fator de disponibilidade, ou fator de risco, define a umidade mínima do solo (Um) a que a cultura pode ser submetida sem afetar significativamente a sua produção.

Muitos fatores influenciam os limites efetivos do fator f, e afetam o desenvolvimento e a produtividade da cultura. Recomendam-se valores menores para culturas sensíveis ao défice hídrico, ou que sejam comercializadas em peso verde. Outro aspecto a ser considerado, segundo diversos autores, é o desenvolvimento quantitativo e qualitativo do sistema radicular da cultura, que implica menor ou maior capacidade de reação da planta para enfrentar uma diminuição na disponibilidade hídrica. Portanto, esse fator deve ser determinado, por meio de pesquisas, para cada região. Quando esse fator não for conhecido para uma dada região, poderão ser utilizados os valores recomendados conforme a Tabela 4. Para o mamoeiro, planta bastante sensível ao défice de umidade no solo, devem-se utilizar, preferencialmente, os valores do primeiro grupo.

TABELA 4 - Valores do fator de disponibilidade f

Cultura e profundidade radicular	Valores de f (%)
Raízes rasas, frutas e vegetais de preços elevados	24-40
Pomar e culturas com sistema radicular de profundidade média	40-50
Forrageiras, grãos e culturas com sistema radicular profundo	50

Para efeito de manejo, alguns autores consideram, como regra prática, a metade da profundidade radicular da cultura adulta para o primeiro e segundo estádio de desenvolvimento. Entretanto, para cada ambiente de estudo, deve-se conhecer a função de crescimento das raízes da cultura, fazendo-se determinações periódicas, no campo, até as plantas atingirem o estádio adulto.

O turno de irrigação ou a freqüência de irrigação é definido conforme a Equação 3.

$$TR = \frac{CRA}{ETc} \qquad \text{eq. 3}$$

em que:

TR = turno de rega, em dias;

CRA = capacidade real de armazenamento de água no solo, mm; e

Etc = evapotranspiração da cultura, $mm.dia^{-1}$.

Deve-se ter sempre em mente que a evapotranspiração varia ao longo do ciclo da cultura, ou seja, o turno de rega varia de acordo com o estádio de desenvolvimento da cultura. Logicamente, para efeito de projeto, deve-se considerar a evapotranspiração máxima da cultura.

Define-se como evapotranspiração potencial (ETp) a perda máxima de água para a atmosfera, durante determinado período de tempo, numa área totalmente coberta por grama em fase de crescimento ativo e onde o solo disponha sempre de quantidade suficiente de água e nutrientes para as plantas.

A evapotranspiração de uma cultura (ETc) pode ser estimada por vários métodos. O método mais difundido usa o produto da evapotranspiração de uma cultura de referência (ETo) por um coeficiente de cultura (Kc). Há vários métodos para se estimar a Eto, porém eles devem ser avaliados para cada região. Para o Estado do Espírito Santo, já existem estimativas da evapotranspiração potencial para diversas localidades (Tabela 5) baseadas em valores médios de uma série histórica de dados. Essa tabela tem muita importância nos cálculos do projeto de irrigação, mas não tem muito significado prático no manejo da irrigação, pelo fato de se necessitar de informações diárias da estimativa da evapotranspiração. Devido à dificuldade de se obter a evapotranspiração por meio de determinações diretas e exatas, em condições de campo, os métodos indiretos são largamente utilizados, possibilitando resultados satisfatórios.

Um dos métodos mais precisos para se obter a evapotranspiração é o lizímetro. Esse método é caro e complexo para ser implementado em campo. Em razão da complexidade dos métodos diretos, os indiretos têm sido largamente utilizados. Entre eles, o método de Penman-Monteith é considerado padrão. Apesar da dificuldade na obtenção dos dados meteorológicos, para utilização neste método, as estações climatológicas automáticas vêm possibilitando a sua utilização com muita facilidade e com custos relativamente baixos. Outro método de boa aplicação em manejo de irrigação é o Tanque Classe A, em razão das facilidades operacionais, tomando-se as devidas precauções.

Nos sistemas convencionais de irrigação, a evapotranspiração é expressa em termos de lâmina diária para toda a área irrigada, porém, na irrigação localizada, normalmente não se molha toda a superfície nem esta é totalmente sombreada. Portanto, ao calcular a evapotranspiração média na área do projeto, deve-se considerar a percentagem de área sombreada pela planta e, ou, percentagem de área molhada, obedecendo à Equação 4.

$$ETc = ETp(0,0085Ps + 0,15)Kc.Ks \qquad \text{eq. 4}$$

em que:

ETc = evapotranspiração da cultura, mm/dia;

Tabela 5 - Dados de estimativas de evapotranspiração potencial (ET_p), média mensal, ajustada pelo método de Penman, em mm/dia.

Município	Local	Latitude	Longitude	Altitude (m)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Alfredo Chaves	Sede	20°38'	40°45'	100	5,15	5,05	4,51	3,60	2,77	2,32	2,73	2,96	3,33	3,80	4,30	4,74
Alfredo Chaves	Matilde	20°38'	40°50'	8,15	4,35	3,99	3,58	2,81	2,12	1,73	2,31	2,54	2,98	3,42	3,76	4,03
Alegre	Rive	20°44'	41°28'	127	5,11	4,95	4,35	3,21	2,44	1,97	2,50	2,84	3,34	3,87	4,31	4,66
Alegre	Retiro	20°32'	41°40'	794	3,99	3,85	3,17	2,64	1,93	1,57	2,19	2,40	2,81	3,21	3,51	3,77
Apiacá	Sede – Boa Vista	21°12'	41°04'	50	5,36	5,17	4,55	3,47	2,50	2,07	2,68	2,89	3,42	4,03	4,43	4,88
Aracruz	Sede	19°49'	40°17'	58	5,08	4,96	4,58	3,67	2,94	2,44	2,82	2,99	3,37	3,82	4,29	4,69
Aracruz	Riacho	19°48'	40°03'	5	5,06	4,95	4,56	3,67	2,94	2,47	2,79	3,00	3,38	3,78	4,29	4,69
Aracruz	Santa Cruz	19°57'	40°09'	5	5,06	5,00	4,60	3,76	2,94	2,47	2,87	2,98	3,37	3,78	4,29	4,69
Atílio Vivacqua	Sede	20°48'	41°08'	6	5,02	4,95	4,56	3,64	2,88	2,42	2,79	2,96	3,33	3,73	4,19	4,65
Afonso Cláudio	Sede	20°04'	41°07'	100	4,73	4,44	3,98	3,09	2,31	1,89	2,46	2,70	3,21	3,72	4,19	4,43
Afonso Cláudio	Lavrinha da Terra	19°59'	41°03'	250	4,87	4,32	3,87	3,05	2,29	1,84	2,42	2,67	3,18	3,68	4,06	4,34
Atílio Vivacqua	Sede	20°50'	41°11'	70	5,12	5,01	4,32	3,42	2,57	2,16	2,63	2,92	3,28	3,73	4,22	4,64
Baixo Guandu	Sede	19°32'	41°01'	70	5,22	5,20	4,58	3,64	2,80	2,11	2,69	2,91	3,50	4,19	4,61	4,93
Boa Esperança	Fazenda Alegria	18°31'	40°02'	180	5,45	5,30	4,75	3,76	2,75	2,25	2,69	2,98	3,62	4,39	4,84	5,19
Barra de São Francisco	Sede	18°45'	40°53'	192	5,35	5,19	4,61	3,26	2,17	1,89	2,43	2,69	3,32	4,08	4,48	4,82
Barra de São Francisco	Água Doce	18°53'	40°59'	280	4,88	4,17	4,15	3,26	2,44	2,00	2,62	2,79	3,31	4,03	4,38	4,63
Conceição da Barra	Fazenda Vinação	18°25'	39°43'	10	5,06	4,96	4,59	3,88	3,03	2,62	2,91	3,04	3,47	3,94	4,38	4,73
Conceição da Barra	Fazenda Kalan	18°34'	39°54'	40	5,12	4,98	4,44	3,70	2,88	2,47	2,80	3,03	3,43	3,95	4,39	4,74
Conceição da Barra	Pedro Canário (Morro D' Arca)	18°18'	39°58'	80	5,07	4,90	4,40	3,66	2,86	2,45	2,79	3,01	3,44	3,93	4,36	4,71
Conceição da Barra	Sede	18°35'	39°44'	3	5,39	5,10	4,57	3,71	3,04	2,48	2,81	3,21	3,64	3,73	3,96	4,62
Conceição do Castelo	Sede	20°21'	41°15'	800	4,29	3,83	3,44	2,71	2,04	1,69	2,29	2,50	2,95	3,38	3,72	3,94
Castelo	Sede	20°36'	41°12'	107	5,18	5,01	4,42	3,37	2,49	2,08	2,56	2,86	3,37	3,93	4,46	4,75
Cachoeiro de Itapemirim	Sede-Residencial	20°51'	41°07'	25	4,74	5,08	4,40	3,33	2,58	2,22	2,81	2,90	3,29	3,94	4,07	4,23
Cachoeiro de Itapemirim	Jaguaí	20°42'	41°01'	680	4,38	4,02	3,81	2,78	2,12	1,74	2,32	2,61	2,99	3,42	3,78	4,06
Colatina	Sede	19°32'	40°37'	40	5,39	5,23	4,64	3,62	2,82	2,16	2,65	2,92	3,52	4,17	4,69	4,99
Colatina	Novo Brasil	19°13'	40°39'	170	5,12	4,90	4,37	3,47	2,52	2,04	2,55	2,90	3,42	4,03	4,52	4,75
Cariacica	Duas Bocas	20°16'	40°28'	200	4,84	4,58	4,10	3,18	2,38	1,94	2,47	2,70	3,22	3,74	4,18	4,45
Domingos Martins	Sede	20°22'	40°39'	462	4,38	4,03	3,26	2,69	2,19	1,74	2,35	2,56	3,00	3,45	3,79	4,06
Domingos Martins	Araçá	20°23'	40°50'	950	3,88	3,43	3,09	2,48	1,85	1,44	2,11	2,30	2,80	3,19	3,38	3,63
Domingos Martins	Marechal Floriano	20°24'	40°37'	844	4,32	3,96	3,52	2,80	2,00	1,72	2,31	2,57	2,98	3,38	3,76	3,98
Domingos Martins	Pedra Azul	20°17'	40°45'	840	4,07	3,83	3,26	2,62	1,97	1,60	2,21	2,40	2,84	3,25	3,65	3,76
Dores do Rio Preto	Sede	20°44'	41°50'	772	4,03	3,67	3,24	2,66	1,98	1,58	2,21	2,47	2,83	3,23	3,54	3,75
Fundão	Sede	19°56'	40°24'	41	5,03	4,89	4,48	3,67	2,85	2,40	2,77	2,97	3,37	3,77	4,12	4,66
Guaçuí	Sede	20°47'	41°40'	176	4,25	3,88	3,44	2,70	2,04	1,60	2,23	2,30	2,95	3,36	3,88	3,94
Guaraná	Sede	20°41'	41°36'	8	5,02	4,95	4,41	3,64	2,92	2,42	2,81	3,01	3,33	3,73	4,23	4,65
Ibatiba	Ferraz	20°13'	41°45'	70	5,18	4,98	4,47	3,44	2,81	2,07	2,57	2,85	3,44	4,03	4,52	4,79
Ibiraçu	Sede	19°52'	40°02'	185	5,03	4,80	4,29	3,39	2,48	2,02	2,63	2,80	3,35	3,95	4,38	4,68
Itapemirim	Barra do Itapemirim	21°01'	40°49'	4	5,05	4,95	4,58	3,67	2,94	2,47	2,82	3,00	3,38	3,78	4,25	4,69
Itapemirim	Piúma-sul	20°51'	40°44'	40	5,11	5,09	4,56	3,80	2,77	2,32	2,79	2,96	3,33	3,76	4,23	4,70
Itarana	Sede	20°21'	41°02'	615	4,16	3,76	3,35	2,67	2,03	1,65	2,26	2,29	2,91	3,33	3,65	3,86
Itaúnas	Santa Cruz	20°19'	41°42'	920	3,89	3,42	3,07	2,46	1,82	1,53	2,11	2,32	2,74	3,02	3,39	3,67
Ibiritima	Sede	20°48'	40°48'	20	5,11	5,00	4,56	3,60	3,10	2,39	2,76	2,96	3,33	3,73	4,23	4,65
Ibiritima	Duas Bocas	20°45'	40°53'	350	4,64	4,34	3,84	3,00	2,28	1,84	2,40	2,65	3,10	3,58	3,96	4,25
Iúna	Cavalinho	20°42'	41°24'	50	5,11	5,00	4,31	3,48	2,65	2,31	2,69	3,04	3,40	3,95	4,37	4,66
Linhares	Sede	19°23'	40°03'	30	5,60	5,47	4,35	3,77	2,98	2,47	2,27	2,99	3,29	3,85	4,34	4,66
Mimoso do Sul	Sede	21°04'	41°22'	67	5,32	5,17	4,51	3,44	2,52	2,04	2,57	2,88	3,47	3,94	4,39	4,65
Mimoso do Sul	São José das Torres	21°04'	41°19'	120	5,13	4,98	4,32	3,46	2,64	2,29	2,68	2,97	3,33	3,87	4,26	4,69
Muqui	Sede	20°55'	41°28'	250	4,98	4,88	4,19	3,37	2,49	2,04	2,63	2,79	3,40	4,07	4,47	4,69
Muqui	Sede-Colégio	20°56'	41°21'	240	4,84	4,62	4,09	3,19	2,35	1,92	2,48	2,73	3,22	3,70	4,19	4,45
Muqui	Fazenda M. Alegre	20°57'	41°21'	600	4,23	3,84	3,42	2,69	2,04	1,67	2,26	2,60	2,92	3,32	3,65	3,89
Muniz Freire	Sede	20°27'	41°24'	400	4,95	4,24	3,81	2,99	2,67	1,84	2,47	2,57	2,93	3,33	3,72	4,06
Muniz Freire	Usina Pioneira	20°21'	41°24'	680	4,33	3,95	3,51	2,79	2,11	1,71	2,30	2,54	2,98	3,43	3,76	4,03
Nova Venécia	Sede	18°43'	40°25'	80	5,31	5,12	4,60	3,84	2,68	2,19	2,69	2,93	3,55	4,29	4,73	5,01
Pancas	Sede	19°16'	40°51'	135	5,12	4,90	4,37	3,47	2,51	2,04	2,54	2,82	3,47	4,06	4,48	4,91
Rio Novo do Sul	Sede	20°52'	40°59'	80	4,98	4,85	4,38	3,46	2,74	2,30	2,72	2,94	3,30	3,69	4,09	4,56
São Gabriel da Palha	Sede	19°01'	40°34'	120	5,20	4,95	4,46	3,47	2,57	2,08	2,69	2,89	3,46	4,13	4,54	4,84
São Gabriel da Palha	Água Branca	18°59'	40°46'	180	5,03	4,85	4,37	3,43	2,54	2,11	2,68	2,87	3,43	4,10	4,50	4,78
Santa Leopoldina	Sede	20°06'	40°32'	160	5,03	4,85	4,28	3,42	2,61	2,22	2,68	2,92	3,31	3,73	4,17	4,57
Santa Leopoldina	Sta Maria do Jetibá	20°01'	40°46'	710	4,19	3,79	3,39	2,69	2,03	1,69	2,26	2,48	2,88	3,34	3,62	3,86
Santa Leopoldina	Garrafão	20°05'	40°51'	640	3,94	3,85	3,03	2,42	1,85	1,52	2,14	2,37	2,72	3,11	3,37	3,59
Santa Teresa	Museu da Biologia	19°56'	40°36'	550	4,17	3,76	3,37	2,68	2,03	1,63	2,26	2,48	2,90	3,34	3,62	3,85
Santa Teresa	S.J. do Pontal do (Colégio Agrícola)	19°49'	40°41'	149	5,03	4,80	4,29	3,32	2,48	2,00	2,54	2,79	3,36	3,92	4,33	4,62
São Mateus	Sede	18°43'	39°52'	30	5,43	5,29	4,79	3,89	2,70	2,19	2,88	2,92	3,60	4,32	4,75	5,04
São Mateus	Ribeirão	18°28'	39°52'	80	5,26	5,01	4,54	3,67	2,69	2,18	2,68	2,89	3,53	4,25	4,68	4,96
São Mateus	Barra Seca	18°28'	40°07'	70	5,26	5,07	4,56	3,57	2,62	2,18	2,63	2,90	3,50	4,19	4,60	4,93
São Roberto Calçado	Sede	21°02'	41°39'	150	4,98	4,71	4,18	3,21	2,36	1,92	2,48	2,77	3,25	3,77	4,19	4,56
Serra	Faz. Pinho Limpo	20°12'	40°18'	70	5,11	5,00	4,56	3,67	2,87	2,41	2,78	2,98	3,36	3,79	4,25	4,66
Viana	Faz. Experimental de Jucuruaba	20°25'	40°33'	80	5,15	5,00	4,56	3,64	2,77	2,31	2,73	3,00	3,39	3,83	4,25	4,71
Vitória	Sede	20°18'	40°18'	8	5,43	5,62	4,87	3,98	3,29	2,79	2,97	3,70	4,00	4,26	4,57	4,93

Fonte: Scardua et al. (1986).

ETp = evapotranspiração potencial, mm/dia;
Ps = percentagem de área sombreada ou molhada, considerar o maior, %;
Kc = coeficiente cultural; e
Ks = coeficiente de solo.

A percentagem de área sombreada pela planta é a relação entre a área da projeção horizontal da copa da planta e a área ocupada pela planta. Normalmente, os pomares adultos atingem valor máximo de sombreamento de 80%, mas nos cultivos muito adensados este valor pode ser ainda maior, podendo chegar a até 100% de cobertura do solo.

O coeficiente de solo (Ks) funciona como um fator de penalização da ETc quando o turno de irrigação for maior que um dia e é variável com o intervalo entre irrigações e a profundidade do sistema radicular, como indicado na Tabela 6.

TABELA 6. Coeficiente de solo, em função do intervalo entre irrigações e a profundidade do sistema radicular

Profundidade das raízes (cm)	Dias após a última irrigação ou chuva						
	1	2	3	4	5	6	7
0 – 20	1,00	0,96	0,93	0,88	0,83	0,78	0,71
0 – 40	1,00	0,98	0,96	0,95	0,92	0,90	0,88
0 – 60	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94	0,93

Conhecendo-se a capacidade real de armazenamento de água, a quantidade total de água a ser reposta em cada irrigação será dada pela Equação 5. No caso de irrigação por aspersão, normalmente deixa-se que a planta consuma toda a água disponível, ou seja, a água equivalente à capacidade real de armazenamento do solo. Já no caso da irrigação por gotejamento, raramente esta condição é atingida, uma vez que o intervalo entre irrigações é muito pequeno.

$$ITN = \frac{CRA}{Ef} \qquad \text{eq. 5}$$

em que:

ITN = irrigação total necessária, mm;

CRA = capacidade real de armazenamento de água no solo, mm; e

Ef = eficiência do sistema de irrigação, em decimal.

Em irrigação por aspersão, esta eficiência pode ser obtida pela Equação 6.

$$Ef = Ed.Ec.Eap \qquad \text{eq. 6}$$

em que:

Ef = eficiência do sistema de irrigação, em decimal;

Ed = eficiência de distribuição de água, em decimal;

Ec = eficiência de condução de água da fonte até a área irrigada, em decimal; e

Eap = eficiência em potencial de aplicação de água, em decimal.

A eficiência dos sistemas de irrigação é influenciada por muitos fatores, como qualidade do projeto, manutenção corretiva e preventiva, topografia do terreno, idade do equipamento etc., dessa forma, ela deve ser obtida em condições reais de campo. Como um indicativo de eficiência de irrigação, pode-se considerar que, em irrigação por aspersão convencional com movimentação periódica, a eficiência varie entre 70 e 85%; em sistemas de irrigação autopropelido e convencional com canhão hidráulico, a variação da eficiência é de 60 a 75%; e no sistema convencional fixo, a eficiência deve variar entre 70 e 88%.

No caso de irrigação por gotejamento, não existem perdas por arraste pelo vento e as perdas por evaporação podem ser desprezadas, logo, pode-se considerar Eap = 1. Como a tubulação normalmente é toda soldável, as perdas na condução são nulas, dessa forma, Ec = 1, portanto, a eficiência de irrigação no sistema por gotejamento passa a ser igual à uniformidade de aplicação de água.

A Tabela 7 fornece alguns valores de uniformidade de aplicação de água em irrigação localizada, em função da topografia e do espaçamento entre emissores.

TABELA 7 - Valores de uniformidade de emissão em função da topografia e espaçamentos entre emissores

Cultura	Espaçamento entre emissores	Topografia	
		Uniforme	Acidentada
Perene	1,8	0,90 - 0,94	0,88 - 0,92
Perene ou anual	<1,8	0,86 - 0,90	0,84 - 0,90
Anual	<Se'[1]	0,80 - 0,90	0,70 - 0,85

[1] Se' é o espaçamento entre emissores no qual se tem uma faixa contínua molhada.

É importante salientar que um bom manejo só será obtido se esses valores forem obtidos no campo.

O volume de água a ser aplicado por planta será, então:

$$Vp = ITN \cdot Sp \cdot Sf \qquad \text{eq.7}$$

em que:

Vp = volume de água a ser aplicado por planta, l;

ITN = irrigação total necessária, mm;

Sp = espaçamento entre plantas na linha de plantio, m; e

Sf = espaçamento entre linhas de plantio, m.

FERTIRRIGAÇÃO

A aplicação de fertilizantes via água de irrigação consiste no uso racional dos fertilizantes na agricultura irrigada, uma vez que aumenta a eficiência deles, reduz a mão-de-obra e o custo de energia do sistema de irrigação, permite flexibilizar a época de aplicação dos nutrientes, que pode ser fracionada conforme a necessidade da cultura nos seus diversos estádios de desenvolvimento e resulta em máxima eficiência na fertilização via água, pois a injeção dos fertilizantes é feita diretamente na zona de maior concentração de raízes, onde o sistema radicular é mais ativo (ROLSTON et al., 1986).

A aplicação de fertilizantes via água de irrigação deve obedecer aos seguintes critérios: (i) uniformidade de distribuição de água do sistema de pelo menos 95%, (ii)

os nutrientes devem ser completamente solúveis, (iii) não deve haver reação entre os nutrientes de modo a formar precipitados na solução e (iv) os nutrientes devem ser compatíveis com os sais existentes na água de irrigação.

Dentre as vantagens de adoção da fertirrigação, podem-se citar: (i) o atendimento das necessidades nutricionais da cultura de acordo com a curva de absorção delas; (ii) aplicação dos nutrientes restrita ao volume molhado onde se encontra a região de atividade das raízes; (iii) as quantidades e concentrações dos nutrientes podem ser adaptadas à necessidade da planta em função de seu estádio fenológico e das condições climáticas; (iv) o dossel é mantido seco reduzindo a incidência de patógenos e queima das folhas; (v) economia de mão-de-obra; (vi) redução de atividades de pessoas ou máquinas na área de cultivo, evitando compactação do solo.

A fertirrigação também apresenta desvantagens, que devem ser consideradas, como: (i) possibilidade de retorno do fluxo de solução à fonte de água, (ii) possibilidades de entupimentos e (iii) possibilidades de contaminação do manancial subsuperficial ou subterrâneo.

A fertirrigação adapta-se a qualquer sistema de irrigação pressurizada sejam eles fixos, semifixos ou móveis (BOAZ e HALEVY, 1974). Quando feita via aspersão, espera-se menor eficiência de uso dos fertilizantes, uma vez que a área molhada de 100% indica aplicação de fertilizantes tanto na zona das raízes como nas entrelinhas, o que favorece as plantas daninhas. A fertirrigação é mais apropriada para sistemas de irrigação localizada, devido ao fornecimento de água de maneira direta e contínua na zona radicular das plantas, possibilitando a aplicação do fertilizante onde é requerido e na quantidade correta. Isso economiza fertilizantes, mão-de-obra e mantém a planta com níveis ótimos de umidade e nutrição (NIR, 1982; DASBERG e BRESLER, 1985; CUENCA, 1989), flexibilizando as operações na área cultivada.

FERTILIZANTES PARA FERTIRRIGAÇÃO

Nitrogenados

O N é o nutriente mais aplicado via água de irrigação, pois apresenta alta mobilidade no solo, principalmente na forma de nitrato (NO_3^-). Pela fertirrigação, é possível parcelar o N de acordo com a demanda do mamoeiro, reduzindo as perdas do nutriente, principalmente em solos arenosos (COELHO, 1994; VITTI et al., 1994).

A aplicação do N pode ser efetuada na época de sua maior necessidade pela

planta. Acredita-se que, aumentando o número de parcelamentos da adubação nitrogenada, há maior eficiência do uso de N e redução de perdas, principalmente por lixiviação. Entretanto, existem evidências de que o processo de nitrificação em solos tropicais não é tão rápido, mantendo, com isso, por maior tempo o nitrogênio na forma amoniacal (COELHO, 1994).

Os fertilizantes nitrogenados sólidos são apresentados em quatro formas: amoniacal (sulfato de amônio), nítrica (nitrato de sódio), nítrico-amoniacal (nitrato de amônio, nitrocálcio) e amídica (uréia), sendo solúveis em água (COELHO, 1994). De modo geral, as fontes nitrogenadas têm apresentado comportamento similar, podendo diferir em razão da presença de outro nutriente ou pelo efeito sobre o pH do solo (COELHO, 1994). A Tabela 8 apresenta as características dos principais fertilizantes nitrogenados encontrados no mercado.

TABELA 8 - Composição e solubilidade dos fertilizantes nitrogenados

Fertilizante	Fórmula	Concentração	P.S.[1]	Índice Salino	Corrosão relativa[2]
Sulfato de amônio	$(NH4)_2SO_4$	20%N, 24%S	71	69	BC
Nitrato de amônio	NH_4NO_3	34%N	118	105	BC
Nitrato de cálcio	$Ca(NO_3)_2$	20%N, 2 a 8% de Ca	102	61	SC
Uréia	$CO(NH_2)_2$	45%N	8	75	C
Uran	NH_4NO_3 + $CO(NH_2)_2$	32%N	-	-	C
Nitrato de sódio	$NaNO_3$	16%N	73	100	C

[1]Partes solubilizantes em 100 partes de água.

[2]Corrosão relativa em material de alumínio: SC = sem corrosividade; BC = baixa corrosividade; C = corrosividade a elevada concentração.

Fonte: Coelho (1994).

Fosfatados

Diferentemente do nitrogênio, o P é um nutriente pouco utilizado em fertirrigação, devido à sua baixa difusão no solo (COELHO, 1994). A adubação fosfatada apresenta efeito residual de longa duração, pois o P não se move a longas distâncias de onde é colocado e a lixiviação do nutriente no perfil do solo é pequena, até mesmo em solos mais arenosos.

Contudo, muitas vezes não se justifica a recomendação do fertilizante fosfatado via água de irrigação, devido à baixa solubilidade da maioria dos adubos fosfatados e à facilidade de sua precipitação, causando entupimento nos aspersores e gotejadores. O ácido fosfórico (76% P_2O_5), apesar do risco de corrosão em condutos metálicos, não causa problemas de entupimento dos emissores. Além desse, podem ser empregados em fertirrigação o fosfato diamônico (DAP, 46% P_2O_5) e o fosfato monoamônico (MAP, 48% P_2O_5). A Tabela 9 apresenta as características dos adubos fosfatados empregados em fertirrigação.

Tabela 9 - Fertilizantes fosfatados para fertirrigação

Produto	Fórmula	Concentração P_2O_5 (%)	Estado da matéria
Ácido superfosfórico	H_3PO_4	76	Líquido
DAP	$(NH_4)_2HPO_4$	46	Sólido
Fosfato monopotássico	KH_2PO_4	2	Sólido
MAP + DAP		24	Líquido
MAP + nitrato de amônio + cloreto de potássio		10	Líquido
MAP + uréia		12,5	Líquido

Fonte: Frizzone e Botrel (1994).

Potássicos

A aplicação de potássio via água de irrigação, juntamente com o nitrogênio, é viável, uma vez que os fertilizantes potássicos são solúveis (COELHO, 1994). Para o parcelamento desse nutriente, deve ser considerado o seu potencial de perdas por lixiviação e a curva de absorção pelo mamoeiro. As perdas de potássio por lixiviação variam com a textura do solo, sendo maiores em solos arenosos e quando da aplicação de doses muito elevadas.

Dessa maneira, a época de aplicação e o número de parcelamentos vão depender da dose a ser aplicada e da demanda da cultura. Os fertilizantes potássicos, normalmente utilizados em fertirrigação, são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Composição e solubilidade dos fertilizantes potássicos

Fertilizante	Fórmula	Concentração	P.S.[1]	Índice Salino
Cloreto de potássio	KCl	60%K_2O + 48%Cl	34	115
Sulfato de potássio	K_2SO_4	52%K_2O + 17%S	11	46
Nitrato de potássio	KNO_3	44%K_2O + 14%N	32	31
Nitrato de sódio e potássio	$KNaNO_3$	14%K_2O + 14%N	-	31
Sulfato de potássio e magnésio	$K_2SO_4.2MgSO_4$	22%K_2O + 11%Mg + 22%S	29	43

[1]Partes solubilizantes em 100 partes de água.

Fonte: Coelho (1994).

EQUIPAMENTOS PARA FERTIRRIGAÇÃO

Os métodos mais comuns de injeção de fertilizantes na água de irrigação podem ser agrupados nas categorias: gravidade, pressão diferencial, pressão negativa e pressão positiva. O método por gravidade baseia-se na pressão da linha de irrigação e no gradiente entre potencial gravitacional no tanque de injeção e numa bomba dosadora, cujo funcionamento depende desse gradiente. O método da pressão diferencial utiliza dispositivos hidráulicos para forçar a entrada da solução na linha de irrigação, como o venturi, o tanque de derivação de fluxo e o tubo de Pitot. O método da pressão positiva baseia-se no princípio da introdução forçada da solução na linha de irrigação, a partir de um tanque aberto. A injeção da solução na linha de irrigação é feita por uma bomba dosadora, que pode ser de diafragma, de pistão ou de engrenagem.

Solução injetora

A solução injetora é aquela preparada para ser adicionada à água de irrigação. A solução é preparada com base na quantidade de fertilizante a ser aplicado e no volume disponível do tanque ou dos tanques para acondicionamento da solução. O pH na solução deve ser mantido entre 5 e 6,5, podendo ocorrer, acima de 7,5, precipitação de carbonatos de Ca e Mg, causando entupimentos nas linhas. A condutividade elétrica da solução deve ser mantida entre 1,44 e 2,88 $dS.m^{-1}$ para evitar risco de salinização.

Não há uma recomendação-padrão para a concentração dos nutrientes na solução injetora. A concentração de fertilizantes na água de irrigação não deve ser superior a 700 ppm, devendo ficar entre 200 e 400 ppm, principalmente para os sistemas de gotejamento, que são mais sujeitos a entupimentos nos emissores (PIZARRO, 1987). Uma referência da concentração da solução injetora pode ser tomada com base nos limites de concentração dos nutrientes da solução modificada de Hoagland (Tabela 11).

A injeção dos fertilizantes pode ser feita a partir de tanques fechados, como é o caso do tanque de injeção com diferencial e pressão, onde a concentração é variável com o tempo, ou a partir de tanques abertos, onde a concentração de fertilizantes é constante durante a injeção.

Tabela 11 - Concentração da solução modificada de Hoagland para alguns elementos

Nutriente	Concentração ($mg.l^{-1}$)
NO_3 - N	103
H_2PO_4 - P	30
K	140
Ca	110
Mg	24
SO_4 - S	32
Fe	2,5
B, Mn	0,25
Zn	0,025

Fonte: Rolston et al. (1986).

No caso de injetores de fertilizantes que utilizam a solução de tanques fechados de derivação de fluxo, com concentração da solução variável durante a injeção, o volume de água que passa no tanque durante a fertirrigação deve ser quatro vezes o volume do tanque, isto é, com base na resolução da equação que expressa a redução da concentração no tanque durante o tempo de injeção (FRIZONE, 1994), a concentração final no tanque deve ser de 2%.

$$C_t = C_0 e^{-x} \qquad \text{eq. 8}$$

em que:

C_t – concentração da solução após o tempo t;

C_0 - concentração inicial; e

x – razão ente o volume de água que passou pelo tanque durante o tempo t e o volume do tanque.

No caso do uso de injetores que bombeiam a solução de tanques abertos, onde a concentração da solução se mantém constante durante a injeção, sugere-se determinar a concentração da água de irrigação aplicada no solo (CI), que é dada pela seguinte equação:

$$CI = \frac{FA.NF}{Q_s T_f} \qquad \text{eq. 9}$$

em que:

FA = quantidade de fertilizante a ser aplicado, kg;

NF = percentagem do nutriente no fertilizante, em decimais;

T_f = tempo de fertirrigação adotado, horas; e

Q_s = vazão da linha de irrigação, l/h.

A concentração da solução a ser injetada (CS) pode ser obtida pela equação:

$$CS = \frac{CI}{ri} \qquad \text{eq. 10}$$

em que:

ri = razão entre a concentração do nutriente na água de irrigação e a concentração da solução injetora;

CI = quantidade do fertilizante a ser aplicado, kg.

A razão de concentração normalmente está na faixa de 0,01 e 0,02. De posse da concentração do nutriente na solução a ser injetada, deve-se obter a concentração (CFSI) do fertilizante fonte do nutriente, isto é, CFSI = CS/NF. O volume de água a se usado para atender a concentração calculada é dado pela equação:

$$V = \frac{FA}{CFSI} \qquad \text{eq. 11}$$

em que:

V = volume de água necessário, l;

FA = quantidade do fertilizante a ser aplicado, kg; e

CFSI = concentração da solução a ser injetada, $kg.l^{-1}$.

A aplicação da solução nutritiva na linha de irrigação pode ser iniciada tão logo todo o sistema esteja em pleno funcionamento, com todas as linhas cheias de água. Recomendam-se pelo menos 30 minutos como tempo para se iniciar a fertirrigação, atendo-se ao fato de que é necessário pelo menos o mesmo tempo para que todo o

fertilizante seja expulso da tubulação. A taxa de injeção do fertilizante é dada pela equação:

$$t_i = \frac{FA}{CFSI.t_f} \qquad \text{eq.12}$$

em que:

t_i - taxa de injeção do fertilizante, $l.min^{-1}$;

FA - quantidade do fertilizante a ser aplicado na área, Kg;

CFSI – concentração do fertilizante na solução injetora, $Kg.l^{-1}$; e

t_f – tempo de fertirrigação, min.

Sabendo-se a taxa de injeção do fertilizante, pode-se ajustar a vazão do dispositivo de injeção e proceder à fertirrigação.

MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO

O procedimento da fertirrigação deve ser previamente programado, definindo-se a partir da quantidade total do fertilizante, as quantidades e as épocas de aplicação (parcelamento) via água de irrigação. Em princípio, sugere-se aplicar, em cobertura, nos primeiros seis meses após o plantio, 60% do nitrogênio e 40% do potássio total necessários no primeiro ano, e nos seis meses subseqüentes, aplicam-se as percentagens remanescentes dos dois nutrientes. O fósforo tem sido aplicado 100% durante o plantio, mas pode ser aplicado via água de irrigação na forma de fosfato monoamônico ou acido fosfórico, devendo seu parcelamento diferir em relação ao nitrogênio e ao potássio, pela sua baixa mobilidade no perfil do solo.

O mamoeiro é uma cultura cuja dinâmica de absorção de nutrientes difere das culturas de ciclo curto, portanto não há necessidade de freqüência diária de aplicação. Não há dados disponíveis sobre recomendação de freqüência de fertirrigação no mamoeiro, entretanto trabalho com bananeira no Norte de Minas tem mostrado que a freqüência de 15 dias tem resultado em maiores rendimentos, o que confirma a desnecessidade de freqüência diária para culturas de ciclos mais longos que as anuais. Pode-se, inicialmente, adotar uma freqüência máxima semanal, fazendo-se os ajustes

desta conforme o desempenho da cultura. A quantidade de nutrientes a ser aplicada por fertirrigação será a quantidade total do período dividida pela freqüência de aplicação. Com a quantidade a aplicar, determina-se a concentração e o volume de água necessário pelas equações citadas anteriormente.

REFERÊNCIAS

AIYELAAGBE, I. O. O.; FAWSI, M. O. A.; BABALOLA, O. Growth, development and yield of pawpaw (*Carica papaya* L.) 'Homestead selection' in response to soil moisture stress. **Plant and Soil**, v. 93, p.427-435, 1986.

AWADA, M. Soil moisture tension in relation to fruit types of papaya plants. **Hawaii Farm Science**, v. 10, n. 2, p.7-8, 1961.

AWADA, M.; WU, I. P.; PADGETT, M .M. Effects of drip irrigation and nitrogen fertilization on fruiting and quality of papaya at Princess Horchad. In: ANUAL HAWAII PAPAYA INDUSTRY ASSOCIATION CONFERENCE, 13, 1977, Maui (Havaí). **Proceedings...** Maui: University of Hawaii, 1977. p.41-46 (Miscellaneous Publication, 151).

AWADA, M.; WU, I. P.; SUEHISA, R. H.; PADGETT, M. M. **Effects of drip irrigation and fertilization on vegetative growth, fruit yield, and mineral composition of the petioles and fruits of papaya**. Honolulu, Hawaii Agricultural Experiment Station, University of Hawaii, 1979. 20 p. (Boletim Técnico, 103).

BERNARDO, S.; CARVALHO, J. A.; SOUSA, E. F. **Irrigação do mamoeiro**. Campos dos Goytacazes: 1996. 20p. (Boletim Técnico, v.1, n.5).

BOAZ, M.; HALEVY, I. **Trickle irrigation**. News Letter Israel Agriculture. Jerusalem: Ministry of Agriculture, 1974. p. 39-57.

CAMPOS ARAÚJO, J. A. Irrigação da cultura de mamão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 2, 1988, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV/ UNESP, 1988. P. 161- 175.

COELHO, A. M. Fertigação. In: COSTA, E.F. da; VIEIRA, R.F.; VIANA, P.A. Eds. **Quimigação**: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. p.201-227.

COELHO, E. F.; ALVES, A.A.; CRUZ, J.L. **Irrigação do mamoeiro**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e fruticultura. Circular técnica no. 2003.

COELHO, E. F.; LIMA, D. M.; QUEIRÓZ, J. S.; CALDAS, R. C.; FARIAS, M. A. A. Crescimento do mamoeiro Sunrise Solo sob irrigação em Tabuleiros Costeiros In. XII CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 2002, Uberlândia. **A inserção da agricultura irrigada no ciclo hidrologico com: segurança alimentar, revitalização hídrica e sustentabilidade ambiental**. CD ROM, 2002, v. 1.

COELHO, E. F.; LIMA, D. M.; QUEIRÓZ, J. S. Desenvolvimento e produção do mamoeiro irrigado por diferentes sistemas de irrigação. In. XII CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 2002, Uberlândia. **A inserção da agricultura irrigada no ciclo hidrologico com: segurança alimentar, revitalização hídrica e sustentabilidade ambiental**. CD ROM, 2002a.

COELHO, E. F.; SILVA, J. G. F.; SOUZA, L. F. S. Irrigação e fertirrigação. In: SANCHES, N. F.; DANTAS, J. L. L. Coordenadores, **O cultivo do mamão**. Cruz das Almas-BA: EMBRAPA/Mandioca e Fruticultura, 1999. 105 p. (EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, 34).

COELHO, E. F.; SILVA, J. G. F.; SOUZA, L. F. S. Irrigação e Fertirrigação. In: TRINDADE, A. V. (Org.). **Mamão.** Produção: aspectos técnicos. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas-BA). Brasília: EMBRAPA Comunicação para transferência de Tecnologia, 2000. 77 p. (Frutas do Brasil; 3).

COELHO, E. F.; SILVEIRA, L. N.; LIMA, D. M.; QUEIRÓZ, J. S. Absorção de água pelas raízes do mamoeiro sob três freqüências de irrigação por gotejamento In: XII CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 2002, Uberlândia. **A inserção da agricultura irrigada no ciclo hidrologico com: segurança alimentar, revitalização hídrica e sustentabilidade ambiental**. CD ROM, 2002b.

CUENCA, R. H. **Irrigation system design: an engineering approach**. New Jersey: Departament of Agricultural Egeneerinng, Oregan State University, 1989. p. 346-350.

DASBERG, S.; BRESLER, E. **Drip irrigation manual**. Logan: Internacional Irrigation information Center, 1985. 95p.

DEVLIN, R. M. **Fisiología vegetal**. Barcelona: Omega, 1975. 614 p.

FRIZONE, J.A. Métodos de aplicação de fertilizantes na água de irrigação. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES FLUÍDOS, 1993, Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: POTAFOS, 1994. p.211-230.

FRIZZONE, J.A.; BOTREL, T.A. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FERTILIZANTES FLUIDOS, 1993, Piracicaba. Anais... **Piracicaba: POTAFOS, 1994. p. 227-260.**

GHEYI, H. R.; SOUSA, A. A.; DAMASCENO, F. A. V.; MEDEIROS, J. F. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p.

GOYAL, M. R. Monthly water consuptive of papaya at four regional sites in Puerto Rico. **Journal Agricultural University of Puerto Rico**, v. 73, n. 2, p.175-176, 1989.

HALE, M. G.; ORCUTT, D. M. **The physiology of plants under stress.** New York: Academic Press, 1987. 206p.

MANICA, I. **Mamão.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. 255 p.

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

MARLER, T. E.; GEORGE, A. P.; NISSEN, R. J.; ANDERSEN, P. C. Miscellaneous tropical fruits. In: **Handbook of environmental physiology of fruit crops** - Sub-tropical and tropical crops. Boca Raton, 1994. v. 2. p. 199-224.

MEDINA, J. C. Cultura. In: MEDINA J. C.; BLEINROTH, E. W.; SIGRIST, J. M. M.; MARTIN, Z. J.; NISIDA, A. L. A. C.; BALDINI, V. L. S.; LEITE, R. S. S. F.; GARCIA, A. E. B. **Mamão**. 2. ed. Campinas: ITAL, 1995. p. 1 - 178. (Série Frutas Tropicais, 7).

NIR, D. Drip irrigation. In: FINKEL, H. J. **Handbook of Irrigation Technology**. Boca Raton: CRC Press, 1982. v.1, p. 247 -298.

OLIVEIRA, A. M. G.; FARIAS, A. R. N.; SANTOS FILHO, H. P. S.; OLIVEIRA, J. R. P.; DANTAS, J. L. L.; SANTOS, L. B.; OLIVEIRA, M. A.; SOUZA JUNIOR, M. T.; SILVA, M. J.; ALMEIDA, O. A.; NICKEL, O.; MEDINA, V. M.; CORDEIRO, Z. J. M. **Mamão para exportação**: aspectos técnicos da produção. Brasília: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, Secretaria de Desenvolvimento Rural, Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Hornamentais/EMBRAPA-SPI, 1994. 52 p. (Série publicações Técnicas FRUPEX, 9).

PENNING DE VRIES, F. W. T.; JANSEN, D. M.; BERGE, H. F. M.; BAKEMA, A. **Simulation of ecophysiological processes of growth in several annual crops**. Wageningen: Center for Agricultural Publishing and Documentation (Prodc), 1989. 271 p.

PIZARRO. Riego localizado de alta frequência. Madrid: Mundi-Prensa, 1987. 461p.

ROLSTON, D. E.; MILLER, R.J.; SCHULBACH, H. Management principles: fertilization. In: NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A. **Trickle irrigation for crop production**: design, operation and management. Amsterdan: Elsevier, 1986, p.137-344. (Development in Agriculture Engineering, 9).

SCÁRDUA, J. A.; FEITOSA, L. R.; CASTRO, L. L. F. **Estimativas de evapotranspiração potencial para o estado do Espírito Santo.** Cariacica, EMCAPA, 1984. 42p. (EMCAPA, Boletim de Pesquisa, 6).

SILVA, J. G. F. **Efeitos de diferentes lâminas e freqüências de irrigação sobre o desenvolvimento e a produtividade do mamoeiro (*Carica papaya* L.).** 1999. 90 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SILVA, T. S. M.; COELHO, E. F.; PAZ, V.P.S.; CRUZ, J.L.; COELHO FILHO, M.A. Efeito da temperatura do ar e de diferentes lâminas de irrigação sob o índice de floração e pegamento de frutos do mamoeiro. In: XIII CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 2001, Juazeiro

SRINIVAS, K. Plant water relations, yield, and water use of papaya (***Carica papaya* L.**) at different evaporation-replenishment rates under drip irrigation. Trinidad. **Tropical Agriculture**, v. 73, n. 4, p. 264-269, 1996.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology.** Redwood City: The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1991. 559 p.

VITTI, G.C.; BOARETTO, A.E.; PENTEADO, S.R. Fertilizantes e fertirrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FERTILIZANTES FLUIDOS, 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1994. p. 261-281.

Capítulo 8

NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO

Aureliano Nogueira da Costa

Adelaide de Fátima Santana da Costa

INTRODUÇÃO

A nutrição mineral e a adubação do mamoeiro vêm sendo abordadas como prioridade, nos sistemas de produção do mamão, através da utilização da análise de solo e da análise foliar para o diagnóstico da disponibilidade de nutrientes e o seu equilíbrio nutricional, para obtenção de alta produtividade e qualidade dos frutos. Nesse sentido, o conhecimento sobre os mecanismos de disponibilidade e absorção dos nutrientes e suas funções no metabolismo do mamoeiro são fundamentais para a otimização da recomendação de adubação.

O mamoeiro, para responder com alta produtividade e qualidade dos frutos, depende de um conjunto de fatores, como luz, temperatura, solo, CO_2, água e nutrientes minerais. A ação conjunta desses fatores irá influenciar as taxas de crescimento e produtividade, garantindo o desenvolvimento dos frutos e a qualidade deles.

A nutrição e adubação são consideradas fundamentais no sistema de produção do mamoeiro, principalmente no Estado do Espírito Santo, onde a maior região produtora de mamão concentra-se em áreas denominadas Tabuleiros Terciários, que são consideradas de baixa fertilidade.

A nutrição mineral do mamoeiro vem sendo abordada como prioridade, numa visão inovadora do equilíbrio nutricional, dos mecanismos de absorção dos nutrientes e suas funções no metabolismo da planta, fatores esses associados aos aumentos da produtividade e qualidade.

DIAGNOSE FOLIAR NO MAMOEIRO

A diagnose foliar do mamoeiro vem mostrando-se bastante útil para identificar o estado nutricional da planta e auxiliar na recomendação de adubação conforme citado por Costa (1996). O teor do nutriente na planta é resultante da ação e interação entre os fatores que afetam a disponibilidade do nutriente no solo e a absorção pela planta (MUNSON e NELSON, 1973).

A diagnose foliar, baseada em métodos padronizados de amostragem, é o critério mais eficaz na avaliação do estado nutricional do mamoeiro, com a grande vantagem de se considerar a própria planta como o extrator dos nutrientes do solo, permitindo a avaliação direta de seu estado nutricional, constituindo, assim, uma forma indireta de avaliação da fertilidade do solo.

SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO – DRIS

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação de Adubação (DRIS) é um método de diagnose do estado nutricional que se baseia no cálculo de índice para cada nutriente, considerando sua relação com os demais, e comparando cada relação com as relações médias de uma população de referência.

Desenvolvido originalmente por Beaufils (1971), com propósitos amplos de diagnosticar as causas primárias e secundárias que afetam a produtividade das culturas, atualmente, o DRIS está popularizando-se e vem sendo utilizado com sucesso como método de avaliação do estado nutricional do mamoeiro.

O *software* DRIS para a cultura do mamoeiro, vem sendo utilizado com sucesso no diagnóstico do estado nutricional e na recomendação de adubação. Os resultados da pesquisa de campo evidenciaram a importância do estabelecimento de normas de referências com dados de campo, ou seja, em lavouras comerciais, sendo pioneiro nesse aspecto (Costa, 1996).

O DRIS-mamão tem como fundamento básico o equilíbrio nutricional do mamoeiro, ou seja, o equilíbrio relativo entre os nutrientes que integra, dentro de certos limites, as condições capazes de refletirem o seu potencial produtivo.

As normas de referência são elaboradas para a população de alta produtividade,

partindo-se do pressuposto de que o mamoeiro só responde com alta produtividade quando a planta está com o seu equilíbrio nutricional estabelecido. A elevada produtividade foi considerada maior ou igual a 60 toneladas/ha/ano.

Para o cálculo dos índices DRIS, tem-se adotado a equação 1 recomendada por Jones (1981):

Equação 1: $$ÍD_x = \frac{[Z(X/Y_1) + Z(X/Y_2) + ... + Z(Y_{n-2}/X) - Z(Y_{n-1}/X) - Z(Y_n/X)]}{[2(n-1)]}$$

e Z(X/Y) é calculada pela equação 2.

Equação 2: $$Z(X/Y) = \frac{[(X/Y) - (x/y)] \cdot K}{s}$$

em que:

$ÍD_X$ = Índice DRIS do nutriente X;

Z(X/Y) = Função da relação entre os nutrientes X e Y da amostra;

(X/Y) = Valor da relação entre os nutrientes X e Y na amostra;

x/y = Valor da norma média para as relações X/Y na população de alta produtividade;

n = Número de nutrientes envolvidos no diagnóstico;

k = Valor constante (normalmente utiliza-se 10); e

s = Desvio padrão dos valores das relações X/Y na população de alta produtividade.

O índice de balanço nutricional (IBN) é calculado por meio do somatório dos valores absolutos dos índices DRIS, obtidos para cada nutriente em cada lavoura, conforme a equação 3:

Equação 3: $IBN = |ÍD_{X1}| + |ÍD_{X2}| + ... + |ÍD_{Xn}|$

O DRIS utiliza os resultados da análise química vegetal, para os cálculos dos

índices DRIS a partir das relações envolvendo as concentrações dos nutrientes, tomados dois a dois. Para o cálculo dos índices DRIS, compara-se, por meio de uma equação estudentizada, as relações na amostra que está sendo analisada com as relações-padrão para o mamoeiro, denominadas normas DRIS, obtidas de lavouras comerciais de alta produtividade e qualidade dos frutos.

Os índices DRIS, obtidos para cada nutriente, podem assumir valores negativos, que indicam deficiência nutricional; valores positivos, que indicam excesso; e valores próximos ou iguais a zero, que indicam o estado ideal de equilíbrio nutricional, e desse modo, fornece a ordem de limitação dos nutrientes, classificando-os na seqüência de deficiência a excesso, o que permite estimar o equilíbrio nutricional.

O DRIS calcula o índice de balanço nutricional (IBN), que corresponde ao somatório dos valores absolutos dos índices DRIS de cada nutriente, e indica o equilíbrio nutricional global da planta, em que, quanto menor for o valor para o IBN, melhor será o equilíbrio nutricional da lavoura analisada.

As principais vantagens verificadas no uso do DRIS são:

1. O uso das relações das concentrações dos nutrientes, tomados dois a dois, são freqüentemente melhores indicadoras do estado nutricional do mamoeiro do que a concentração do nutriente tomada isoladamente.
2. A diagnose nutricional é calculada com base no equilíbrio entre os diversos nutrientes, a partir de um banco de dados obtidos de uma população com características desejáveis, por exemplo alta produtividade e qualidade dos frutos. A consideração do equilíbrio nutricional ótimo é particularmente importante nas situações com ênfase na elevada produtividade e qualidade dos frutos.
3. As normas DRIS (média, desvio-padrão e coeficiente de variação para a população de alta produtividade e com características desejáveis) podem ser aplicadas em várias regiões do país.
4. O diagnóstico pode ser feito em diferentes fases fenológicas e independe do cultivar.
5. Os nutrientes limitantes, tanto por deficiência quanto por excesso, podem ser prontamente identificados e ordenados em função do desequilíbrio.

NORMAS DE REFERÊNCIA PARA O USO DO DRIS NO MAMOEIRO

As normas de referência para o uso do DRIS é o processo fundamental em

que se estabelecem, com base nas lavouras de alta produtividade e qualidade dos frutos, os valores da média, desvio-padrão e coeficiente de variação (C.V.), obtidas da concentração dos macronutrientes (dag kg^{-1}) e dos micronutrientes (mg kg^{-1}) em lavouras representativas no cultivo comercial do mamoeiro. Essas normas de referência são fundamentais para o uso do DRIS, em função da necessidade desses valores para o cálculo dos índices DRIS.

O uso eficiente do DRIS depende das normas de referência que devem ser obtidas para lavouras representativas no cultivo comercial do mamoeiro, no sentido de evitar generalizações.

No Quadro 1, são apresentadas as normas DRIS (média, desvio-padrão e coeficiente de variação (C.V.), para os nutrientes e suas relações, obtidas da concentração dos macronutrientes (dag kg^{-1}) e dos micronutrientes (mg kg^{-1}) das folhas de lavouras comerciais de mamão no estado do Espírito Santo.

A aplicação das normas DRIS para o mamoeiro é o primeiro passo para o cálculo dos índices DRIS para cada lavoura, e para cada nutriente. O índice DRIS informa, pela sua magnitude, o balanço de cada nutriente em relação aos demais, bem como a intensidade com que cada um é requerido pela lavoura analisada (Quadro 2). Da análise desses índices obtém-se, ainda, facilmente a ordem de limitação dos nutrientes (Quadro 3).

A apresentação dos resultados pelo DRIS é de fácil compreensão, facilitando a recomendação da adubação para a lavoura com base nas necessidades nutricionais e no equilíbrio entre os nutrientes. Através do DRIS, define-se facilmente qual ou quais nutrientes são requeridos com maior intensidade pela lavoura e, dessa forma, viabiliza a correção das deficiências nutricionais com exatidão.

Verifica-se no Quadro 2, que o IBN pode ser alto ou baixo, dependendo de o(s) índice(s) DRIS estar(em) limitante(s), tanto por excesso quanto por deficiência. Geralmente, em lavouras com alto valor para o IBN, ou seja, com problemas de desequilíbrio nutricional, as plantas não têm como responder com alta produtividade, fato esse observado no estudo da correlação entre o IBN e a produção média de matéria seca, para o pecíolo e o limbo das folhas novas, recém-maduras e maduras, em duas épocas, a das águas e a da seca (Quadro 4) . A correlação inversa existente entre o IBN e a produção de matéria seca indica que o estado nutricional do mamoeiro apresenta uma relação significativa com o crescimento e desenvolvimento foliar, assim, quanto mais próximo do equilíbrio nutricional, menor será o IBN e maior será a produção de matéria seca.

Em lavouras de baixa produtividade, como é o caso da lavoura 1 (Quadros 2 e 3), o IBN é normalmente alto, indicando o efeito do desequilíbrio nutricional na produtividade do mamoeiro. Entretanto, pode acontecer que, mesmo em lavouras de baixa produtividade, o valor do IBN possa ser baixo, indicando que nesses casos o fator limitante na produtividade não está relacionado ao equilíbrio nutricional, e sim a outros fatores, como pragas e doenças, irrigação, compactação do solo, clima etc. Em lavouras de baixa produtividade que apresentam altos valores de IBN, o mais provável é que a causa para a baixa produtividade esteja relacionada ao desequilíbrio nutricional.

QUADRO 1 - Normas DRIS para o mamoeiro no Estado do Espírito Santo

Nutriente ou Relação	Média	Desvio Padrão	Coef. de Variação	Relação	Média	Desvio Padrão	Coef. de Variação
N(dag/kg)	2,64	0,09	3,50	Mg/Zn	0,06	0,03	41,90
P(dag/kg)	0,16	0,04	24,60	Mg/Mn	0,01	0,01	40,20
K(dag/kg)	2,49	0,69	27,60	Mg/B	0,02	0,01	25,70
Ca(dag/kg)	1,65	0,30	18,40	Mg/Cu	0,28	0,20	70,10
Mg(dag/kg)	0,57	0,15	26,90	S/N	0,12	0,03	23,90
S(dag/kg)	0,32	0,08	24,90	S/K	0,14	0,05	34,10
Fe (mg/kg)	43,30	12,14	28,00	S/Mg	0,61	0,26	42,10
Zn (mg/kg)	10,50	3,57	34,10	S/Fe	0,01	0,001	36,80
Mn (mg/kg)	12,10	13,81	32,10	S/Mn	0,01	0,001	32,30
B (mg/kg)	23,10	2,47	10,90	S/Cu	0,15	0,09	58,50
Cu (mg/kg)	2,90	1,66	58,10	Fe/N	16,45	4,83	29,40
N/P	17,30	3,99	23,00	Fe/P	292,44	137,41	46,90
N/K	1,15	0,34	29,60	Fe/Ca	26,42	5,64	21,30
N/Ca	1,66	0,31	18,60	Fe/S	150,48	77,61	51,60
N/S	8,82	2,26	25,60	Fe/Zn	4,83	3,20	66,30
N/Fe	0,07	0,02	24,80	Fe/Mn	1,12	0,50	44,90
N/Mn	0,07	0,02	32,40	Fe/B	1,88	0,50	26,70
N/B	0,12	0,01	9,40	Zn/N	3,94	1,29	32,80
P/N	0,06	0,01	24,10	Zn/P	66,20	19,51	29,50
P/K	0,07	0,02	28,20	Zn/K	4,45	1,90	42,80
P/Ca	0,10	0,03	32,40	Zn/Ca	6,64	2,75	41,50
P/Mg	0,31	0,15	47,90	Zn/Fe	0,26	0,11	41,70
P/S	0,52	0,12	23,20	Zn/Mn	0,26	0,10	36,90
P/Fe	0,001	0,001	38,60	Zn/Cu	5,03	3,61	71,80
P/Zn	0,02	0,01	42,40	Mn/N	16,20	5,06	31,20
P/Mn	0,001	0,001	39,70	Mn/P	279,47	105,44	37,70
P/B	0,01	0,001	29,50	Mn/Ca	26,76	8,92	33,30
P/Cu	0,08	0,04	57,30	Mn/Mg	80,88	35,63	44,00
K/N	0,94	0,26	27,70	Mn/Fe	1,05	0,40	37,60
K/P	15,90	4,53	28,50	Mn/Zn	4,82	2,29	50,70
K/Ca	1,61	0,65	40,20	Mn/B	1,87	0,62	33,10
K/Mg	5,00	2,73	54,60	Mn/Cu	20,91	14,33	68,50
K/S	8,10	2,24	27,70	B/P	152,13	41,01	26,90
K/Fe	0,06	0,03	39,90	B/K	10,15	3,63	35,70
K/Zn	0,26	0,13	49,60	B/Ca	14,39	2,44	16,90
K/Mn	0,07	0,03	46,70	B/Mg	43,23	11,92	27,60
Ca/N	0,62	0,12	19,00	B/S	77,30	21,74	28,10
Ca/P	10,88	3,57	32,80	B/Mn	0,59	0,20	34,10
Ca/K	0,73	0,31	42,50	B/Cu	11,41	7,15	62,70
Ca/B	0,07	0,01	16,70	Cu/N	1,08	0,65	59,50
Mg/N	0,22	0,06	27,70	Cu/P	18,10	10,74	59,30
Mg/K	0,26	0,14	51,70	Cu/Ca	1,82	1,27	69,50
Mg/Ca	0,35	0,08	23,60	Cu/S	9,11	5,24	57,50
Mg/Fe	0,01	0,001	29,30	Cu/B	0,13	0,08	62,90

QUADRO 2 - Índice DRIS e Índice de Balanço Nutricional (IBN), para três lavouras de mamão, no Estado do Espírito Santo

Lavoura	Indice DRIS											IBN
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	B	Cu	
1	-14	-6	12	-1	-13	12	-1	2	16	4	-11	92
2	-6	0	0	0	5	-5	-6	3	0	9	0	34
3	-5	-4	5	-1	-8	7	5	-6	5	-3	5	54

QUADRO 3 - Seqüência de deficiência a excesso, para três lavouras de mamão, no Estado do Espírito Santo

Lavoura	Seqüência de Deficiência a Excesso Nutricional	IBN
1	N > Mg > Cu > P > Ca = Fe > Zn > B > K = S > Mn	92
2	N = Fe > S > P = K = Ca = Mn = Cu > Zn > Mg > B	34
3	Mg > Zn > N > P > B > Ca > K = Fe = Mn = Cu > S	54

QUADRO 4 – Coeficiente de correlação entre o índice de balanço nutricional (IBN), no pecíolo e no limbo das folhas nova (FN), recém-madura (FRM) e madura (FM) e a produção de matéria seca (MS) do mamoeiro, nas épocas da seca e das águas, no Espírito Santo

Índice de Balanço Nutricional (IBN)							
Produção	Época	Pecíolo			Limbo		
		FN	FRM	FM	FN	FRM	FM
de Matéria Seca	Seca	-0,83***	-0,65***	-0,51**	-0,45**	-0,83***	-0,76***
	Águas	-0,48**	-0,51***	-0,36*	-0,31**	-0,67***	-0,27ns

*, ** e *** = Significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente.

ns = Não-significativo.

Os primeiros resultados obtidos com a utilização deste grupo de normas apontou que o P foi o nutriente que se destacou como o primeiro mais limitante, cuja freqüência de ocorrência foi de 25% em relação ao total das propriedades amostradas. Após o P, os nutrientes mais limitantes foram o K, Ca e Mg.

Em lavouras de baixa produtividade, o IBN pode ser alto ou baixo, dependendo de o fator limitante na produtividade estar ou não relacionado ao equilíbrio nutricional. Se o IBN é baixo (menor que 20), é provável que um fator não nutricional esteja limitando a produtividade, quando esta estiver a valores menores que 60 ton.ha^{-1}ano^{-1}. Por outro lado, sendo alto o valor do IBN, o que caracteriza a existência do desequilíbrio nutricional, a produtividade pode estar sendo limitada por um fator de ordem nutricional (Figura 1).

A utilização de técnicas de análise estatística multivariada tem sido útil para demonstrar a maior capacidade do DRIS, frente ao método convencional de interpretação da análise foliar, para o diagnóstico nutricional do mamoeiro. Percebe-se claramente que o método do DRIS é capaz de agrupar corretamente as lavouras segundo a classe de produtividade e o IBN.

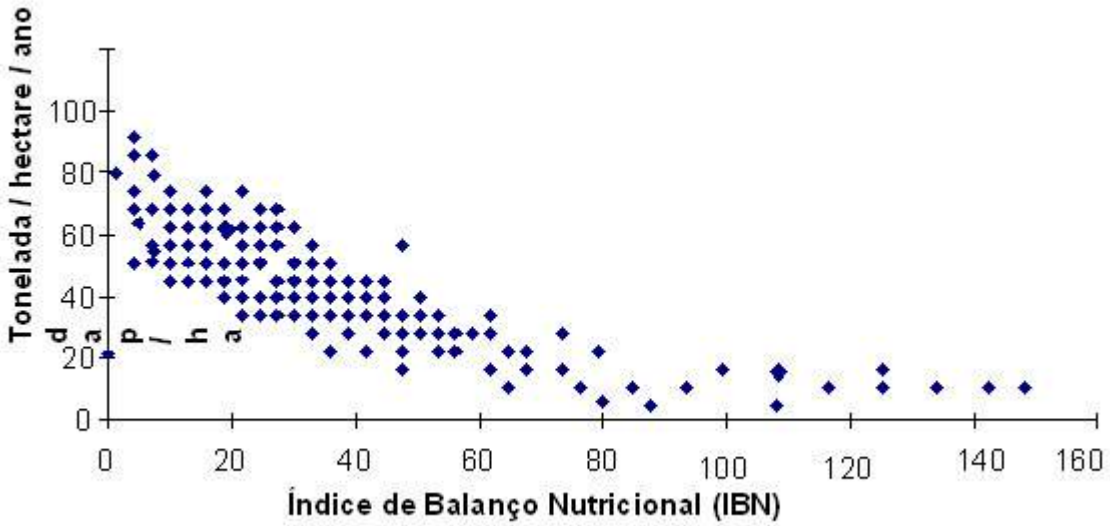


FIGURA 1 - Produtividade de 160 lavouras de mamão (toneladas de frutos.ha^{-1}.ano^{-1}) em função do índice de balanço nutricional (IBN).

ATLAS DE DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS

NITROGÊNIO (N)

Função

O nitrogênio é constituinte de aminoácidos, amidas, aminas, bases nitrogenadas, alcalóides, clorofila e muitas coenzimas. A deficiência de nitrogênio se manifesta nas folhas mais velhas na forma de clorose foliar devido à redução da formação da clorofila. Muitos aminoácidos são precursores das cadeias polipetídicas das proteínas, e desse modo o nitrogênio influencia muitas reações enzimáticas. O nitrogênio é também componente estrutural das paredes celulares.

Quando as folhas mais velhas senescem, a proteína é degradada e formas solúveis de N são retranslocadas no floema para os pontos de crescimento da planta, ou seja, para as partes mais novas, razão pela qual os sintomas de deficiência de N se manifestam primeiramente nas partes mais velhas.

Sintomas

Inicialmente, as áreas entre as nervuras das folhas mais velhas tornam-se verde-claras, principalmente entre as nervuras principais. Nas folhas jovens, aparecem estádios iniciais de amarelecimento, que com o tempo se expandem para todas as folhas, com a manifestação da cor amarelada. Nas folhas mais velhas pode ocorrer necrose com o centro marrom e margens púrpuras (Figuras 2 e 3). Quando a planta está uniformemente amarelada, a deficiência de N se assemelha à deficiência de enxofre (S) com a diferença de que para o S os sintomas se iniciam nas folhas mais novas. O excesso de N na planta ocasiona o maior crescimento vegetativo do mamoeiro, aumentando os espaços entre os frutos além do amolecimento da polpa do mamão, característica indesejável para a qualidade do fruto.

FIGURAS 2 e 3 - Sintomas visuais de deficiência de Nitrogênio no mamoeiro no Estado do Espírito Santo.

FÓSFORO (P)

Função

O fósforo é essencial para o crescimento da planta e está envolvido na maioria dos processos metabólicos. O P é constituinte dos ácidos nucleicos, fosfolipídios, proteínas, éster fosfato, dinucleotídeos e adenosina trifosfato (ATP). Portanto, o P é requerido para o armazenamento e transferência de energia, fotossíntese, processo de transporte de elétrons, regulação de atividade enzimática na síntese de açúcar e no transporte de carboidrato. O P é móvel no floema e o sintoma se manifesta, inicialmente, através da cor arroxeada nas folhas mais velhas e depois se redistribui nas folhas mais novas.

Sintomas

O primeiro sintoma de deficiência de Fósforo se manifesta através do aparecimento de manchas púrpuras no limbo das folhas maduras. O centro de cada mancha torna-se necrótico com o tempo, com tonalidade tendendo para o marrom. Os sintomas de deficiência se espalham das folhas mais velhas para as mais novas.

POTÁSSIO (K)

Função

O potássio é responsável pela manutenção da turgescência celular, controle da abertura e fechamento dos estômatos e osmorregulação celular. É requerido para a síntese de proteínas, para o metabolismo dos carboidratos e lipídios, sendo ativador de um grande número de enzimas. Em plantas deficientes em K, a síntese proteica, fotossíntese e expansão celular são impedidas e ocorre a morte da célula. O potássio move livremente no floema e é exportado das folhas mais velhas para as mais novas, razão pela qual o sintoma de deficiência se manifesta primeiramente nas folhas mais velhas.

Sintomas

O sintoma de deficiência de K no mamoeiro é caracterizado pela necrose ou pelo escurecimento das folhas mais velhas. Os sintomas evoluem das folhas mais velhas para as folhas mais novas. Deficiências severas afetam os pontos de crescimento da planta. Normalmente o sintoma de deficiência se manifesta nas bordas das folhas mais velhas. O potássio é importante na qualidade do mamão, por estar relacionado ao sabor do fruto, além de contribuir para a firmeza da polpa.

CÁLCIO (CA)

Função

O cálcio (Ca) é um dos constituintes da parede celular e está associado à pectina e a lamela média. Nos vacúolos o Ca está presente como oxalato de cálcio e também é requerido para a integridade e o funcionamento da membrana.

É essencial para a divisão e o crescimento celular atuando nos pontos de crescimento de raízes e caules que são particularmente vulneráveis à deficiência deste elemento. O Ca não é exportado das folhas mais velhas para as mais novas, por essa razão sua deficiência promove a morte da célula e o sintoma de deficiência manisfesta-se, primeiramente, nas folhas e nos frutos mais novos do mamoeiro. A deficiência de Ca no mamoeiro é responsável pelo amolecimento da polpa dos frutos, com menor resistência ao transporte e menor tempo de prateleira na comercialização.

Sintomas

Manifestam-se, inicialmente, nas folhas novas em expansão no topo do mamoeiro. As margens dessas folhas novas são danificadas pela deficiência de Ca e ocorre o encurvamento das margens das folhas, prejudicando a expansão foliar.

MAGNÉSIO (MG)

Função

A maior contribuição do magnésio na planta é como constituinte da molécula da clorofila. Atua na síntese de proteína e na ativação de muitas enzimas, além do importante papel na regulação do pH celular e no balanço cátion-ânion. O magnésio é exportado pelo floema das folhas mais velhas para as mais novas.

Sintomas

O sintoma de deficiência manifesta-se inicialmente nas folhas maduras, completamente expandidas, e quando a deficiência é severa, manifestam-se também nas folhas mais novas. O primeiro sinal característico de sua deficiência é o aparecimento de manchas amareladas entre as nervuras da folha do mamoeiro (Figuras 4 e 5).

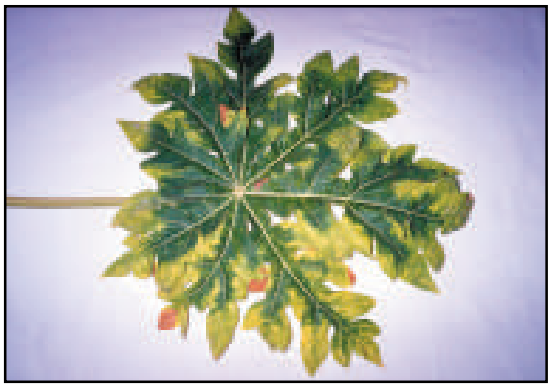


FIGURA 4

FIGURA 5

FIGURA 4 e 5. Deficiência de magnésio em folhas.

ENXOFRE (S)

Função

É essencial para a formação de proteínas contendo os aminoácidos cisteína e metionina. É também requerido para a síntese de tiamina, co-enzima A e sulfolipídios. O S tem baixa mobilidade no floema.

Sintomas

Os sintomas de deficiência manifestam-se inicialmente nas folhas novas em expansão com o aparecimento da tonalidade verde-clara. Com o tempo, as folhas tornam-se uniformemente amareladas e os sintomas se expandem paras as folhas completamente expandidas. No mamoeiro, o crescimento é prejudicado antes da manifestação visual do sintoma.

FERRO (FE)

Função

O ferro é essencial para a síntese da clorofila. E por apresentar dois estádios reversíveis de oxidação (Fe^{2+} e Fe^{3+}), está envolvido em muitas reações de oxi-redução da fotossíntese e da respiração. O Fe é componente indispensável de hemoproteínas como citocromo e peroxidase. É componente de muitas proteínas Fe-S, por exemplo a ferrodoxina.

Sintomas

O sintoma de deficiência de ferro manifesta-se inicialmente nas folhas mais novas, com o aparecimento de manchas de cor verde-clara. O sintoma avança, e as folhas mais novas apresentam a coloração amarelada. A coloração normal do tecido vegetal fica restrita às nervuras principais. Quando o sintoma de deficiência é muito intenso, há clorose também nas folhas maduras.

ZINCO (ZN)

Função

O zinco é constituinte de várias enzimas e é requerido para a fotossíntese. A redução do tamanho da folha e o encurtamento dos internódios está relatado como deficiência de Zn em função do seu papel na síntese de auxina, a substância de crescimento que comanda a expansão celular.

Sintomas

O zinco não apresenta redistribuição das folhas maduras para as folhas novas, razão pela qual o sintoma de deficiência aparece primeiramente nas folhas mais novas. O primeiro sinal de deficiência de Zn é o aparecimento de clorose entre as nervuras das folhas em expansão, que evolui para manchas púrpuras. Com a severidade da deficiência, as folhas mais novas ficam menores, podendo manifestar também a necrose nas bordas e no limbo entre as nervuras principais, juntamente com o encurtamento dos internódios.

MANGANÊS (MN)

Função

O manganês é requerido para a evolução do oxigênio no processo fotossintético. É também envolvido na reação de redução e transporte de elétron nos cloroplastos. O Mn é essencial para a metal-proteína superóxido dismutase. Em plantas deficientes, ocorre o aparecimento de necrose em folhas recentemente expandidas e em expansão, e a lignificação é prejudicada. O movimento do Mn no floema é limitado e não ocorre o seu retranslocamento das folhas maduras para as mais novas.

Sintomas

Os sintomas de deficiência se manifestam inicialmente nas folhas mais novas, com o aparecimento de manchas verde-claras entre as nervuras laterais. As folhas são normais em tamanho e, com o tempo, os tecidos cloróticos se tornam amarelados.

BORO (B)

Função

É constituinte da parede celular, é requerido para a divisão celular e o crescimento do mamoeiro e, de forma semelhante ao Ca, não é retranslocado no floema. O crescimento da parte aérea e das raízes é bastante limitado pela sua deficiência.

Sintomas

A deficiência severa de B manifesta-se nas folhas mais novas (Figura 6) e nos pontos de crescimento da parte aérea e da raiz. Nos frutos, o sintoma se inicia com o aparecimento de protuberâncias, causando deformação (Figuras 7; 8 e 9). Este é um dos micronutrientes considerados mais importantes na cultura do mamoeiro.

FIGURA 6 - Deficiência de boro na folha do Mamoeiro

FIGURA 7 - Deficiência de boro e zinco na folha.

FIGURA 8

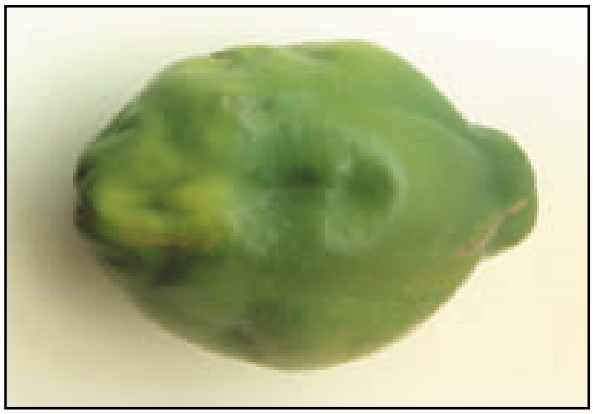


FIGURA 9

FIGURA 8 e 9. Deficiência de boro nos frutos.

COBRE (CU)

Função

A maior parte do cobre na planta encontra-se como constituinte da plastocianina na folha. É essencial para a fotossíntese, considerando que a plastocianina é o maior componente da cadeia de transporte de elétrons. O cobre é constituinte de metal-enzimas, como a citocromo oxidase e a fenolase.

Sintomas

A deficiência de cobre manifesta-se inicialmente nos pontos de crescimento e nas folhas mais novas. Diferentemente do N, a deficiência de Cu não se manifesta em folhas maduras, ocorrendo o encurvamento das margens das folhas em expansão, podendo também desenvolver a coloração amarelada nas margens da folha.

RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA O MAMOEIRO

O solo é um sistema complexo, de natureza física, química e mineralógica variável, que, além da função de sustentação física das plantas, atua como fonte de nutrientes. A eficiente recomendação de adubação do mamoeiro é realizada com base no diagnóstico do estado nutricional da planta realizado através da análise foliar e dos teores de nutrientes disponíveis no solo através da análise química e física do solo.

ADUBAÇÃO E CALAGEM DO MAMOEIRO

ANÁLISE QUÍMICA DE SOLO E FOLHAS

O mamoeiro é considerado uma cultura exigente, pela sua alta capacidade de extração de nutrientes, em função do crescimento contínuo, associado à floração e frutificação. Desse modo, recomenda-se, por ocasião do preparo da área para plantio, efetuar a análise química do solo, de forma representativa, ou seja, a área deve ser estratificada em várias subáreas em função da homogeneidade.

O número de amostras simples para formar uma amostra composta depende da uniformidade da área, sendo a representatividade da amostra composta influenciada pelo número de amostras simples. Entretanto, a retirada de mais de 20 amostras simples traz um ganho muito pequeno na precisão. No Quadro 5, são apresentados os teores de nutrientes no solo considerados adequados para a cultura.

QUADRO 5 - Teores de nutrientes, no solo, considerados adequados para o mamoeiro (*Carica papaya* L.)

Características	Unidade [4/]	Teores
Fósforo (P) [1/]	mg/dm^3	10-20
Potássio [1/]	mg/dm^3	30-60
Cálcio [2/]	Cmol$_c$/dm^3	1,6-4,0
Magnésio [2/]	Cmol$_c$/dm^3	0,6-1,0
Enxofre	mg/dm^3	15-30
Zinco [1/]	mg/dm^3	7,0-10,0
Boro [3/]	mg/dm^3	0,5-1,0
Cobre [1/]	mg/dm^3	1,6-5,0
Manganês [1/]	mg/dm^3	5,0-10

[1/] Extrator: HCl 0,05 N + H_2SO_4 0,025 N

[2/] Extrator: KCl 1N

[3/] Extrator: Ba Cl_2 0,125%

[4/] mg/dm^3 de P = ppm

[4/] 0,25 cmol$_c$/dm^3 de K = 100 ppm

AMOSTRAGEM FOLIAR

Em lavouras em produção, a diagnose foliar do mamoeiro identifica o estado nutricional das plantas. Desse modo, para a coleta do material vegetal para análise química, recomenda-se a amostragem de, no mínimo, 12 pecíolos da folha recém-madura, definida como a folha que tem uma flor recém-aberta em sua base ou axila. A amostragem deverá ser feita em áreas uniformes, no período da manhã, entre 7 e 9 horas.

A recomendação de adubação para o mamoeiro, segundo Costa et al. (2001), é apresentada a seguir:

ADUBAÇÃO DE PLANTIO - MACRONUTRIENTES

Recomenda-se efetuar a adubação com base nos resultados de análise de solo.

Sugestão para adubação de cova (40x40x40 cm) e sulco:

50 g de P_2O_5	60 g de P2O5
200 g de calcário dolomítico	300 g de calcário dolomítico
10 L de esterco de curral ou	15 L de esterco de curral ou
5 L de esterco de galinha	7 L de esterco de galinha

ADUBAÇÃO DE COBERTURA

- 10 g de N/cova
- 15 g de K_2O/cova

Para o fósforo, é recomendada a aplicação de uma única vez, misturado com a terra de enchimento da cova, enquanto as adubações com nitrogênio e potássio deverão ser aplicadas em cobertura, mensalmente, após o pegamento das mudas.

Quanto aos micronutrientes, a recomendação deverá ser feita com base nos resultados da análise de solo, sendo, normalmente, utilizada duas a três adubações por ano. O boro varia de 1,5 a 2,5 g por planta e o zinco de 2,5 a 3,5 g por planta.

ADUBAÇÃO DE PRODUÇÃO

TABELA 1- Adubação de produção para o mamoeiro (*Carica papaya* L.*)*

Época	Nitrogênio	Fósforo (mg/dm^3)[1/]			Potássio(mg/dm^3)[1/]		
		<10	11-30	>30	<30	31-60	>60
	- N(Kg/ha)[2/]--	--------- P_2O_5 (Kg/ha)--------			----------K_2O(Kg/ha)-------		
1º Ano	400	100	80	40	450	350	250
2º Ano	450	120	100	60	220	110	80

[1/] mg/dm^3 de P = ppm

[3/] Considerou-se uma eficiência de 30% para o P e de 70% para o N e K.

A relação N/K do fertilizante não deve ser menor do que 1, ou seja, na adubação do mamoeiro, o potássio deve ser usado em quantidade menor ou no máximo igual a de nitrogênio.

MICRONUTRIENTES

Os micronutrientes podem ser fornecidos via solo e, ou, via foliar.

VIA SOLO

5 kg de Zinco/ha (Zn),

2 kg de boro/ha (B),

2 kg de Cobre/ha (Cu) e

4 kg de Manganês/ha (Mn).

VIA FOLIAR

Quando necessária, a correção de micronutrientes poderá ser feita com pulverização via foliar, mantendo-se as seguintes concentrações:

Manganês: Sulfato de manganês a1%,

ferro: Sulfato ferroso a 1%,

zinco: Sulfato de zinco a 0,6%,

Boro: Ácido bórico a 0,3% e

Cobre: Oxicloreto de cobre a 1%.

ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Apesar da possibilidade de redução da adubação química quando se utiliza matéria orgânica, deve-se entender a sua função, principalmente como condicionador do solo, melhorando as suas propriedades físicas, químicas e biológicas. A aplicação de matéria orgânica é muito importante, principalmente em regiões com solos de textura média a arenosa com menos de 1,5 dag/dm^3 de matéria orgânica e baixa CTC. Pesquisas realizadas pelo Incaper destacam a importância do uso de matéria orgânica, conforme estudado através do uso de lodo de Estação de Tratamento de Esgoto (ETE)

como fonte de matéria orgânica. De acordo com Costa et al. (2001a), as doses de lodo higienizado com cal virgem aplicadas no sulco de plantio foram baseadas no teor de N no lodo que foi de 1,33% com 79% de umidade.

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Sooretama, pertencente ao INCAPER, no município de Sooretama, na Região Norte do Espírito Santo, representativa na produção comercial de mamão. Foram aplicados 9 tratamentos com diferentes quantidades de matéria orgânica na forma de lodo de esgoto e de esterco como testemunha, além do tratamento com apenas adubação química.

A composição dos tratamentos é mostrada na tabela 2, com as quantidades e fonte da matéria orgânica.

TABELA 2. Composição dos tratamentos com o uso do lodo no cultivo do mamoeiro

Tratamento	Nitrogênio	Esterco	Lodo com cal	Químico*
	grama			
1	54	5	–	–
2	54	–	23	–
3	80	–	34	–
4	108	–	45	–
5	135	–	57	–
6	160	–	68	–
7	187	–	80	–
8	54	–	–	0,25
9	0	–	–	–

A higienização do lodo com cal virgem elevou inicialmente o pH de 5,9 para 12,2, valor que limita a atividade microbiana além de promover a lixiviação dos micronutrientes. Após esse período, três meses pós-plantio, verificou-se que os valores do pH reduziram para valores próximos de 7,0 estabilizando em torno de pH = 5,5, nove meses pós-plantio, conforme apresentado na Tabela 3.

TABELA 3 - Teores de matéria orgânica, pH, CTC e Al trocável para os tratamentos com o uso de lodo de ETE higienizado com cal virgem no cultivo do mamoeiro, nove meses pós - plantio.

Tratamentos	Matéria Orgânica	pH	Saturação de Bases (V)	CTC	$Al_{trocável}$
	%		%	---- $cmol_c.kg^{-1}$ ---	
Antes do cultivo	0,8	5,9	53	4,0	0,0
1	1,5	5,1	56	8,1	0,0
2	1,2	5,0	51	6,9	0,0
3	1,3	5,2	56	6,7	0,0
4	1,5	5,5	61	7,2	0,0
5	1,2	5,5	59	6,9	0,0
6	1,1	5,4	51	5,8	0,0
7	1,1	6,0	62	6,4	0,0
8	1,0	5,0	43	5,9	0,0
9	1,1	5,1	52	6,8	0,0

CAPACIDADE DE SUPORTE DA MATÉRIA ORGÂNICA NO MAMOEIRO

A capacidade de suporte da matéria orgânica no mamoeiro foi avaliada no terceiro mês após o plantio, quando se prolongou, ao máximo, o cultivo do mamoeiro sem a adição de fertilizantes, para possibilitar a observação dos sintomas visuais de deficiência minerais no mamoeiro. Nesse sentido, foi enorme a diferença visual nesse período, com o aparecimento de manchas amareladas nas folhas mais velhas, indicando a deficiência de N, principalmente nos tratamentos que não receberam o lodo como fonte de matéria orgânica (Figura 10).

As plantas dos tratamentos que receberam as maiores doses de lodo só manifestaram o sintoma de deficiência de N no final do quarto mês após o plantio, indicando que o lodo apresenta capacidade de suporte para a cultura do mamoeiro, mantendo o fornecimento de nutrientes por um período mais prolongado quando comparado com os tratamentos que não receberam matéria orgânica.

A dose de 54 g de N fornecida via esterco, que é a fonte de matéria orgânica tradicionalmente utilizada no cultivo comercial do mamoeiro, não diferiu da produção do tratamento que recebeu a mesma dose de N fornecida via lodo. Entretanto, quando se comparou a dose de N (54 gramas.planta^{-1}) fornecido, respectivamente, via esterco e lodo, observou-se diferença em relação ao tratamento que só recebeu adubação química. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos com adubação química e o tratamento sem adição de matéria orgânica.

Esses resultados destacam a importância da matéria orgânica na produtividade do mamoeiro, fato esse atribuído à maior capacidade de retenção de umidade e nutrientes.

O aumento da produção do mamoeiro em função das doses crescentes de lodo higienizado com cal virgem são apresentados na Figura 10.

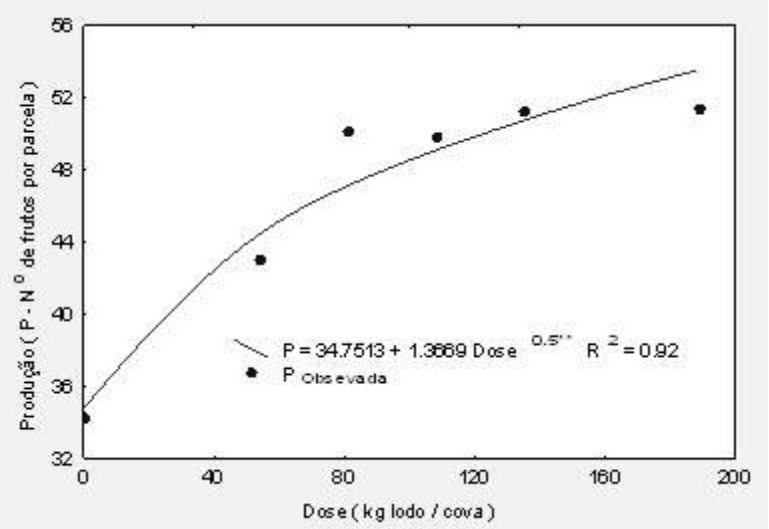


FIGURA 10 - Representação gráfica do modelo de regressão para a produção do mamoeiro em função da dose de lodo, higienizado com cal virgem.

O modelo de regressão que melhor se ajustou para a estimativa da produção do mamoeiro em função da dose de lodo, higienizado com cal virgem, foi a equação 4 com o coeficiente de determinação ajustado (R^2) de 0,92.

Equação 4 : Produção = 34,7513 + 1,3669 $Dose^{0.5**}$ R^2 = 0,92

** significativo a 1 % de probabilidade

O modelo observado para a produção em função da dose de lodo de ETE permite a estimativa das dosagens do lodo de esgoto para disposição final na cultura do mamoeiro.

A pesquisa com a utilização do lodo de ETEs no mamoeiro é uma abordagem inédita, principalmente por se tratar de uma cultura comercial de grande expressão no Estado do Espírito Santo, e que está sendo cultivada em solos de Tabuleiros. Esses solos são, em sua maioria, arenosos, com baixos teores de matéria orgânica e pobres em nutrientes, destacando-se, desse modo, a importância da incorporação de matéria orgânica nesse sistema de cultivo.

Estudos de viabilidade técnica do uso de lodo de esgoto, juntamente com o monitoramento das alterações ocasionadas pelo seu uso, comprovam, cientificamente, os efeitos positivos do uso do lodo no sistema agrícola, resultados esses fundamentais para a recomendação e disposição final do lodo na agricultura, conforme evidenciado por Costa et al. (2000).

SUBSTRATO PARA FORMAÇÃO DE MUDAS

A quantidade de adubo por m^3 ou 1.000 litros de substrato tem como recomendação geral a utilização de 1.000 g de P_2O_5 ou 5 kg de superfosfato simples e 0,5 kg de cloreto de potássio por m^3 de substrato, formado com terra de subsolo. Em solos com acidez elevada, adicionar de 1,0 a 2,0 kg/m^3 de calcário. A partir da formação das primeiras folhas definitivas, recomenda-se irrigá-las com uma solução de nitrogênio (N) a 0,4 %, a cada 10 dias, tomando-se o cuidado de irrigar, em seguida, com água, para evitar a queima de folhas.

Em relação ao adubo orgânico, deve-se dar preferência ao esterco de boi, sem resíduo de herbicida, na proporção de 30% do substrato. O fornecimento de micronutrientes é dispensável quando se utiliza esterco de boi.

CALAGEM

Para o mamoeiro, as doses de calcário podem ser estimadas por meio dos teores de alumínio trocável, cálcio mais magnésio, ou da elevação da saturação de bases para 60%. O calcário deve ser aplicado com o máximo de antecedência ao plantio, devendo estar uniformemente misturado com o solo e à maior profundidade possível.

Em lavouras já instaladas, o calcário deverá ser distribuído em cobertura, na área total, corrigindo-se a dose em função da profundidade de incorporação. Com relação ao parcelamento, particular atenção deve ser dada aos solos de textura média à arenosa, como o Latossolo Amarelo (solos de “Tabuleiros”), originalmente pobres em nutrientes e com baixo poder tampão e, conseqüentemente, com maiores possibilidades de ocorrerem desbalanços, principalmente no pH e teores de micronutrientes. Nesse caso, a recomendação não deverá ultrapassar a 3 ton/ha na primeira aplicação, devendo a quantidade restante ser fornecida seis meses depois.

GESSO

O gesso não altera o pH e não substitui o calcário, funciona como transporte de cálcio em profundidade. Ele pode ser utilizado quando a análise do solo na camada de 20-40 cm de profundidade apresentar teor de Ca menor do que 3 $mmol_c/dm^3$ e, ou, saturação de alumínio maior que 30%.

Se a aplicação for a lanço, deve ser distribuído uniformemente sobre o terreno, não sendo necessária a sua incorporação. A quantidade de gesso pode ser dimensionada utilizando-se 30% da necessidade de calagem.

O gesso também pode ser utilizado como fonte de enxofre (S) e cálcio (Ca), na dosagem de 200 g de gesso por planta.

REFERÊNCIAS

BEAUFILS, E.R. Physiological diagnosis: A guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. **Fertility Society South African Journal.,** v.1, p.1-30, 1971.

COSTA, A. N. da **Uso do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), na avaliação do estado nutricional do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Estado do Espírito Santo.** 1995. 94 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

COSTA, A. N. da Uso do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) no mamoeiro. In: MENDES, L.G.; DANTAS, J.L.L.; MORALES, C.F.G. **Mamão no Brasil**. Cruz das Almas, BA: EUFBA/EMBRAPA-CNPMF, 1996. p.49-55.

COSTA, A. N. da; COSTA, A. de F.S. da; MARQUES, M.O. & SANTANA, R.C. Estudo de caso : Utilização de lodo de ETE na cultura do mamoeiro no norte do estado do Espírito Santo. In: ANDREOLI, C. V. (Coord.). **Resíduos sólidos do saneamento:** processamento, reciclagem e disposição final. Rio de Janeiro: Rima, 2001. p. 189-213.

COSTA, A.N.; RODRIGUES, C.; TELES, C. R. & KROHLING, B. Reciclagem agrícola do lodo de lagoas de estabilização. In: FRANCI, R. (Coord.). **Gerenciamento do lodo de lagoas de estabilização não mecanizadas**. Rio de Janeiro: ABES, 2000. p. 67-80.

COSTA, A. N. da ; COSTA, A. de F. S. da; FULLIN, E. A Frutíferas In: DADALTO, G. G.; FULLIN, E. A. Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo – 4ª aproximação. Vitória: SEEA / INCAPER, 2001. P. 126-169.

JONES, C.A. Proposed modifications of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analyses **Commum. Soil Sci. Plant**

Anal., v.12, p.785-794, 1981.

MUNSON, R.D.; NELSON, W.L. Principles and practices in plant analysis. In: WALSH, L.M.; BEATON, J.D. (Eds.). **Soil testing and plant analysis**. Madison: Soil Science Society of America, 1973. p.223-248.

Capítulo 9

MANEJO DAS DOENÇAS DO MAMOEIRO

José Aires Ventura
Hélcio Costa
Joseli da Silva Tatagiba

INTRODUÇÃO

As doenças do mamoeiro destacam-se economicamente, pois sua presença acarreta severas perdas econômicas na produção, comercialização e exportação de frutos *in natura*, podendo chegar em alguns casos a 100%. No Brasil, as principais doenças são as viroses (mosaico e meleira), na produção, e em pós-colheita, a antracnose e a podridão-peduncular. As doenças foliares, quando não controladas adequadamente, podem causar grandes danos nos frutos, depreciando-os comercialmente, são exemplos: a varíola, a mancha-de-Ascochyta e a mancha-de-Corynespora. De maneira geral, a importância das doenças do mamoeiro varia com a região onde é cultivado, em função das condições edafoclimáticas, do manejo da cultura, da população de vetores, da densidade de inóculo e do destino da produção, se para o mercado interno ou externo. As doenças em pós-colheita são principalmente de três tipos: podridões superficiais, podridões pedunculares e podridões internas dos frutos, que podem reduzir a qualidade deles e provocar perdas severas, chegando em alguns casos a ser superiores a 90%, dependendo das condições de colheita, transporte e armazenamento, inviabilizando totalmente a comercialização nos mercados importadores.

Visando o manejo integrado dessas doenças, é necessário o conhecimento da biologia dos patossistemas e das tecnologias disponíveis para o controle, seu limite econômico e a aceitação ecológica, atendendo as exigências da Produção Integrada de Frutas.

DOENÇAS CAUSADAS POR FUNGOS

ANTRACNOSE

É considerada uma das principais doenças em pós-colheita do mamoeiro,

Etiologia

O agente causal da antracnose é o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. Sacc., que tem a fase teliomórfica em *Glomerella cingulata* (Ston.) Spauld. & Schr. É um patógeno comum em diversas fruteiras tropicais, tendo sido relatada a forma teleomórfica em frutos e folhas na Bahia e no Espírito Santo (RAM, 1984; COSTA et al., 2001). O fungo forma acérvulos subepidérmicos com setas escuras, conidióforos cilíndricos com conídios hialinos, unicelulares, de forma cilíndrica a elipsoidal, com as extremidades arredondadas ou a base truncada, numerosos e aglutinados, formando uma massa gelatinosa de coloração rósea (Figura 1).

Não tem sido possível separar pelas características morfológicas os isolados do fungo obtidos dos diferentes sintomas freqüentemente observados nos frutos e nas folhas do mamoeiro, no entanto a existência de ecotipos de *C. gloeosporioides* em relação à temperatura foi evidenciada em outros patossistemas, apesar da similaridade do DNA (ESTRADA et al., 2000).

FIGURA 1 - Lesão da Antracnose em fruto, mostrando a presença de acérvulos e massa gelatinosa de cor rósea, constituída pelos conídios do fungo.

Sintomas

O fungo pode, inicialmente, se estabelecer em flores, penetrando pelo estigma e pelas cicatrizes deixadas pelas pétalas e, principalmente, por ferimentos na superfície dos tecidos. Nos frutos, a infecção por *C. gloeosporioides* pode ocorrer em qualquer estádio de desenvolvimento e permanecer quiescente até que os frutos se tornem maduros, podendo a penetração ser de forma direta, através de um peg de infecção ou por ferimentos (CHAU e ALVARES, 1983a). Quando os frutos infectados iniciam o

processo de amadurecimento, formam-se pequenas gotas (beads) de látex, que exsudam na superfície deles. As lesões nos frutos são arredondadas e profundas, podendo atingir até 5 cm de diâmetro. Com a evolução das lesões, observa-se um crescimento róseo disposto em camadas concêntricas, de aspecto gelatinoso, o qual posteriormente se torna escuro, e constituído das estruturas reprodutivas do fungo. O tecido interno da área infectada é firme (calose), com descoloração branco-acinzentada, que se torna marrom. As lesões podem coalescer, formando uma grande área lesionada na superfície do fruto. Elas são profundas e desprendem-se facilmente dos tecidos sadios, deixando um buraco no fruto. Na ausência de controle e, ou, em condições climáticas altamente favoráveis, podem-se observar lesões mesmo em frutos nos primeiros estádios de maturação, inclusive no campo (Figura 2-A). Lesões nas folhas causadas pelo uso incorreto de alguns agroquímicos, podem servir de porta de entrada para o patógeno, como já observado em algumas lavouras no Norte do Espírito Santo.

Nos pecíolos, formam-se lesões escuras com abundante formação de acérvulos e onde também se desenvolvem os peritécios da forma teliomórfica do fungo (Figura 2-B). As lesões nas folhas são menos freqüentes e quando ocorrem são circulares, com bordos irregulares e o centro acinzentado, onde podem ser observadas “pontuações negras” que são as frutificações do fungo.

Em determinadas condições, *C. gloesporioides* o fungo não penetra profundamente no parênquima do fruto e ocorrem, nestes casos, lesões superficiais, de cor marrom avermelhada, muitas vezes com aspecto encharcado nas margens, recebendo o nome de mancha-chocolate (Figura 2-C).

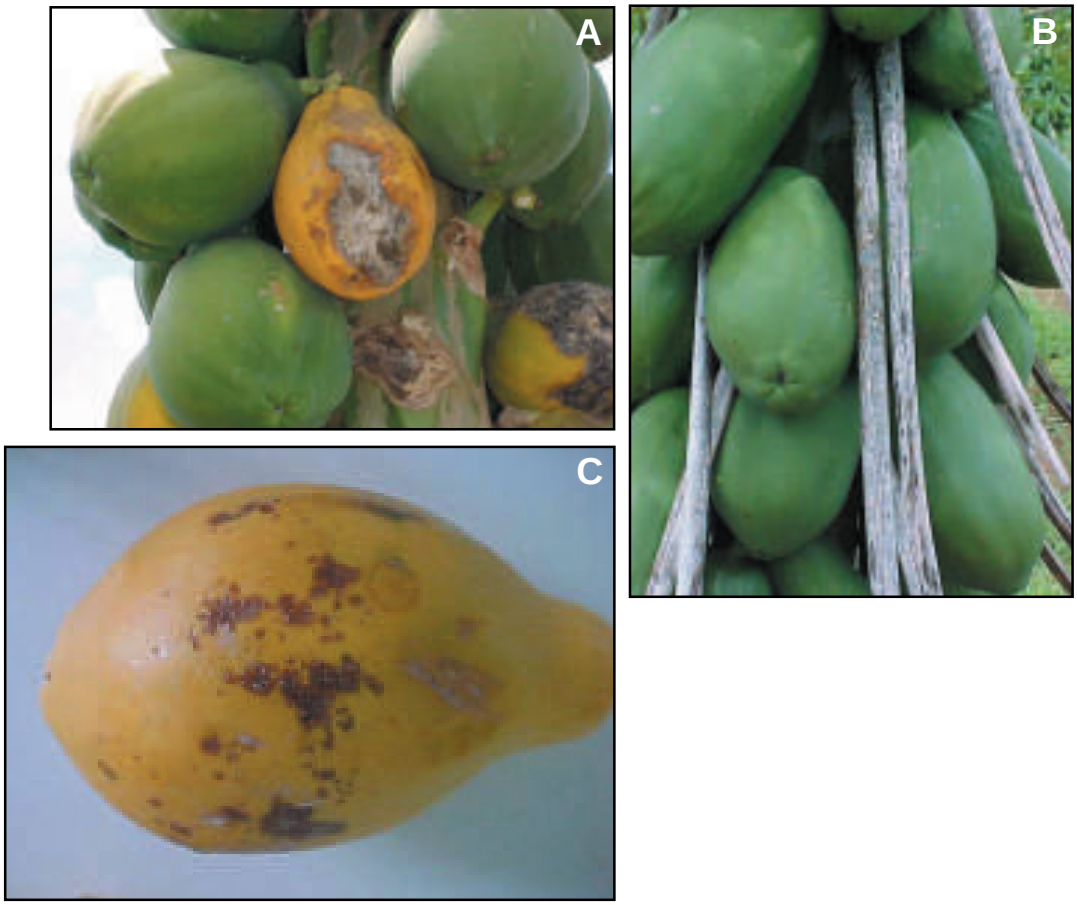


FIGURA 2 – Fontes de inóculo de *C. gloeosporioides* em condições de campo. Frutos com lesões de antracnose (A); lesões em pecíolos de folhas de mamoeiro com formação de peritécios de *Glomerella cingulata* (B); sintoma da mancha-de-chocolate em fruto de mamão (C).

Epidemiologia

A infecção geralmente é iniciada no campo, durante os primeiros estádios de desenvolvimento dos frutos, permanecendo o patógeno quiscente até a fase climatérica do fruto, quando são visíveis os sintomas (DICKMAN e ALVAREZ, 1983).

Frutos e folhas senescentes infectados por *C. gloeosporioides*, principalmente os pecíolos, tanto na planta como os que caem no solo, representam importantes fontes de inóculo do patógeno. A produção de ascósporos nos pecíolos das folhas secas tem sido freqüentemente observada, mas a importância da fase sexual do patógeno no ciclo da doença ainda não está esclarecida. No campo, a produção de

conídios ocorre em grande quantidade, principalmente nos pecíolos das folhas senescentes e nos frutos maduros, sendo estes considerados a fonte de inóculo, necessitando, no entanto, de mais estudos para se conhecer a sua importância epidemiológica. As gotas das chuvas e os respingos da água de irrigação são as principais fontes de disseminação do inóculo.

Ao germinarem (6-8 horas), os conídios formam apressórios (10-12 horas), na superfície dos frutos e por ação enzimática, penetram a cutícula, permanecendo em estado latente as hifas subcuticulares até o início da maturação dos frutos, quando voltam a crescer e aparecem os sintomas da doença. Conídios dispersos nas fases inciais do desenvolvimento dos frutos têm menos chances de sobreviver do que os depositados nos frutos já desenvolvidos, onde permanecem e formam as infecções quiescentes ou infectam os frutos após a colheita.

O fim da quiescência do fungo está relacionado à ação de compostos antifúngicos (PRUSKY, 1996), ou à produção de etileno na maturação dos frutos favorecendo a germinação e formação de apressórios de C. gloeosporioides (FLAISHMAN e KOLATTUKUDY, 1994). O mecanismo de quiescência parece representar um caso de co-evolução do patossistema, trazendo vantagens para o patógeno e hospedeiro no ecossistema. Para o patógeno, representa a sua adaptação à fisiologia do hospedeiro, e para o hospedeiro, a resistência ao patógeno, paralisando a evolução da infecção dos tecidos do fruto. Tem como vantagem possibilitar o desenvolvimento das sementes, uma vez que após a maturação do fruto, seria a polpa desintegrada pela ação do patógeno e saprófitas, ocorrendo a liberação das sementes (ARAUZ, 2000).

As condições climáticas que favorecem a incidência da antracnose são a temperatura próxima a 28 ^{o}C, variando de 20 a 30 ^{o}C e a umidade relativa do ar superior a 95% (QUIMIO, 1973). Os conídios necessitam de água no estado livre para germinarem e são liberados dos acérvulos somente quando existe umidade relativa acima de 95%. A severidade da doença depende das condições ambientais, sendo menor em períodos secos e temperaturas mais amenas. No Norte do Espírito Santo, esta condição ocorre normalmente de abril a agosto. Em pesquisas realizadas pelo Incaper, com o monitoramento da doença em frutos no período de julho/1997 a março/1998, a incidência da antracnose manteve-se maior que 70% de setembro a fevereiro. A maior incidência foi registrada nos meses de novembro (94,44%), dezembro (97,22%) e janeiro (100%), sendo os meses de novembro e dezembro os de maior pluviosidade, com precipitação pluviométrica de 292 e 194 mm, respectivamente (COSTA et al., 2002; TATAGIBA et al., 2002a).

Controle

O manejo da antracnose no campo deve começar pela escolha da área, levando-se em consideração o histórico (plantios velhos). Evitar o excesso de umidade e as condições que favorecem o desenvolvimento da doença, bem como observar as práticas culturais, a redução do inóculo, o controle químico e a resistência genética (Figura 3). As medidas adotadas durante as fases de produção e processamento pós-colheita dos frutos (manuseio cuidadoso, assepsia das embalagens e do ambiente, controle da temperatura de armazenamento, uso da termoterapia e quimioterapia), influem na incidência e severidade das doenças, e quando bem manejadas, reduzem significativamente as perdas (BENATO, 1999; VENTURA, 1995; VENTURA e COSTA, 2002). O uso da radiação, UV-C de 0,2 a 2,4 $KJ.m^{-2}$, reduziu a germinação dos conídios, mas não exerceu efeito significativo sobre o crescimento micelial do fungo. A dose de 2,4 $KJ.m^{-2}$ reduziu o diâmetro das lesões, sete dias após o tratamento, mas todas as doses testadas causaram escaldadura nos frutos (CIA et al., 2003).

Práticas culturais

. Adubação equilibrada e manejo da irrigação

Plantas com desequilíbrio nutricional e estresse hídrico tornam-se mais predispostas ao aumento na severidade da antracnose. Em trabalhos realizados no Incaper, constatou-se que doses de boro e cálcio acima do valor requerido pelas plantas, ou seja, 0,77 g de B e 50 g de Ca/planta, contribuíram para aumento de aproximadamente 70% na incidência da antracnose nos frutos, em comparação a doses de 0,06 g de B e 2,5 g de Ca/planta (TATAGIBA et al., 1998a). A incidência nos frutos chegou a atingir 100%, com o teor de boro, na planta, de 50 mg/kg, sendo de 23 mg/Kg o teor médio geralmente requerido.

Em outro experimento, conduzido na Região Norte do Espírito Santo, pelo Incaper, onde se utilizou a irrigação por microaspersão, observou-se uma relação negativa entre as lâminas de água utilizadas e a incidência da antracnose, demonstrando a possibilidade do manejo da irrigação no controle da doença. Com a lâmina com 120% da evapotranspiração, obtida a partir do Tanque Classe A, além de se ter obtido a maior produção de frutos, foi observada a menor incidência da antracnose. Na testemunha, sem aplicação de água, chegou a ocorrer 100% de incidência da doença nos frutos (TATAGIBA et al., 2001; VENTURA e COSTA, 2002).

. Eliminação de fontes de inóculo

Para a sanidade dos pomares, a retirada de frutos maduros e principalmente os infectados e as folhas senescentes, tanto na planta como aquelas que caíram no solo, é um procedimento importante. A eliminação dessas folhas pode contribuir para a redução do inóculo inicial e da incidência da antracnose nos frutos. Pesquisas no Incaper estão sendo desenvolvidas para avaliar a importância dessas fontes de inóculo na incidência da doença nos frutos em pós-colheita.

. Manuseio dos frutos

Recomenda-se evitar ao máximo provocar ferimentos nos frutos durante a colheita, o transporte e armazenamento. Esses ferimentos tornam-se portas de entrada não só para a antracnose, mas também para outras doenças em pós-colheita. Também, não devem ser colocados muitos frutos nas caixas de colheita, no campo, sendo no máximo uma a duas camadas. Depois de colhidos, os frutos não devem ficar expostos ao sol e, ao chegarem ao *packing-house*, devem ser lavados com água, simples ou clorada, para remover detritos e látex. Os frutos armazenados em câmaras frias não devem ficar em temperatura abaixo de 10 ^{o}C, para evitar injúrias causadas pela baixa temperatura e alteração da qualidade pela maturação anormal.

. Sanitização das instalações e dos equipamentos

Desinfestação das caixas, dos equipamentos e das instalações de armazenagem é uma prática muito importante para eliminar as fontes de inóculo. Na casa de embalagem, a assepsia deve ser assegurada, podendo-se usar amônia quaternária ou hipoclorito de cálcio, e os frutos provenientes dos pomares devem ser lavados e desinfestados com solução de cloro ajustada para 70-100 ppm e pH de 6,0-7,5.

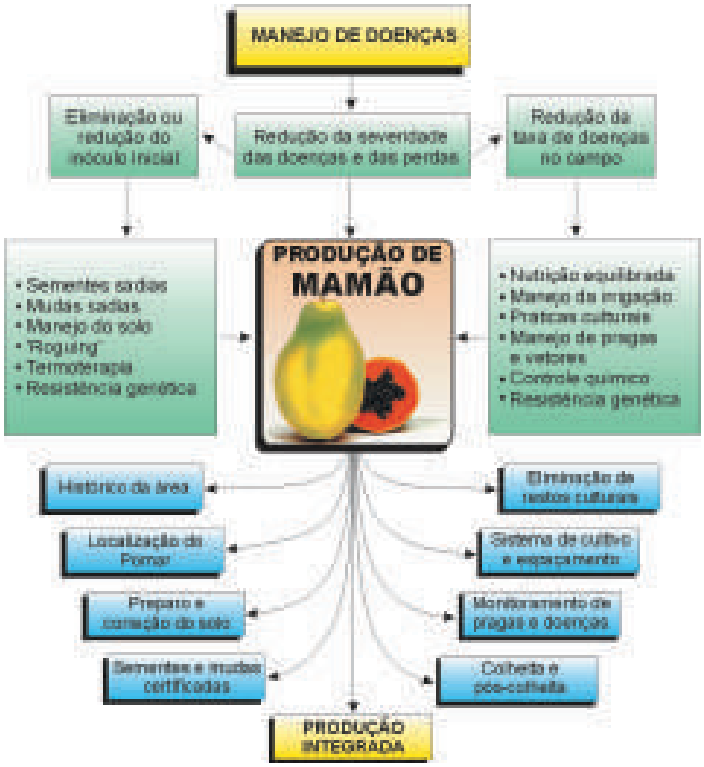


FIGURA 3 - Representação das táticas de manejo das doenças do mamoeiro, visando a eliminação do inóculo inicial e a redução da taxa de progresso das doenças no campo e em pós-colheita, atendendo a produção integrada de frutas com qualidade (VENTURA e COSTA, 2002).

Controle químico no campo

Apesar de os sintomas da antracnose serem observados principalmente durante as fases de transporte e armazenamento, o controle da doença deve-se iniciar no campo, realizando-se as pulverizações durante o período de frutificação, atingindo flores, frutos novos e, nos estádios mais desenvolvidos, combinando-se posteriormente com os tratamentos pós-colheita. O intervalo de aplicação depende do monitoramento da doença e das condições climáticas predominantes na região produtora, variando de 7 a 28 dias, sendo geralmente de 14 dias. Poucos fungicidas utilizados pelos produtores estão registrados oficialmente no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Tabela 1), devendo-se obedecer à legislação nacional e também às exigências dos países importadores, que normalmente seguem as normas do Codex (FAO/WHO) e da EPA (EUA). No Norte do Espírito Santo, pulverizações quinzenais e mensais desses fungicidas, no período de um ano, proporcionaram níveis de controle

da antracnose, que variaram de 16 a 73%, 12 a 51% e 8 a 48%, respectivamente (TATAGIBA et al., 1997). Esses resultados são semelhantes aos obtidos em outras regiões produtoras do mundo, onde o mancozeb foi o mais eficiente, mas não diferiu estatisticamente do captan e chlorotalonil (SOLANO e ARUZ, 1995).

Poucos fungicidas estão registrados oficialmente para uso em mamão (Tabela 1). Os ditiocarbamatos, entre eles o mancozeb, são eficientes no controle da doença, mas devido à produção do etileno–tioreia (ETU), têm tido restrições em alguns países, principalmente nos Estados Unidos. Outros fungicidas têm sido usados no controle da antracnose, no entanto os produtores devem estar atentos para a necessidade do registro oficial desses fungicidas e sempre alternar os princípios ativos. A resistência de *C. gloeosporioides* ao benomyl já foi detectada no Norte do Espírito Santo (VENTURA e BALBINO, 1995), comprometendo a utilização desse fungicida. Não existem ainda relatos da resistência de *C. gloeosporioides* ao prochloraz, mas como já foi verificada a resistência em outros fungos, e tendo em vista que este fungicida pode ser usado em tratamento pós-colheita dos frutos, não é recomendado o seu uso de forma generalizada em pulverizações no campo, procurando-se assim minimizar o risco de selecionar populações do patógeno resistentes ao fungicida. Outros fungicidas estão sendo avaliados experimentalmente, com potencial para o controle da doença, mas ainda não têm registro oficial para o mamoeiro. Como o mamoeiro é uma planta sensível, alguns fungicidas podem provocar fitotoxidez, manifestada por injúrias nas folhas, na casca dos frutos e, em alguns casos mais extremos, retardamento do desenvolvimento, ou mesmo a morte das plantas. Foram relatadas ocorrências de fitotoxidez com os fungicidas pyrazophos (severo desfolhamento), quinometionato e dinocap com lesões foliares (LIBERATO et al., 1999; MARIN e GOMES, 2000). Os fungicidas do grupo dos triazóis, quando usados em doses elevadas, também podem causar fitotoxicidade nas plantas e frutos do mamoeiro.

Tratamento pós-colheita

Além das pulverizações no pomar, deve-se proceder, de forma complementar, ao tratamento pós-colheita dos frutos, como forma de controlar o micélio quiescente nos frutos e protegê-los de infecções secundárias, durante o armazenamento e transporte para os mercados consumidores, principalmente nas épocas mais favoráveis à ocorrência da doença.

. Limpeza dos frutos em água

Os frutos, ao chegarem à casa de embalagem, devem ser lavados em água,

preferencialmente clorada, para que sejam removidos solo e outros resíduos aderidos, podendo também receber um tratamento com cloro para desinfestação. Os pedúnculos devem ser retirados, tendo-se o cuidado de embalar os frutos, quando secos, com a parte do pedúnculo para baixo e embrulhados em papel de seda. Esse procedimento poderá desfavorecer a infecção por *C. gloeosporioides* e outros fungos que causam podridões em pós-colheita. Após a limpeza, os frutos devem ser cuidadosamente submersos em tanques de água quente.

. Tratamento hidrotérmico

O tratamento hidrotérmico consiste na imersão dos frutos em água quente a 48 ^{o}C (± 1 ^{o}C) por 20 minutos, seguida imediatamente de outra imersão em água fria a 8 ^{o}C (± 1 ^{o}C) por igual período (Figura 4). Outros binômios de temperatura-tempo de imersão vêm sendo testados com eficiência no controle das podridões em pós-colheita de mamão, como os binômios 54 ^{o}C por 3 minutos e 66 ^{o}C por 20 segundos. Porém, para fins quarentenários, o tratamento com água quente, prescrito inicialmente, é o que atende às exigências fitossanitárias para a exportação, uma vez que alia também a capacidade de matar os ovos e as larvas da mosca-das-frutas. A principal desvantagem deste tratamento é a necessidade de um sistema de aquecimento com precisão para manter a temperatura da água constante durante os vinte minutos, pois temperaturas inferiores a 47 ^{o}C não exercem o controle desejado e superiores a 49 ^{o}C podem causar escaldadura nos frutos. Apesar de existirem pesquisas com a associação deste método e a radiação gama para controle das doenças em pós-colheita, apenas o tratamento hidrotérmico tem sido utilizado em escala comercial.

O tratamento por dupla imersão (30 minutos a 42 ºC, seguido de 20 minutos a 49 ºC) foi usado no Havaí com excelentes resultados, quando combinado com aplicações regulares de fungicidas no campo (ALVAREZ e NISHIJIMA, 1987). O excessivo aquecimento ou o retardamento no esfriamento dos frutos pode inibir o processo normal de amadurecimento dos frutos, provocando muitas vezes escaldadura, facilitando a colonização por outros fungos, afetando a qualidade comercial dos frutos.

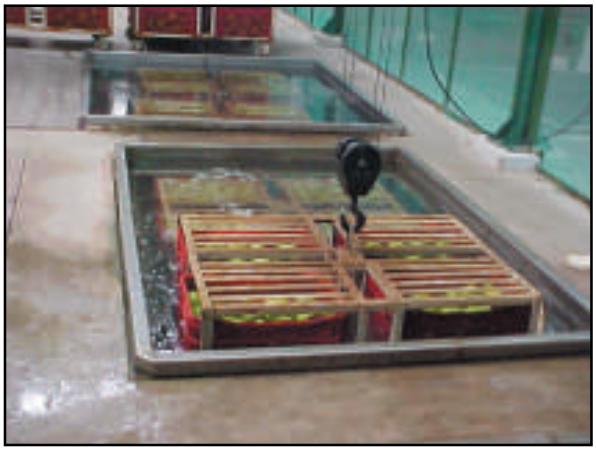


FIGURA 4 – Sistema de tratamento hidrotérmico de frutos de mamão para o controle de doenças em pós-colheita.

No Havaí, Lay-Yee et al. (1998) estudaram o efeito da desinfestação em frutos do cv. Waimanalo Solo, usando em condições comerciais o tratamento com ar forçado em diferentes temperaturas, seguido da aplicação do fungicida prochloraz. Frutos tratados com temperaturas entre 47,5 ºC e 48,5 ºC foram os que apresentaram a menor perda de firmeza da polpa. Temperaturas superiores a 49,5 ºC tenderam a causar perda de firmeza da polpa dos frutos. Esse efeito parece estar associado ao decréscimo da enzima poligalacturonase, responsável pela catalisação da hidrólise das pectinas, componentes da parede celular (CHAN et al., 1981; LAY-YEE et al., 1998). A escaldadura da casca também tende a aumentar com a elevação da temperatura de tratamento, especialmente quando a permanência é superior a 60 minutos. Em geral, o tratamento térmico não altera a incidência das podridões pedunculares, mas foi associado com o aumento de outras podridões, refletindo a redução da resistência dos tecidos dos frutos à infecção por microorganismos secundários. A imersão dos frutos em prochloraz a 0,25%, após o tratamento térmico, reduziu a incidência de podridões sem afetar a qualidade dos frutos (LAY-YEE et al., 1998).

. Tratamento químico em pós-colheita

Nos frutos para exportação, principalmente por via marítima, após o tratamento hidrotérmico, é recomendado um tratamento com fungicida, com o objetivo de aumentar a eficiência no controle das doenças fúngicas. O uso combinado dos dois tratamentos (hidrotérmico e químico) é a alternativa mais vantajosa no controle da antracnose em

pós-colheita, respeitando-se sempre os limites mínimos dos resíduos químicos (Tabela 2). Considerando que o mamão em alguns países, como na Comunidade Européia, é considerada uma fruta exótica, o limite de resíduos permitido é o obtido pela detecção do aparelho, sendo um limitador para a exportação da fruta.

A existência de infecções latentes nos frutos explica o aparecimento da doença em pós-colheita mesmo quando é feita a proteção dos frutos, uma vez que os fungicidas aparentemente protegem os frutos de novas infecções, mas não erradicam as hifas subcuticulares que estão quiescentes (ALVARES e NISHIJIMA, 1987; VENTURA e COSTA, 2002).

Os fungicidas mais eficientes e registrados, utilizados atualmente, são o prochloraz, o tiabendazole e imazalil. O fungicida tiabendazole (200 g p.c./100 L de água) foi usado no Havaí, aplicado na dose de 4-8 g/L com cera de carnaúba (COUEY et al., 1984). Não se devem utilizar doses superiores às recomendadas, para evitar a ocorrência de fitotoxidez na superfície dos frutos e obedecer aos limites de tolerância de resíduos estabelecidos pelos países importadores (LIBERATO et al., 1999; LIBERATO e ZAMBOLIM, 2002). O prochloraz na formulação CE pode causar fitotoxidez nos frutos, quando usado em doses superiores às recomendadas. Alguns triazóis têm apresentado eficiência desta doença, quando associado à termoterapia, mas não possuiem ainda registro para a cultura.

O fungicida benomyl já foi muito utilizado no controle da antracnose do mamão no campo e em pós-colheita, mas trabalhos realizados no Espírito Santo comprovaram a sua baixa eficiência, devido à ocorrência de populações de *C. gloeosporioides* com resistência a esse fungicida (VENTURA e BALBINO, 1995), estando hoje proibida a sua comercialização e utilização no Brasil (MAPA et al., 2003).

Após o tratamento químico, os frutos podem ser imersos em solução de água com cera, na proporção de 1/1, por aproximadamente quatro segundos.

O uso de bloqueadores de etileno, como o 1-metilciclopropeno (1-MCP), vem sendo pesquisado e têm mostrado grande eficiência ao retardar a maturação dos frutos e reduzir a incidência e a severidade da antracnose durante o armazenamento (Figura 5).

O uso de óleos essenciais, principalmente os monoterpenos têm mostrado eficiência no controle do fungo, apresentando potencial para seu uso no controle integrado da doença em frutos. Produtos alternativos como ecolife e outros não têm apresentado eficiência no controle desta doença.

.Resistência genética

Os cultivares comerciais de mamão atualmente plantados são suscetíveis à antracnose, no entanto trabalhos preliminares de pesquisa em laboratório mostraram que o cv. Golden foi mais suscetível que outros cultivares dos grupos Solo e Formosa (RODRIGUES et al., 2001).

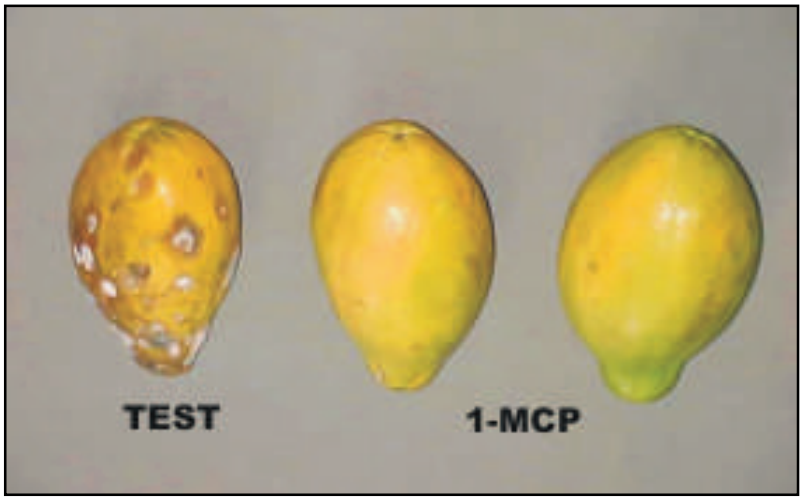


FIGURA 5 – Controle da antracnose em pós-colheita, pelo uso de bloqueadores de etileno (1 - metilciclopropeno). Testemunhas sem o uso do bloqueador de etileno (1 e 2). Aplicação de 90 ppb de 1-MCP (B).

VARÍOLA OU PINTA-PRETA

A varíola ou pinta-preta é a doença mais comum do mamoeiro e ocorre tanto em pomares comerciais como em domésticos, bem como em plantas isoladas em fundos de quintais ou na margem de estradas. Quando ocorre com grande severidade nas folhas, a doença pode afetar o desenvolvimento das plantas, principalmente das mais novas. A importância econômica da doença, porém, é maior quando ocorre nos frutos, onde provoca lesões de diferentes tamanhos, depreciando-os comercialmente, como verificado em alguns pomares no Norte do Espírito Santo e Sul da Bahia, constituindo-se na principal doença foliar da cultura, principalmente quando ocorre na fase inicial da implantação do pomar.

ETIOLOGIA

O agente etiológico da varíola é o fungo *Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl., que apresenta estromas subepidérmicos, erumpentes, formando conidióforos curtos, onde são produzidos conídios equinulados e bicelulares, geralmente isolados, com forma elipsóide, periforme ou clavada, distintamente verrucosos, medindo 14-26 mm x 7-10 mm (HOLLIDAY, 1980).

SINTOMAS

A doença ocorre nas folhas e nos frutos. Nas folhas, na página superior, os sintomas característicos constituem-se de manchas necróticas arredondadas, pardo-claras, circundadas por um halo amarelado (Figura 6-A). Na página inferior das folhas, nas áreas correspondentes às manchas, observa-se o crescimento pulverulento do fungo, de coloração cinza a preta (Figura 6-B). Em alguns casos, observa-se sobre estas um micélio esbranquiçado, que é produzido por um fungo hiperparasita do patógeno. Quando ocorre coalescência das lesões, é comum provocar a senescência e desfolha das plantas. As folhas jovens geralmente não apresentam sintomas. Nos frutos, observam-se inicialmente áreas circulares de aspecto aquoso, as quais, com a evolução da doença, tornam-se marrons, salientes, com pontuações esbranquiçadas, podendo atingir 5 mm de diâmetro (Figura 7). Essas lesões geralmente são epidérmicas e não atingem a polpa do fruto, causando apenas endurecimento da casca na parte afetada.

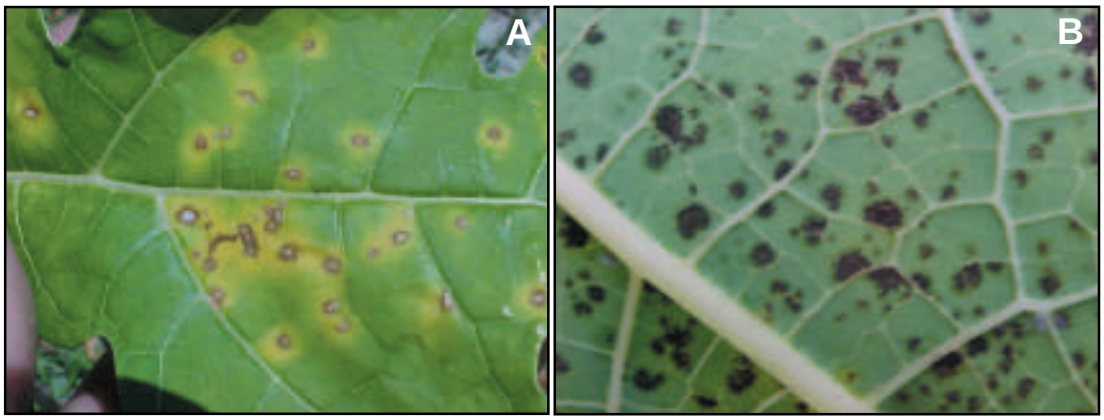


FIGURA 6 – Varíola ou pinta-preta do mamoeiro. Sintomas característicos na página superior das folhas (A) e presença do fungo na página inferior (B).

FIGURA 7 – Lesões de varíola ou pinta-preta em frutos de mamão.

EPIDEMIOLOGIA

A varíola ocorre com maior intensidade em condições de temperaturas entre 23 e 27 ºC, com ventos fortes e altas precipitações pluviométricas. Essas condições favorecem o desenvolvimento das lesões e a dispersão dos esporos das folhas mais velhas, consideradas a principal fonte de inóculo, onde a doença incide inicialmente, disseminando-se posteriormente para as mais novas. A penetração do fungo ocorre pelos estômatos e os sintomas iniciais são visíveis entre 8 e 10 dias após a inoculação (HOLLIDAY, 1980). Os frutos podem ser infectados quando ainda verdes e as lesões resultantes da erupção dos estromas que surgem no início da maturação, liberando novos esporos quando totalmente maduros.

O comportamento epidemiológico apresenta diferenças significativas de incidência e severidade, influenciadas pela época do ano, sendo favorecida a doença pela maior freqüência das chuvas (SANTOS e BARRETO, 2003). A curva epidemiológica da doença em diferentes cultivares mostrou ser o cv. Cariflora resistente e o cv. Sunrise Solo 72/12 muito suscetível, enquanto o grupo Formosa e os cvs. Baixinho de Santa Amália, Sunrise Solo e Santa Bárbara apresentaram comportamento intermediário (SANTOS e BARRETO, 2003). O modelo de Gompertz foi o que possibilitou a melhor transformação dos dados e que mais se ajustou para a análise da evolução da doença.

CONTROLE

Práticas culturais

Visando a redução da fonte de inóculo, devem-se eliminar as folhas mais velhas com alta severidade da doença. Essa prática pode ser simultânea à operação de desbrota, que se inicia, em geral, aos 30 dias após o transplantio das mudas.

Controle químico

As pulverizações com fungicidas para o controle da varíola devem ser iniciadas logo que forem observados os primeiros sintomas da doença, quando as plantas ainda estão na fase inicial de crescimento. No monitoramento das plantas, devem ser observadas as folhas mais velhas, onde ocorrem inicialmente as lesões. Os cinco primeiros meses após o plantio, quando as plantas são mais suscetíveis, são o período mais crítico para o controle da doença nas folhas, sendo influenciado pelas condições climáticas. Porém, em condições climáticas altamente favoráveis à doença, principalmente com períodos de chuva prolongados, os fungicidas do grupo dos triazóis e as estrobilurinas devem ser utilizados, por sua maior eficiência observada em avaliações experimentais. Ainda em condições experimentais, os fungicidas tiofanato metílico mais captan (35+80 g/100 L de água) e o tiofanato metílico (52,5 e 70,0 g/100 L de água) controlaram eficientemente a doença (CELOTO et al., 2003). O intervalo de aplicação desses fungicidas varia de acordo com o monitoramento da doença, as condições climáticas e o manejo do pomar. Em períodos mais secos do ano, o intervalo entre as pulverizações pode ser de até 30 dias. Caso não seja realizado um controle eficiente da doença nas folhas, torna-se difícil o seu controle na fase de frutificação, ocorrendo perdas significativas na qualidade comercial da fruta como verificado em algumas lavouras .

OÍDIO

O oídio do mamoeiro é uma doença de ocorrência generalizada, especialmente em viveiros muito sombreados e nos meses mais frios do ano, como se verifica na região Norte do Espírito Santo e Sul da Bahia, entre os meses de junho e setembro. Quando ocorre com alta severidade, a doença pode causar danos nas folhas, afetando a fotossíntese e, conseqüentemente, a qualidade comercial dos frutos, bem como

retardar o desenvolvimento das plantas. No viveiro, pode ocorrer queda total das folhas e até a morte das plantas.

ETIOLOGIA

Foram relatados vários fungos como agentes causais do oídio do mamoeiro: *Oidium caricae* Noack. e *Ovulariopsis papayae* Bilz. (teliomorfo: *Phyllactinia* sp.), ambos da família *Moniliaceae,* e *Streptopodium papayae* e *Phyllactinia caricaefolia*, pertencentes a *Phyllactinioideae* (LIBERATO e ZAMBOLIM, 2002). *O. caricae*, descrito no Brasil desde 1898 e relatado em áreas produtoras de mamão no mundo, apresenta micélio hialino, septado, desenvolvendo haustórios no interior das células epidérmicas do hospedeiro. O conídio é hialino e granular, em forma de "barril" e se forma em cadeias de três a cinco ou mais esporos. Os sintomas da doença observados no Norte do Espírito Santo, no entanto, são semelhantes aos descritos para a espécie *O. papayae*, que apresenta conidiofóros eretos, pluriseptados e originários de hifas cilíndricas (LIBERATO et al., 1996; RIBEIRO et al., 1987). Os conídios são grandes, subclavados e isolados no ápice dos conidióforos. Pesquisas recentes têm, no entanto, associado a doença a uma espécie nova de fungo: *Streptopodium papayae*, presente também nos Estados da Bahia e do Rio de Janeiro (LIBERATO e ZAMBOLIM, 2002). De acordo com confirmação de trabalhos de pesquisa do Incaper, no Norte do Espírito Santo, não tem sido registrada a presença de *Oidium caricae*, mas sua presença foi observada em plantas cultivadas na Região Centro-Cerrana do Espírito Santo (Figura 8-B)

SINTOMAS

Os sintomas causados por *O. caricae* iniciam-se nas folhas, com leve descoloração verde-amarelada de contorno irregular e margens de coloração verde-escura. Com a evolução da doença, as lesões apresentam-se cobertas por uma massa pulverulenta branca, constituída pelas estruturas do fungo (micélio e conídios), presentes nas faces superior e inferior da folha (Figura 8-B). As folhas podem se tornar amareladas (cloróticas), apresentar seca generalizada e, posteriormente, cair. Com exceção das folhas mais jovens, todas podem ser afetadas pelo fungo, sendo as mais velhas as mais suscetíveis. Além das folhas, o patógeno pode, em certas condições, também ser observado no caule, nas flores, nos pedicelos e frutos.

O fungo *O. papayae* causa sintomas semelhantes aos incitados por *O. caricae*. Na página superior do limbo foliar, observam-se áreas cloróticas que evoluem para

manchas amareladas delimitadas pelas nervuras principais, arredondadas, com bordas irregulares, medindo aproximadamente 0,5 cm de diâmetro, que coalescem, atingindo grande área foliar. Na página inferior da folha, é observada uma massa pulverulenta de cor esbranquiçada, correspondendo às manchas amareladas na página superior (Figura 8). Ao contrário de *O. caricae*, esses sinais do fungo ocorrem normalmente na face inferior da folha, sendo raramente observados na face superior.

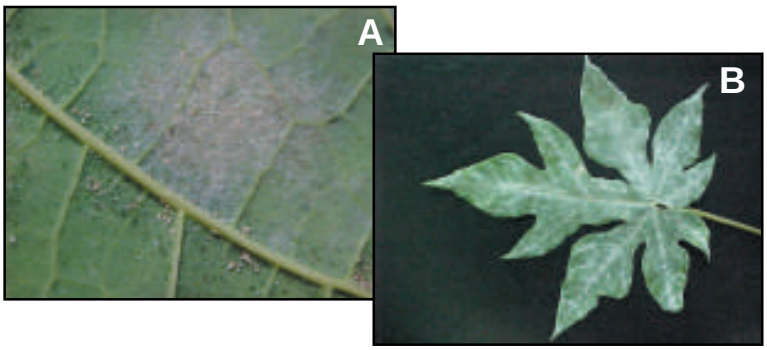


FIGURA 8 – Sintomas do oídio do mamoeiro causados por *Ovulariopsis papayae*, na face inferior da folha (A) e *Oidium caricae* na face superior da folha (B).

EPIDEMIOLOGIA

A doença ocorre principalmente nos meses mais frios e secos do ano, que para a região Norte do Espírito Santo corresponde aos meses de maio a setembro, quando a temperatura média varia de 21a 24 ºC e a umidade relativa do ar é menor que 70%. Para a germinação dos conídios, é necessário um breve período de alta umidade relativa, mas não a presença de água no estado livre. Os esporos são disseminados principalmente pelo vento. A doença é mais séria em pomares com sistema de irrigação por gotejamento ou microaspersão, uma vez que a irrigação por aspersão é desfavorável ao fungo.

CONTROLE

Para ambos os gêneros de fungos causadores do oídio, o controle é realizado pela aplicação de fungicidas específicos. O produto mais utilizado é o enxofre, sendo as pulverizações realizadas com base no monitoramento da incidência e severidade nas folhas, quando as condições climáticas são favoráveis à ocorrência da doença, principalmente se essas condições ocorrem por períodos prolongados.

As pulverizações com enxofre não têm sido eficientes quando os sintomas são severos, ou seja, quando a área do limbo foliar com sinais do fungo é superior a 25%. Esse fato reforça a importância da realização constante do monitoramento da severidade das doenças que ocorrem no pomar. As aplicações com o enxofre devem ser evitadas nos períodos mais quentes do dia, para não causar fitotoxidez em folhas e frutos.

Os fungicidas do grupo dos benzimidazóis, como o tiofanato metílico, triazóis e estrobilurinas têm sido utilizados para o controle do oídio na região Norte do Espírito Santo, porém em algumas condições os benzimidazóis têm sido pouco eficientes. Em plantas no viveiro, em condições experimentais, o fungicida triflumizole (15g p.c./ 100 L), um imidazol, foi eficiente no controle do oídio do mamoeiro, no entanto no este fungicida foi menos eficiente, mas não diferiu significativamente do enxofre (TATAGIBA et al., 1998c). O uso de produtos alternativos como o bicarbonato de sódio e a calda sulfocálcica, apresentam eficiência para o controle da dença. Em relação à calda sulfocálcica, deve-se ter cuidado na aplicação, principalmente em relação à formulação, dose, estádio fenológico da planta e horário de pulverização, para evitar fitotoxidez e manchas nos frutos.

MANCHA-FOLIAR-DE-ASCOCHYTA OU QUEIMA-DAS-FOLHAS E PODRIDÃO PEDUNCULAR-DO-FRUTO

A mancha-de-Ascochyta, ou queima-das-folhas, é uma doença que pode provocar perdas de aproximadamente 30% na produção, como já foi observado em alguns pomares da região Norte do Espírito Santo, principalmente em períodos de alta freqüência de chuvas e quando ocorre o desequilíbrio de ácaros (ácaro-rajado), onde as lesões provocadas nas folhas são portas de entrada para o fungo.

ETIOLOGIA

A doença é causada pelo fungo *Phoma caricae-papayae* (Tarr.) Punithalingam (teliom.: *Mycosphaerella* sp. (sin.: *Ascochyta caricae-papayae*), que pode infectar tanto as folhas como os frutos. O agente etiológico foi por muito tempo relatado como pertencente ao gênero *Ascochyta*, mas estudos taxonômicos do patógeno levaram à transferência para o gênero *Phoma*, em virtude da predominância de conídios

unicelulares e células conidiógenas fialídicas, enquanto que em *Ascochyta* os conídios são septados com ontogenia anelídica (HOLLIDAY, 1980; PUNITHALINGAM, 1980). Nas lesões, tanto nas folhas como nos frutos, são formados picnídios glabros e peritécios (100-180 mm x 70-200 mm), característicos do gênero *Mycosphaerella*, sendo esse o seu teleomorfo (ALVARES e NISHIJIMA, 1987) (Figura 9).

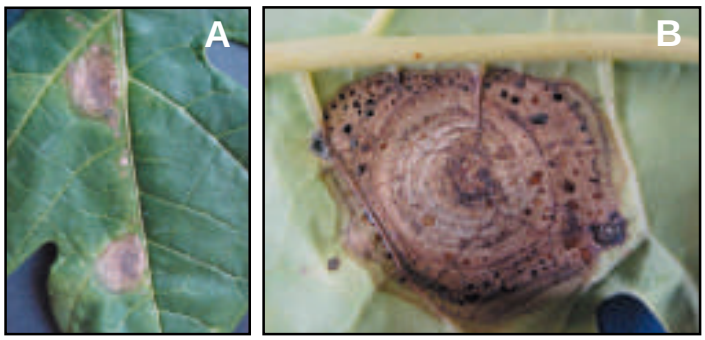


FIGURA 9 – Lesão de *Phoma caricae-papayae* em folha de mamoeiro, evidenciando as camadas concêntricas de picnídios. Página superior da folha (A) e página inferior (B).

O gênero *Phomopsis* também pode ocorrer em mamão com sintomas semelhantes, mas este fungo forma picnídios onde são produzidos dois tipos de conídios, os a conídios (6,4-8,0 x 2,7-3,1 mm), hialinos, fusiformes e unicelulares, e os b conídios, filiformes (13,7-20,0 x 1,0-1,8 mm), enquanto o *P. caricae-papayae* não forma os b conídios.

SINTOMAS

O fungo infecta preferencialmente as folhas mais novas. A penetração é extremamente favorecida pela presença de ferimentos nos bordos do limbo foliar, onde são geralmente observadas as lesões de coloração marrom-escura, arredondadas, cujos picnídios ficam dispostos em camadas concêntricas (Figura 9-A e B). Com a evolução, as lesões ficam com aparência de queima e tornam-se quebradiças, principalmente nas folhas mais velhas. Em estádio mais avançado, quando as condições são altamente favoráveis, a doença pode chegar a provocar severa queima das folhas no ápice do caule, ficando as plantas improdutivas e, em alguns casos, provocando a morte do ápice, que não deve ser confundido com as lesões causadas por insetos, como já observado de forma esporádica no Norte do Espírito Santo.

Nos frutos, as lesões geralmente ocorrem na fase de maturação, próximas ao

pedúnculo, tornando o tecido negro, rugoso e seco, freqüentemente coberto por uma massa esponjosa de cor acinzentada, que tende a aumentar à medida que as lesões envelhecem, com a formação de picnídios separados e embebidos no tecido doente. As lesões evoluem rapidamente da base do pedúnculo para o pericarpo e mesocarpo dos frutos, principalmente após o início da maturação, chegando a afetar as sementes (Figura 10 A e B). A podridão peduncular causada por *Mycosphaerella* sp. incia-se por uma zona translúcida ao redor do pedúnculo, que adquire a cor amarronzada. Com a evolução da doença, a lesão torna-se escura (preta), com aspecto seco, mantendo as margens translúcidas. Nos tecidos do interior do fruto, observa-se a formação de micélio branco, que chega a colonizar a cavidade das sementes. Depois de *C. gloeosporioides*, o fungo *P. caricae-papayae* é considerado o patógeno mais importante em pós-colheita do mamoeiro, relatado também como um dos agentes causadores da podridão-peduncular.

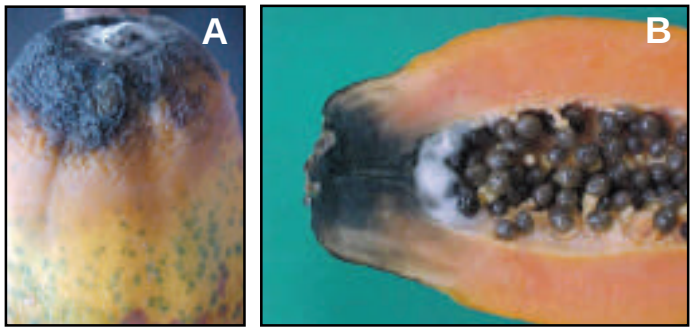


FIGURA 10 – Podridão-peduncular em frutos de mamão do grupo Solo. Colonização dos tecidos da base do fruto (A) e da cavidade interna do fruto (B).

EPIDEMIOLOGIA

As condições climáticas que favorecem a incidência da mancha-de-Ascochyta são temperaturas entre 21 e 26 ºC e alta umidade relativa do ar (>90%). A doença também é favorecida pela ocorrência de ventos fortes (nas folhas), colheita e manuseio dos frutos em pós-colheita, que, causando ferimentos, propiciam a penetração do patógeno. O fungo coloniza folhas senescentes e pecíolos, produzindo abundantes estruturas de frutificação (picnídios) em folhas mortas, servindo como fonte de inóculo no campo. Nas folhas mais velhas, geralmente observa-se queima das folhas associada aos danos causados pelos ácaros tetraniquídeos, principalmente o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* Koch), devido aos ferimentos provocados por este nas folhas, quando as condições de temperatura e umidade são favoráveis.

A infecção por *P. caricae-papayae* pode ocorrer em frutos verdes, mas os maduros são mais suscetíveis, necessitando de um ferimento superficial para iniciar a infecção e de, no mínimo, seis horas de molhamento contínuo (SANCHEZ et al., 1991). A característica de não penetrar diretamente a cutícula (enzimaticamente) tem associado a infecção à presença de injúrias mecânicas nos frutos. Nos frutos verdes, a temperatura ótima para a infecção é de 21 ºC, na presença de água no estado livre; e nos maduros, a faixa de 18 a 24 ºC é a que proporciona o maior desenvolvimento das lesões.

A epidemiologia da doença deve ser mais bem estudada, determinando-se a importância do teliomorfo, dada a quantidade de pseudotécios e peritécios observados nas amostras coletadas de pomares no Norte do Espírito Santo, tanto em lesões das folhas como, e principalmente, nos frutos. Em isolados do fungo cultivados *in vitro* (COSTA, H. e VENTURA, J. A., não publicado), tem-se observado a formação de peritécios, confirmando a característica homotálica do fungo, conforme já descrito por Honda e Aragaki (1983).

CONTROLE

As medidas de controle químico, e principalmente de manejo, recomendadas para o controle da antracnose e da varíola têm apresentado eficiência para o controle desta doença. Pelas características epidemiológicas da doença, o uso da irrigação por aspersão favorece a esporulação do fungo e a sua disseminação no pomar. A remoção das folhas, dos pecíolos e frutos infectados é uma prática recomendada para o manejo da doença. Igualmente, recomenda-se a prevenção de ferimentos nos frutos durante a colheita. O fungicida prochloraz, em estudos experimentais, mostrou-se eficiente no controle da doença em pós-colheita, quando foi feita a imersão dos frutos.

Na avaliação da resistência genética, o germoplasma de *C. papaya* e *C. cauliflora* foi suscetível ao fungo. A espécie *C. gaudotiana* (Tr. Et Pl.) foi resistente a *P. caricae-papayae* mas apresentou suscetibilidade ao fungo *C. gloeosporioides* (SANCHEZ et al., 1991).

MANCHA-DE-CORYNESPORA

A mancha-de-*Corynespora*, também conhecida por corinesporiose, pode

ocorrer no caule, fruto, pecíolo e limbo foliar do mamoeiro. A maior incidência da doença é observada em plantas com idade maior que quatro meses e nos meses mais frios do ano, quando são observados um grande número de lesões nas folhas, principalmente as mais velhas, que muitas vezes amarelecem e caem. As lesões nos frutos e no caule ocorrem com uma freqüência bem menor que nas folhas, mas nos últimos anos a incidência nos frutos tem aumentado em todos os cultivares plantados no Espírito Santo, depreciando comercialmente os frutos, principalmente para o mercado externo.

ETIOLOGIA

A doença é causada pelo fungo *Corynespora cassiicola* (Berk. & Curt.) Wei., que produz conidióforos simples, eretos e ocasionalmente ramificados, ligeiramente pigmentados, lisos, septados com até nove proliferações sucessivas cilíndricas (110-850 mm x 4-11 mm). Os conídios são isolados, com forma variável de obclavados a cilíndricos, retos ou curvos, hialinos a pigmentados, tendo geralmente 4-20 pseudo-septos (40-220 mm x 9-22 mm), (Figura 11) sendo presente o hilo escuro em forma de rim (HOLLIDAY, 1980). Em meio de cultura, o fungo desenvolve micélio cinza a marrom-oliváceo, com crescimento superficial e imerso no meio, com ausência de estromas. Isolados de *C. cassiicola* de folhas de mamoeiro no Espírito Santo foram facilmente cultivados em meio de cultura BDA, apresentando ótimo crescimento micelial a 28 ºC (COSTA e VENTURA, Incaper, 2001- dados não publicados). A colonização de folhas velhas de mamão possibilita excelente esporulação do fungo (KINGSLAND, 1985).

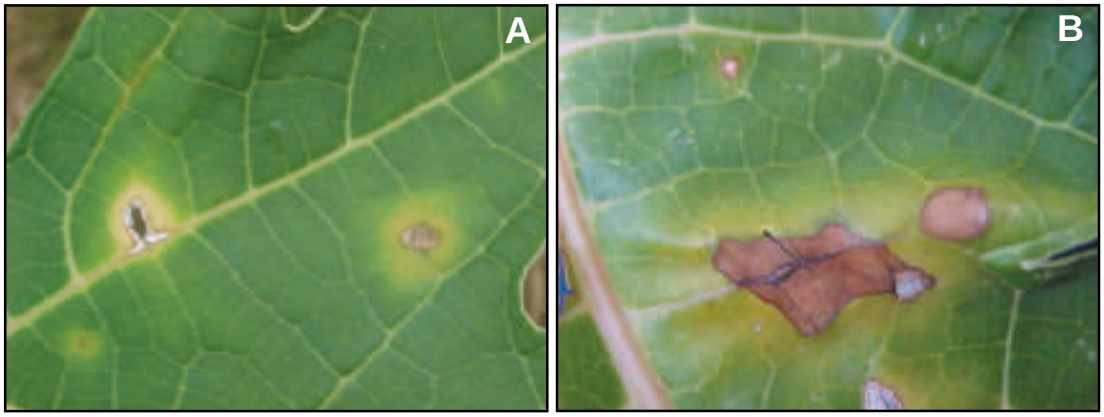


FIGURA 11 – Lesões características de *Corynespora cassiicola* em folhas de mamoeiro. Lesão branca com halo amarelo (A); lesão irregular de coloração marrom (B).

O fungo é relatado como patógeno em mais de 70 espécies de plantas. Isolados de diferentes hospedeiros são morfologicamente similares, no entanto apresentam polimorfismo significativo quando o DNA é analisado por RAPD-PCR, possibilitando separar em um grupo genético os isolados do mamoeiro em relação aos outros hospedeiros, sendo também este grupo não-patogênico para tomate e berinjela (SILVA et al., 1998).

SINTOMAS

As folhas mais velhas são as mais afetadas. Os sintomas diferem bastante em função das condições climáticas e do órgão da planta infectado. No limbo foliar, a infecção ocorre principalmente na fase abaxial (OLUMA e AMUTA, 1999), e as lesões são geralmente pequenas, de 2 a 3 mm, circulares, brancas e circundadas por um halo amarelado (Figura 11-A). Em condições de alta umidade, podem surgir, nas folhas mais velhas, lesões maiores, atingindo 6 mm, irregulares e de tonalidade marrom-clara (Figura 11 B), que em algumas casos levaram a um diagnóstico incorreto da doença, como verificado em pomares de mamão no Norte do Espírito Santo. *C. cassiicola* forma conídios em ambas as faces das folhas, mas a maior esporulação ocorre na face abaxial. A observação da face inferior da folha com uma lente possibilita a visualização dos conidióforos escuros, que são uma importante referência para o diagnóstico da doença. No pecíolo e caule, as lesões são marrom-avermelhadas, com centro escuro, elípticas, medindo de 3 a 5 mm de comprimento, com largura constante de 2mm. Nos frutos, mesmo verdes, aparecem manchas bem pequenas, circulares (1 mm), que podem evoluir rapidamente, atingindo 3 cm de diâmetro (Figura 12). As lesões são deprimidas e com centro escuro, onde são observadas as estruturas do fungo. As lesões podem coalescer, atingindo uma grande área de formato irregular no fruto, que no entanto não devem ser confundidos com os ocasionados pelas manchas fisiológicas.

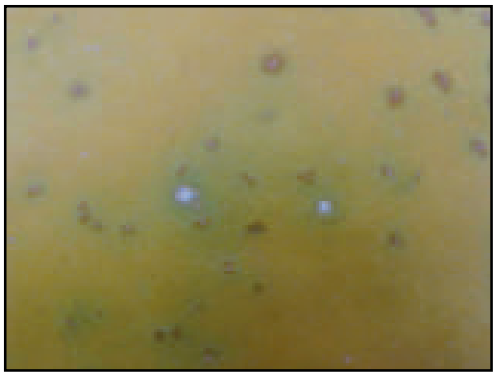


FIGURA 12 - Manchas brancas em frutos de mamão características da infecção por *C. cassiicola*

EPIDEMIOLOGIA

Temperaturas entre 20 e 24 ºC e alta umidade relativa favorecem a infecção pelo patógeno, que é disseminado pelo vento. *In vitro*, a temperatura ótima para o crescimento micelial foi de 28 ºC, ocorrendo drástica redução do crescimento radial em temperaturas superiores a 32 ºC, não ocorrendo crescimento do fungo a 8 ºC e a 40 ºC (MELENDEZ e PIÑERO, 1970). Plantas com estresse hídrico ou nutricional ficam mais predispostas à ocorrência da doença, principalmente o caule delas. O uso da irrigação por aspersão geralmente favorece a severidade da doença, pois forma um microclima altamente favorável à infecção por *C. Cassiicola*. Nas folhas caídas no solo, geralmente ocorre alta esporulação do fungo, chegando a uma média de 44.500 conídios por grama de tecido foliar (KINGSLAND, 1985).

Há uma variação nas reações dos diferentes cultivares de mamão à infecção por *C. cassiicola*. No Brasil, o cv. Tainung 01 apresentou alta severidade da doença nos meses de janeiro e fevereiro, quando a temperatura foi superior a 25 ºC e a umidade alta (ANDRADE et al., 2002).

O fungo *C. cassiicola* tem ampla distribuição geográfica e já foi relatado em mais de uma dezena de plantas, incluindo tomateiro, soja, feijão, mandioca, seringueira e cucurbitáceas. O assa-peixe (*Vernonica cinerea* L.) e a trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.), esta invasora de ampla distribuição geográfica e freqüente em pomares de mamão, foram relatados como hospedeiros de *C. cassiicola* no Maranhão, podendo constituir uma importante fonte de inóculo, principalmente quando as condições climáticas forem favoráveis (CUTRIM e SILVA, 2003; SILVA e SOUZA, 1999).

CONTROLE

Andrade et. al. (2002) não observaram diferenças entre as cultivares Sunrise solo, Improved Sunrise solo 72/12, Baixinho de Santa Amália e Tainung 01 com relação a resistência a esta doença.

Para reduzir a quantidade de inóculo no pomar, recomenda-se a remoção das folhas com alto grau de senescência e altamente infectadas. Os fungicidas dos grupos de ditiocarbamatos e de fitalonitrilas, empregados para o controle das doenças do mamoeiro, têm apresentado eficiência para o controle da mancha-de-Corynespora (VENTURA et al., 2003).

PODRIDÃO-DO-PÉ OU GOMOSE E PODRIDÃO-DOS-FRUTOS

A podridão-do-pé, também conhecida como gomose ou podridão-de-Phytophthora, é relatada em todas as regiões cultivadas com o mamoeiro, ocorrendo principalmente em períodos chuvosos e em solos pesados, excessivamente úmidos e mal drenados. Os danos podem ser observados nas raízes, no colo, nos frutos e na região apical do mamoeiro. Além de causar a morte das plantas, quando provoca podridão severa no colo, a podridão-de-Phytophthora pode também causar grandes perdas quando incide nos frutos, em períodos de chuvas intensas, como observado em várias lavouras na região Norte do Espírito Santo e Sul da Bahia em 1998 e 1999 (Figura 13).

FIGURA 13 – Lavoura de mamão do cv. Sunrise Solo com alta incidência de plantas infectadas por *Phytophthora palmivora*.

ETIOLOGIA

O agente etiológico da doença é o fungo *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler, que apresenta ampla gama de hospedeiros. O patógeno produz esporângios papilados, ovalados, incolores, dentro dos quais são formados zoósporos biflagelados.

SINTOMAS

A doença aparece com maior freqüência no colo das plantas, onde podem ser observadas manchas aquosas, que posteriormente coalescem, apodrecem e anelam o caule, podendo haver exsudação gomosa na área lesionada. Os tecidos parenquimatosos são destruídos, mas os vasculares ficam intactos. Em conseqüência da infecção no colo, podem ser observados sintomas reflexos de amarelecimento de folhas, queda prematura de frutos, murcha do topo, tombamento e morte da planta. Em estádios avançados da doença, as plantas podem ser derrubadas por ventos fortes. Se não houver condições favoráveis, a lesão poderá não se desenvolver, e a planta se recuperar, mas a produção será comprometida.

Normalmente associado à podridão que ocorre no colo, podem ser observados os sintomas de apodrecimento nas raízes do mamoeiro, que ocorrem com maior freqüência até os três primeiros meses após a emergência das plântulas. Os sintomas reflexos causadas pela podridão das raízes podem ser os mesmos observados para a podridão do colo. Com a idade, as plantas tornam-se mais resistentes à infecção nas raízes.

As lesões no caule também podem aparecer na região apical das plantas e na coluna de frutos. Inicialmente, surgem pequenas áreas descoloridas no caule, principalmente onde se localizam os frutos, que em geral caem prematuramente. Essas áreas aumentam de tamanho, circundam o caule e causam a morte da parte superior da planta; em períodos de alta pluviosidade, provocam a morte da planta.

Nos frutos, principalmente os maduros e próximo da maturação, observa-se podridão dos tecidos, os quais ficam recobertos por um micélio branco e cotonoso, recebendo a doença no Espírito Santo o nome de “Papai Noel” (Figura 14).

Figura 14 – Sintomas da infecção de *Phytophthora palmivora* em frutos de mamoeiro do cv. Sunrise Solo, observando-se o crescimento de micélio branco.

EPIDEMIOLOGIA

Phytophthora palmivora pode ser introduzido no pomar a partir de mudas infectadas produzidas em viveiros, onde não foram observados os cuidados fitossanitários, pela água de irrigação e por esporângios disseminados pelo vento. A alta umidade, o calor (28-32 ºC), solos mal drenados e ferimentos constituem fatores importantes para iniciar a doença. Os esporângios e zoósporos podem sobreviver no solo durante períodos curtos, enquanto os clamidósporos, que são as principais estruturas de resistência, podem sobreviver por um período longo, no solo e nos frutos caídos. Quando em água, estes germinam para produzir esporângios e liberar zoósporos, servindo como principal fonte de inóculo para a infecção de raízes nos plantios subseqüentes. A chuva e o vento são importantes na disseminação. Gotas de chuva são necessárias para a liberação dos esporângios da superfície infectada ou do solo. A mobilidade dos zoósporos e a atração pelas raízes do mamoeiro aumentam quando em água livre, aumentando também a severidade da doença.

O patógeno produz grande número de esporângios na superfície dos tecidos doentes, principalmente quando a temperatura é próxima a 25 ºC, constituindo uma importante fonte de inóculo para o desenvolvimento de epidemias. Geralmente, não ocorre a produção de esporângios quando a temperatura é superior a 35 ºC e inferior a 15 ºC. A população microbiana do solo, em especial protozoários, reduz significativamente a taxa de crescimento do patógeno (RAMIREZ et al., 1998).

Em trabalhos experimentais de avaliação da resistência, em condições controladas, a menor evolução das lesões em frutos ocorre no cv. Sunrise Solo, quando em comparação com os genótipos CMF002, CMF007, CMF083 e CMF033, estes dois últimos os mais suscetíveis (LIMA et al., 2000).

CONTROLE

No controle da podridão-do-pé, recomendam-se principalmente as medidas de escape, exclusão e erradicação da doença:

- evitar o plantio em solos excessivamente argilosos, com má drenagem e em regiões com alta pluviosidade. O plantio em camalhões reduz a incidência da doença;
- cultivar o mamoeiro em solo onde o patógeno não foi relatado;
- efetuar a rotação de culturas preferêncialmente com gramíneas;
- utilizar solo esterilizado para semeadura;

- utilizar sementes sadias e tratadas com fungicidas;
- evitar ferimentos nas plantas durante os tratos culturais; e
- remover as plantas e os frutos doentes do pomar.

O uso de matéria orgânica e o enriquecimento do solo com microrganismos, particularmente em viveiros, é uma prática importante para prevenir e reduzir a reprodução do fungo.

Quando as condições forem altamente favoráveis à doença, realizar pulverizações preventivas direcionadas à região do colo das plantas, bem como na coluna de frutos, com fungicidas à base de chlorothalonil ou metalaxil; e proceder à cirurgia no caule, retirando o tecido afetado e tratando o local com pasta cúprica (1 kg de sulfato de cobre + 2 kg de Cal + 10 L de água). Essa medida só é recomendada para lesões pequenas e superficiais. Em caso de ataque somente na região apical da planta que atinge os frutos, devem-se realizar pulverizações com fungicidas específicos para reduzir a perda nos frutos.

No Havaí a podridão de raízes em mudas causada por *P. palmivora* foi manejada no campo, usando-se a técnica de solo virgem, pela qual, nas áreas onde está presente o patógeno, é colocado nas covas de plantio, com 0,30 x 0,10 cm, solo virgem, sem contaminação, protegendo assim as raízes na fase inicial de desenvolvimento (KO, 1987). A incidência da doença em plantas adultas, principalmente durante as estações chuvosas, pode ser manejada com adequada drenagem nos pomares.

TOMBAMENTO

O tombamento ou *damping-off* ocorre geralmente de forma esporádica em plântulas na sementeira ou em sacolinhas nos viveiros, mas pode incidir também em mudas recém-transplantadas no campo.

ETIOLOGIA

Vários fungos de solo são responsáveis pelo surgimento da doença, destacando-se os gêneros *Pythium*, *Phytophthora*, *Sclerotium, Rhizoctonia* e *Fusarium*. Eles podem ocorrer isoladamente ou em associação (RAM et al., 1983). O conhecimento do agente etiológico associado à doença é importante para a escolha do fungicida

adequado ou a tática de controle mais indicada.

Duas espécies de *Pythium* foram registradas para o mamão: *P. aphanidermatum* (Edson) Fitzp., que tem crescimento rápido a 34-36 ºC, quando cultivado em meio de cultura, e *P. ultimum* Trow, que tem o crescimento ótimo em até 28 ºC (HOLLIDAY, 1980). O conhecimento correto do agente causal do tombamento das mudas é fundamental para a escolha das medidas de controle mais eficientes.

SINTOMAS

Os sintomas da doença são observados, inicialmente, pela formação de uma mancha aquosa na região no colo das plântulas, que aumenta de tamanho, provocando a destruição dos tecidos; em conseqüência, ocorrem o tombamento e morte das mudas (Figura 15). No sul da Bahia, o fungo *Pythium* sp. infectou plantas com idade entre 4 e 36 meses, que apresentavam subdesenvolvimento, amarelecimento das folhas e, posteriormente, queda das folhas mais velhas, permanecendo as mais novas na extremidade das plantas e ocorrendo também a mumificação dos frutos. Nessas plantas, o sistema radicular apresentava a morte das raízes laterais, ocorrendo na região de transição entre a parte sadia e a doente uma zona de coloração avermelhada (RAM et al., 1983).

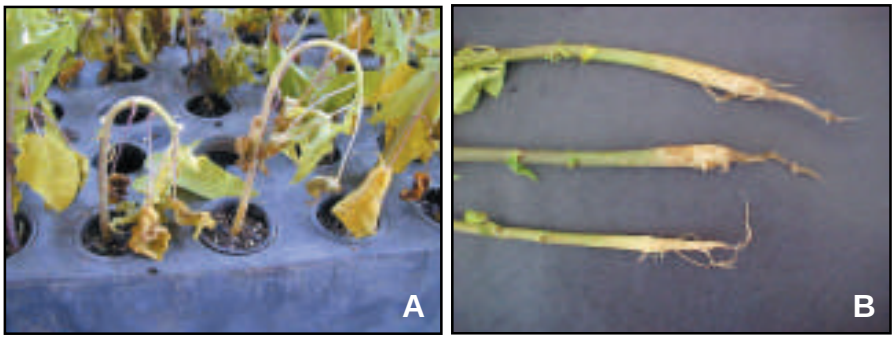


FIGURA 15 – Tombamento de mudas em tubetes (A), observando-se a presença de lesões nos tecidos da base das mudas (B).

EPIDEMIOLOGIA

A incidência do tombamento é favorecida por solos argilosos e mal drenados, aeração deficiente, bem como semeadura densa e muito profunda. Altas temperaturas e períodos chuvosos contribuem para o aumento da severidade da doença quando esta tem como etiologia os fungos *Fusarium* spp. e *Sclerotium rolfsii*, enquanto que

para *Pythium* e *Phytophthora*, as condições de temperatura são menores, geralmente entre 15 a 18ºC. O uso de *mulch* também pode favorecer significativamente a incidência de doença em plantas jovens, independentemente do cultivar (ELDER et al., 2000).

CONTROLE

Várias medidas devem ser adotadas para o controle do tombamento de plântulas, iniciando-se pela escolha do local de implantação do viveiro, que deve ser bem ventilado, livre de encharcamento, com boa exposição ao sol, afastado de estradas e lavouras de mamoeiro e com água para irrigação, seguindo-se as recomendações técnicas para a construção de viveiro.

As sacolas de plástico (transparente ou escuro) devem-se ter, preferencialmente, as dimensões de 9 a 15 cm de largura por 12 a 18 cm de altura, com espessura mínima de 0,06 cm e com 18 a 24 furos na parte inferior, para facilitar a drenagem da água. Sacolas com altura inferior a 12 cm não são recomendadas, uma vez que podem provocar deformação nas raízes no fundo da sacola, comprometendo, posteriormente, o desenvolvimento das plantas. Atualmente vem sendo utilizado o uso de tubetes na produção de mudas, com o uso de substratos comerciais.

O preparo do substrato para encher as sacolas é de fundamental importância, devendo ser composto de duas a três partes de terra de superfície (terriço) peneirada e uma parte de esterco de curral bem curtido e também peneirado. A origem do terriço deve ser os solos areno-argilosos e orgânicos, evitando-se os solos argilosos, que encharcam com rapidez durante a irrigação, prejudicando o desenvolvimento das plantas e predispondo-as à ação dos patógenos responsáveis pelo tombamento. É importante fazer a análise química do substrato e enriquecer a mistura com a adição de fertilizante, geralmente o superfosfato simples e o cloreto de potássio.

O solo da sementeira ou de enchimento das sacolas deve ser esterilizado por fumigação ou via calor. As sementes devem ser tratadas por fungicidas. A irrigação deve ser moderada e com água livre de contaminação.

A temperatura é muito importante para o tempo de germinação das sementes, sendo geralmente de 9 a 18 dias, com temperatura média de 25,4 ºC e de 12 a 21 dias quando for de 23,3 ºC. Nas condições do Norte do Espírito Santo, a germinação tem ocorrido entre 7 e 12 dias durante os meses de outubro a março e entre 12 e 17 dias durante os meses mais frios, de abril a setembro (MARIN e GOMES, 2000). Sementes que germinam 20 dias após o semeio apresentam baixo vigor e desenvolvimento das

plântulas, sendo mais suscetíveis às doenças. No caso de se usar cobertura morta (mulch), esta deve ficar afastada pelo menos 30 cm do caule das plantas (ELDER et al., 2000).

O adubo orgânico deve ser bem curtido e a sua aplicação deve anteceder à adição do adubo mineral. O esterco de curral apresenta o risco de estar contaminado com herbicidas, como o 2,4-D, que é bastante fitotóxico para o mamoeiro.

Quando surgirem os primeiros sintomas de tombamento, recomenda-se fazer um diagnóstico correto da etiologia da doença e, se necessário, utilizar um fungicida específico de acordo com o patógeno envolvido.

OUTRAS PODRIDÕES EM PÓS-COLHEITA

PODRIDÃO-PEDUNCULAR

Além da antracnose, outras podridões em pós-colheita podem ser observadas causando grandes danos em frutos de mamoeiro. A principal delas é a podridão-peduncular, que surge após a colheita na região de corte do pedúnculo, tomando a parte basal do fruto, geralmente no início do amadurecimento. A podridão-peduncular é relacionada principalmente ao fungo *Phoma caricae-papayae,* e posteriormente foi associada também a outros gêneros de fungos, como *Lasiodiplodia* (Sin.: *Botryodiplodia*), *Phomopsis* e, ocasionalmente, *Fusarium*.

Freqüentemente, o principal agente etiológico associado a esta doença tem sido o fungo *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. (sin.: *Botryodiplodia theobromae* (Pat.), que tem crescimento rápido, causando muitas vezes a mumificação dos frutos. Atualmente, sabe-se também do envolvimento de outros fungos com a doença, sendo as espécies *Colletotrichum gloeosporioides*, *Mycosphaerella* sp. (anam.: *P. caricae-papayae*), *Alternaria alternata*, *Stemphylium lycopersici*, *Geotrichum* sp. e *Rhizopus stolonifer* as mais freqüentes. Com exceção dos dois últimos, todos os outros fungos podem iniciar o processo de infecção no campo, causando a podridão-peduncular isoladamente ou em diferentes combinações, após a colheita, durante o transporte e armazenamento dos frutos.

Os fungos responsáveis pela podridão-peduncular podem também incitar lesões em outras regiões do fruto, produzindo manchas ou podridões com sintomas característicos para cada espécie. A seguir, serão descritos os sintomas e outras informações sobre cada uma dessas podridões, com exceção daquelas descritas

anteriormente, causadas por *C. gloeosporioides* e *P. carica-papayae*, já descritas anteriormente.

Mancha-de-Alternaria

A mancha-de-Alternaria caracteriza-se por produzir lesões circulares a ovais, negras, cobertas por uma massa de conídios pretos e, ou, por um micélio branco do patógeno. Os conídios formados em cadeias longas são amarronzados, medindo 20-60 mm x 9-18 mm, com superfície lisa ou verruculosa e com o "bico" curto. As lesões são geralmente restritas à superfície dos frutos e não causam danos aos tecidos do parênquima. O agente causal desta doença é o fungo *Alternaria alternata* (Fries) Keissler, que pode causar danos significativos, especialmente em ambientes secos e após a refrigeração, sendo a temperatura ótima para o desenvolvimento da doença de 25 ºC. A doença raramente é observada em frutos que não sofreram refrigeração. O fungo pode ser encontrado colonizando pecíolos senescentes, de onde os esporos podem contaminar os frutos durante a colheita, constituindo-se assim na principal fonte de inóculo. Os tratamentos químicos nos pomares e o térmico em pós-colheita geralmente são suficientes para o controle da doença.

Podridão-de-Botryodiplodia

O agente causal da doença é o fungo *Lasiodiplodia theobromae* Pat. (sin.: *Botryodiplodia theobromae* (Pat.) Griffone & Maubl., que, apresentando crescimento rápido, geralmente apodrece e mumifica todo o fruto. As lesões causadas pelo patógeno são escuras, com ampla margem de tecido encharcado e superfície rugosa, devido à erupção dos picnídios. Nos tecidos do parênquima infectado, formam-se bolsas com crescimento de micélio. Em um corte longitudinal do fruto, observa-se que o tecido vascular fica escuro, diferindo das infecções por *Mycosphaerella*, em que se torna translúcido, e a de *Stemphylium,* em que se torna marrom avermelhado. Temperatura de 30 ºC e alta umidade relativa são as condições favoraráveis à infecção pelo patógeno, que, ao colonizar a região peduncular dos frutos, desenvolve abundante micélio superficial, de cor cinza, ocorrendo intensa esporulação. Em meio de cultura BDA, o fungo tem crescimento rápido, com a formação de micélio aéreo de aspecto cotonoso, inicialmente branco e posteriormente cinza-esverdeado a preto, havendo a formação de picnídios isolados ou agrupados, sobre estromas escuros (QUEIROZ et al., 1997). Os picnídios são ostiolados, globosos a sub-globosos, e os conídios, inicialmente unicelulares, de parede espessa, hialinos, ovais, com protoplasma granuloso, medindo

geralmente 21,7-30,1 x 11,7-18,3 mm. Quando maduros, ocorre a formação de um septo central tornando-se escuros. O fungo apresenta extensa gama de hospedeiros, e no mamoeiro, além da podridão-peduncular, foi relatado como o agente etiológico da podridão da haste do mamoeiro 'Sunrise Solo' no Estado de Alagoas (QUEIROZ et al., 1997).

Podridão-de-Fusarium

A podridão-de-Fusarium está associada a várias espécies de *Fusarium*, mas a mais comum delas é *Fusarium solani* Snyd e Hans., que ocorre esporadicamente nos frutos de mamoeiro quando eles começam a amadurecer, produzindo lesões pequenas, superficiais e secas, formando posteriormente uma massa de micélio branca e muito compacta. *F. solani* é considerado patógeno fraco em frutos de mamoeiro, requerendo algum fator de estresse ou injúria para o seu estabelecimento. É freqüentemente um invasor secundário, em geralmente associado a lesões de *Colletotrichum* e *Phoma*. A doença é favorecida por condições de alta umidade, sendo a temperatura ótima de 25ºC. As lesões causadas por *Fusarium* são geralmente pequenas, 1,5-2,0 cm de diâmetro, e deprimidas, ocorrendo a formação de micélio branco na superfície delas (RODRIGUES et al., 2001; SAXENA e SHARMA, 1981). Nos períodos muito úmidos e chuvosos, a doença pode causar, no campo, lesões nos frutos que chegam a até 5 cm de diâmetro. Os frutos jovens podem cair, devido à infecção da cavidade interna, através da abertura floral. Frutos colhidos muito verdes que sofrem injúrias durante a sua manipulação são mais predispostos à esta doença.

No México, *F. solani* tem sido relatado como causador de uma podridão no coleto de mudas, principalmente quando algumas condições de estresse ocorrem nas plantas (QUIMIO, 1976).

Podridão-Aquosa

A podridão-aquosa, causada pelo fungo *Phomopsis caricae-papayae* Petr. & Cif., não é freqüente no mamão, mas quando ocorre provoca perdas severas. Inicialmente, é observado um enrugamento do tecido, que depois se torna translúcido, de cor ligeiramente verde-amarelada. Há um amarelecimento da área infectada avançando rapidamente para o interior do fruto, atingindo a cavidade das sementes. A parte infectada pode ser desprendida do fruto com facilidade. Com a evolução da infecção, há formação de picnídios pretos na superfície, iniciando-se no centro da lesão. Nos pincídios, são produzidos dois tipos de conídios: a conídios (6,4-8,0 mm x

2,7-3,1 mm), hialinos, fusiformes e unicelulares, freqüentemente bigotulados e não-septados e os b conídios (13,7-20,0 mm x 1,0-1,8 mm). As dimensões dos conídios diferem dos de *P. caricae-papayae*, que não apresentam os b conídios no hospedeiro. O agente etiológico desta doença muitas vezes está associado com a podridão-peduncular-dos-frutos.

O fungo esporula nos pecíolos das folhas que ficam aderidos às plantas, durante os períodos chuvosos, sendo os conídios dispersos para a superfície dos frutos (NISHIJIMA, 1998c). Assim, as folhas senescentes e mortas devem ser removidas das plantas, no sentido de se reduzir o inóculo nos pomares (VENTURA e COSTA, 2002).

Podridão-de-Stemphylium

A podridão-de-Stemphylium, causada pelo fungo *Stemphylium lycopersici* (Enjoji) W. Yamamoto (sin. *S. floridanum* Hannon & G.F. Weber), coloniza normalmente os tecidos restritos à área do fruto que se encontra ferida. As lesões incitadas pelo patógeno são inicialmente pequenas, circulares, de cor marrom, que posteriormente evoluem adquirindo o formato oval e apresentando as margens avermelhadas a púrpuras. No centro da lesão, são formados conídios verde-escuros e um micélio branco-acinzentado. A infecção por *S. lycopersici* é favorecida pela presença de ferimentos nos frutos muitas vezes causados pelo tratamento térmico ou armazenamento em temperaturas baixas (CHAU e ALVAREZ, 1983b). A temperatura ótima para o crescimento micelial é de 26 ºC e a esporulação ocorre, *in vitro*, entre 10 e 14 ºC, em condições de luz fluorescente contínua, necessitando, no entanto, de 8-10 horas de escuro para formar os conídios, não ocorrendo esporulação em temperaturas acima de 30 ºC (NISHIJIMA, 1998a).

Podridão-de-Rhizopus

A podridão-de-Rhizopus é uma doença comum em pós-colheita, observada durante o armazenamento e transporte dos frutos quando em estádios mais avançados de maturação, mas raramente é detectada no campo. A doença, causada por *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb. ex Fr.) Vuill. (sin.: *R. nigricans* Ehrenb.), pode ocasionar perdas de mais de 50% em alguns embarques. O patógeno apresenta grande capacidade saprofítica e só penetra no fruto através de ferimentos ocorridos durante a colheita e o manuseio em pós-colheita. A colonização dos tecidos ocorre rapidamente, causando uma podridão mole e aquosa que toma todo o fruto. Ao romper a cutícula, o fruto é

recoberto por uma massa de micélio saliente, cinzento, com esporângios macroscópicos pretos. As condições favoráveis ao desenvolvimento da doença são temperatura em torno de 20 a 25 ºC e umidade relativa de 70 a 90%. *Rhizopus*, ao contrário dos outros fungos causadores de podridões pedunculares, dissemina-se rapidamente entre os frutos nas caixas ou mesmo dentro de um contêiner, provocando o apodrecimento dos frutos em poucos dias (ALVAREZ e NISHIJIMA, 1987).

Podridão-Interna ou Carvão

A podridão-interna dos frutos, também chamada de carvão, tem ocorrência esporádica no Norte do Espírito Santo e é causada por fungos que colonizam a cavidade das sementes, onde se forma uma massa de micélio e esporos. Os principais fungos associados à doença são *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp. e *Alternaria* sp., que penetram na cavidade das sementes, através da má-formação floral (região estilar), que se mantém aberta após a floração e o desenvolvimento dos frutos (ALVAREZ e NISHIJIMA, 1987; LIBERATO et al., 1996; VENTURA e SANTOS, 1981).

Os frutos infectados geralmente apresentam maturação precoce e irregular e são, em geral, descartados nas operações de embalagem no *paking-house*. Considerando que a origem da entrada dos fungos seria o não-fechamento da apical dos frutos e que pode ser uma desordem de origem genética, não se recomenda colher sementes de plantas que apresentam o problema. As pulverizações com fungicidas nos pomares reduzem o inóculo dos fungos, fazendo com que a doença tenha uma ocorrência esporádica e de pequena importância econômica.

Controle

Não existem medidas de controle específicas a serem adotadas para as podridões em pós-colheita, sendo geralmente as mesmas recomendadas para o controle da antracnose, com destaque para a sanitização das instalações no *packing-house* (ALVAREZ e NISHIJIMA, 1987). O tratamento hidrotérmico a 48 ºC por 20 minutos também tem sido eficiente no controle destas doenças (NISHIJIMA, 1998a).

TABELA 1 - Fungicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para o controle das doenças fúngicas do mamoeiro.

Nome Técnico	Nome Comercial	Classe Toxicológica	Doenças[1]	Observações
Chlorothalonil + oxicloreto de cobre	Dacobre PM	II	1,2,4,5,6,7	Pulverizar de acordo com monitoramento ou preventivamente nas folhas e desde o início da frutificação.
Difenoconazole	Score	I	2	Pulverizar de acordo com monitoramento nas folhas.
Enxofre	Kumulus DF	IV	3	Dirigir as pulverizações à página inferior das folhas e aplicar nas horas mais frescas do dia. Incompatível com dinitros e produtos alcalinos e óleos. Pode causar fitotoxidez nas plantas.
	Kumulus DF-AG		3	
	Sulficamp		3	
Imazalil	Magnate 500 CE	I	1,2	Perigoso para o meio ambiente
Mancozeb	Manzate 800	III	1,2,4	Pulverizar de acordo com o monitoramento ou preventivamente nas folhas e desde o início da frutificação. Incompatível com produtos alcalinos.
	Manzate GRDA		1,2,4	
	Persist SC		1,2,4	
Mancozeb + oxicloreto de cobre	Cuprozeb PM	III	1,2,4	Pulverizar de acordo com o monitoramento ou preventivamente nas folhas e desde o início da frutificação. Evitar pulverizar com temperatura muito alta.
Maneb	Maneb 800	II	1,2	Pulverizar de acordo com o monitoramento ou preventivamente nas folhas e desde o início da frutificação. Incompatível com produtos alcalinos.
Oxicloreto de cobre	Agrinose	IV	1,2	Pulverizar de acordo com monitoramento da doença ou preventivamente nas folhas e desde o início da frutificação. Adicionar espalhante adesivo. Algumas formulações são incompatíveis com calda sulfocálcica, enxofre cálcico TMTD, dicloran, polissulfeto de cálcio, cloropropilat, DNOC, carbamatos e ditiocarbamatos.
	Cobox		1,2	
	Hokko Cupra –500		1,2	
	Propose		1,2	
	Ramexane 850 PM		1,2	
	Reconil		1,2	
	Recop		1,2	

Fonte: Martins et al. (2003).

(1) Fungicida avaliado experimentalmente para as doenças: 1. antracnose, 2. varíola, 3. oídio, 4. queima-das-folhas, 5. mancha-de-Corynespora, 6. podridão-do-pé, 7. tombamento, 8. podridões em pós-colheita.

TABELA 2 – Princípios ativos de fungicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para o controle de doenças do mamoeiro, período de carência e limites máximos de resíduos (LMRs).

Princípio ativo	Período carência (dias)	LMR
chlorothalonil	7	0,1
difenoconazole	14	0,1
enxofre	LE[1]	LE
imazalil	3	1,0
mancozeb	3	3,0
maneb	3	3,0
oxicloreto de cobre	LE	LE
óxido cuproso	LE	LE
prochloraz	ND[2]	1,0
pyraclostrobin	7	0,1
thiabendazole	ND	6,0
tiofanato metílico	14	0,5

Fonte: MAPA et al., (2003).

[1]/ LE = Legislação Específica para a contaminação em alimentos *in natura*, quando aplicável.

[2]/ ND= Não determinado devido à modalidade de emprego.

DOENÇAS CAUSADAS POR VÍRUS

MOSAICO DO MAMOEIRO

O mosaico, também conhecido como mancha-anelar, é uma das mais importantes doenças do mamoeiro, sendo um dos fatores limitantes do desenvolvimento da cultura. No Brasil, a doença foi registrada na década de 30 (BITANCOURT, 1935), e a partir dos anos 60 o mosaico tornou-se o principal problema fitossanitário da cultura no Estado de São Paulo, o qual determinou a migração da cultura para outros Estados do País. As perdas são muito altas quando não se faz o roguing das plantas doentes, tão logo apareçam os primeiros sintomas (COSTA et al., 2000; LIBERATO et al., 1994).

ETIOLOGIA

O mosaico do mamoeiro é causado por um vírus da família Potyviridae, Gênero

Potyvirus, cujas partículas flexuosas medem 760-800 nm de comprimento por 12 nm de diâmetro. O ácido nucléico é constituído por uma fita simples positiva de RNA. O vírus induz a formação de inclusões do tipo cata-vento no citoplasma das células infectadas, o que é típico da família Potyviridae, tendo 10.326 pb e uma organização genômica que consiste em VPg-5', 63K NT, 52K HC-Pro, 46K, 72K CI, 48K NIa, 59K NIb, 35K cp, 3'-ncr e poly (A) (YEH et al., 1992; LIMA et al., 2001). Existem dois biótipos distintos do vírus do mosaico do mamoeiro: vírus do mosaico do mamoeiro - biótipo mamoeiro (Papaya ringspot virus - PRSV-p) e vírus do mosaico do mamoeiro - biótipo melancia (Papaya ringspot virus – PRSV-w). O biotipo mamoeiro infecta o mamoeiro, cucurbitáceas e quenopodiáceas, enquanto que o biótipo melancia infecta apenas as cucurbitáceas, não infectando o mamoeiro, sendo inicialmente referido como vírus do mosaico da melancia (Watermelon mosaic virus 1– WMV-1). Ambos os biótipos dos vírus causam lesões locais em Chenopodium quinoa e C. amaranticolor, plantas usadas como indicadoras de viroses.

Esses biótipos, no entanto, não podem ser separados apenas com base na divergência das seqüências da cp, uma vez que foram inferiores a 12% (SOUZA JR. e GONSALVES, 1999). Comparando as seqüências de nucleotídeos do gene cp de PRSV-p e PRSV-w do Brasil e de outros países, Souza Jr. (1999) demonstrou que a divergência era inferior a 16%. Estudos com 12 isolados de PRSV-p de diferentes regiões geográficas do Brasil também revelaram baixo grau de variabilidade, sendo de 2,7 e 2,81% no nível de nucleotídeos e aminoácidos, respectivamente (LIMA et al., 2001).

SINTOMAS

Os sintomas iniciam-se por um amarelecimento das folhas mais novas, que, posteriormente, apresentam aspecto de mosaico, ou seja, áreas verdes misturadas com áreas amarelas de tonalidades, formas e tamanhos variados, com contorno bem definido resultando em diminuição da taxa de crescimento das plantas e conseqüente redução da produtividade. Nas folhas doentes, podem ocorrer intensas deformações e bolhas, que se caracterizam como áreas elevadas de colocação verde normal em contraste acentuado com o restante da folha, que se encontra amarelado (Figura 16). Os frutos podem apresentar manchas na forma de pequenos anéis concêntricos, bem nítidos, com o centro verde (Figura 17). Em estádios mais avançados, os anéis podem ficar necrosados e esbranquiçados. Na região do caule e nos pecíolos das folhas, podem aparecer manchas irregulares de aparência oleosa, sendo estes sintomas bastante característicos da doença. A copa das plantas doentes torna-se

menor com o progresso da doença, ficando as folhas com o tamanho reduzido e muitas vezes deformadas.

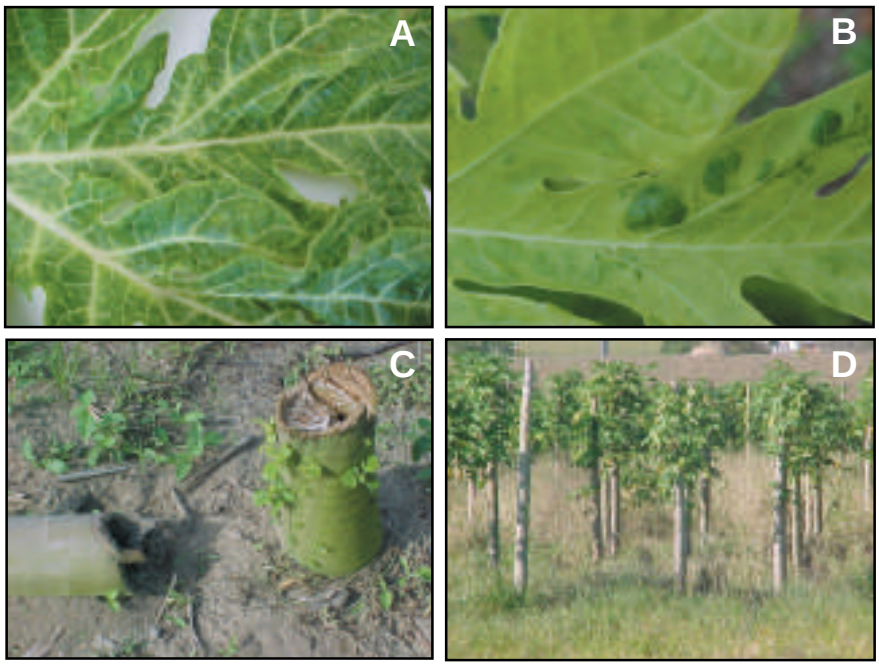


FIGURA 16 - Sintomas do mosaico (Papaya ringsopt virus, PRSV-p) em folhas de mamoeiro (A), observando-se a presença de “ilhas verdes” ou “bolhas”(B). Erradicação de plantas de forma incorreta, ocorrendo brotações doentes que servem de inóculo (C e D).

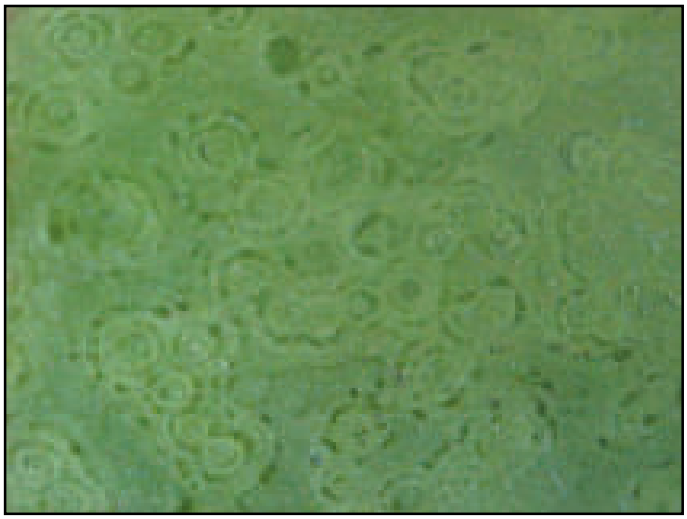


FIGURA 17 - Anéis concêntricos em frutos de mamão do cv. Sunrise Solo, característicos da infecção pelo vírus do mosaico do mamoeiro (PRSV-p).

Deve-se ter o cuidado para não confundir os sintomas do mosaico com os apresentados pelo ataque do ácaro-branco, que são algumas vezes muito semelhantes. No caso da infestação pelo ácaro-branco, as folhas apresentam-se com nervuras mais grossas, malformadas e rugosas, quase que reduzidas apenas às nervuras, e no limbo foliar não são observadas as "ilhas" verdes típicas do mosaico.

A clorose em plantas devida à deficiência de nitrogênio não deve ser confundida com a clorose causada pelo vírus, que neste caso sempre vem associada aos sintomas referidos, além do fato de a clorose causada pela infecção pelo vírus ocorrer principalmente nas folhas jovens, enquanto a deficiência de nitrogênio aparece nas folhas mais velhas.

EPIDEMIOLOGIA

O PRSV-p é transmitido mecanicamente, por enxertia, e naturalmente por afídeos de forma não-persistente, ou seja, o vírus é adquirido e transmitido pelos vetores em um curto espaço de tempo, muitas vezes segundos. No Brasil, pelo menos seis espécies foram comprovadas como transmissoras desse vírus em condições experimentais: *Myzus persicae* (pulgão-verde-do-pessegueiro), *Aphis gossipii* (pulgão-do-algodoeiro), *A. fabae* (pulgão-preto-da-fava), *A. coreopsidis, Aphis* sp. e *Toxoptera citricidus* (pulgão-preto-dos-citrus). Em outros países, vinte e cinco espécies de afídeos já foram testadas experimentalmente e consideradas vetores do vírus (CULIK et al., 2003). Embora os afídeos não colonizem o mamoeiro, são atraídos pela tonalidade clara das folhas, e o vírus é transmitido no momento da "picada de prova" destes, no reconhecimento do hospedeiro. A chuva e o vento são fatores importantes na movimentação dos afídeos dentro do pomar ou entre pomares vizinhos, facilitando a disseminação do mosaico, principalmente quando o roguing não é bem-feito. Na fertilização dos pomares, é muito importante o equilíbrio nutricional das plantas em especial a relação N/K. A deficiência de nitrogênio favorece significativamente a incidência da doença (VALLEJO, 1999).

O PRSV-p pode ser transmitido mecanicamente para outras espécies do gênero Carica e também para diferentes espécies da Família Cucurbitaceae, mas não há evidências de ser transmitido pelas sementes. Este vírus apresenta velocidade de disseminação muito rápida, a partir do primeiro foco da doença, podendo todas as plantas do pomar ser infectadas após um período de 3-7 meses, como observado na Região Serrana do Estado do Espírito Santo. As plantas podem ser infectadas em qualquer fase do desenvolvimento vegetativo, e os sintomas aparecerem entre 2-3 semanas após a inoculação. No entanto, pesquisas desenvolvidas na Índia mostraram

efeito significativo da época de plantio sobre a incidência do mosaico nas plantas (SINGH e SINGH, 1998). Plantas quando infectadas muito jovens não chegam a produzir frutos, mas é rara a morte prematura da planta. Trabalhos realizados pelo INCAPER constatou-se que no estado do Espírito Santo a doença tem ocorrido com maior incidência entre os meses de maio a julho.

CONTROLE

Quando as plantas são infectadas em um pomar, o vírus rapidamente se dissemina, sendo difícil o controle em razão da eficiente transmissão pelos afídeos. Tentativas de controle dos afídeos com o uso de inseticidas também não tiveram sucesso, devido ao modo de transmissão do vírus. A proteção cruzada ou premunização, que consiste na proteção das plantas previamente infectadas por uma estirpe “fraca” do vírus contra as estirpes severas, foi tentada no Brasil e em outros países. É uma medida que tem mostrado resultados limitados no controle da doença, com resultados práticos não-consistentes, uma vez que as pesquisas, promissoras em casa de vegetação, não foram estáveis no campo. Novas pesquisas, no entanto, devem continuar com a seleção e purificação dos vírus das estirpes fracas a serem utilizadas na premunização, uma vez que o insucesso deste método pode estar associado à presença (contaminação) de partículas de estirpes severas junto com as fracas e que acabam por ressurgir após algum tempo de proteção cruzada (LIMA et al., 2001).

Considerando a inexistência de variedades comerciais resistentes ao mosaico, as tentativas de controle por meio do uso de variedade tolerantes e o fato de a proteção cruzada com estirpes atenuadas do vírus não ter apresentado sucesso no controle amplo e duradouro da doença, no Espírito Santo, tem sido possível conviver economicamente com o vírus, adotando-se as medidas preventivas e de manejo da cultura, que visam reduzir a sua disseminação (COSTA et al., 2000; VENTURA e COSTA, 2002), quais sejam:

- realizar vistorias periódicas nos pomares e eliminar as plantas infectadas (roguing) tão logo os sintomas do mosaico possam ser reconhecidos;
- instalar viveiros e pomares o mais distante possível de outros pomares, principalmente se houver ocorrência de mosaico;
- evitar a presença de cucurbitáceas (abóbora, melão, melancia, pepino, maxixe e outras), que são hospedeiras do vírus, bem como de plantas hospedeiras de pulgões, dentro e nas proximidades do pomar;
- realizar adubações equilibradas e manter o pomar limpo, para evitar a formação de

colônias de afídeos nas plantas daninhas;

- evitar o plantio das fileiras no mesmo sentido da ação de ventos predominantes, o que pode favorecer a disseminação dos afídeos dentro do pomar e nos pomares mais próximos;
- eliminar os pomares abandonados, principalmente se estiverem com plantas infectadas pelo vírus; e
- preferencialmente, instalar o pomar em regiões onde ocorre menor população de afídeos transmissores do PRSV-p, pois poderá auxiliar nas medidas de controle dessa doença, especialmente na erradicação das plantas doentes.

Uma vez infectada, a planta não tem cura, mas alguns produtores, no entanto, relutam em cortar as plantas doentes produtivas, principalmente quando o preço da fruta está em alta no mercado. A permanência de plantas doentes no pomar vai aumentar a fonte de inóculo e a dispersão do vírus para as plantas vizinhas, acarretando certamente um prejuízo muito maior, além de contaminar os pomares próximos.

As medidas relacionadas acima, principalmente o roguing com a erradicação sistemática das plantas com mosaico, quando empregada por todos os produtores, proporcionam resultados bastante satisfatórios, constatados no Norte do Espírito Santo, desde quando se implantou a Campanha de Erradicação do Mosaico do Mamoeiro neste Estado, amparada pela Portaria Nº 175 de 25 de outubro de 1994, da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) do Ministério da Agricultura. Pelos artigos 1º e 2º desta Portaria, são declaradas como interditadas, parcial ou total, as propriedades onde o diagnóstico oficial comprove a presença do mosaico do mamoeiro; e é determinada a imediata erradicação de todos os focos da referida doença, com a eliminação das plantas infectadas. No parágrafo segundo do art. 2º, ficam obrigados os proprietários, arrendatários ou ocupantes, a qualquer título, a eliminar, às suas expensas, os pomares abandonados, plantas hospedeiras de pulgões e vírus, dentro e nas proximidades dos pomares, bem como instalar viveiros e pomares o mais distante possível de outros pomares, principalmente se houver ocorrência da doença.

A Campanha, no início, apresentou um caráter educativo, alertando o produtor quanto à necessidade da eliminação das plantas com mosaico tão logo se observem os sintomas e o que está previsto pela legislação. Nas propriedades onde o roguing não estiver sendo realizado, o produtor receberá um Termo de Notificação da ocorrência do mosaico em seu pomar, tendo um prazo para proceder à erradicação. Após o cumprimento do prazo, os técnicos da DFA-ES retornam à propriedade notificada para verificar se o produtor obedeceu ao cumprimento da legislação. Caso contrário,

é lavrado o Auto de Interdição, proibindo-se a saída de qualquer material vegetal da sua propriedade. Se, mesmo assim, não houver adesão do produtor às exigências impostas, é realizada a erradicação compulsória do pomar por ação policial, sendo considerado como contribuinte para a manutenção e difusão do mosaico, o produtor estará sujeito às penas previstas no Art. 259 e seu parágrafo único do Código Penal Brasileiro, pelo crime de difusão de doença.

O resultado positivo da Campanha que viabilizou a continuidade da exploração comercial do mamão no Espírito Santo foi devido à freqüência das vistorias aos pomares pelos fiscais da DFA-ES, em vista da dificuldade de alguns produtores se conscientizarem da importância do roguing no controle da doença, principalmente nos períodos de aumento no preço dos frutos de mamão. Em 1998, de 161 propriedades inspecionadas, 58 (35%) foram notificadas, 21 (13%) interditadas e 3 foram erradicadas compulsoriamente. Dos 5.052 ha de área cultivada com mamoeiro no referido ano, 771 ha (15,3%) foram erradicados. Pelos resultados obtidos em 1999, nota-se que houve maior conscientização dos produtores para cumprirem a legislação (MARQUES JR., 1999), onde, de 168 propriedades inspecionadas, 37 (22%) foram notificadas e apenas 5 (3%) foram interditadas, sendo erradicada neste período uma área de 940 ha (18,7%).

Não foram encontradas fontes de resistência ao mosaico nos cvs. de C. papaya, mas outras espécies, como C. cauliflora, C. pubescens e C. quercifolia, têm resistência ao vírus, no entanto a hibridação interespecífica dessas espécies com C. papaya não tem sido viável devido às barreiras de reprodução interespecífica. Na Austrália, híbridos de C. papaya x C. cauliflora, foram avaliados em casa de vegetação e campo, apresentando resistência a dois isolados australianos do vírus, havendo, no entanto, problemas de sobrevivência e esterilidade em algumas plantas, possivelmente devido à aneuploidia (MAGDALITA et al., 1997). Barreiras pré e pós-zigóticas também têm sido consideradas limitantes para o sucesso dos programas de melhoramento (SOUZA JR. e GONSALVES, 1999). Híbridos de mamão tolerantes ao PRSV-p foram desenvolvidos no programa de melhoramento da Flórida (USA) e Taiwan, mas esses genótipos acabaram se tornando suscetíveis.

Nos últimos anos, têm-se intensificado as pesquisas com biologia molecular visando produzir plantas transgênicas de mamoeiro que expressem resistência ao mosaico em condições de campo. Os primeiros trabalhos para desenvolver um mamoeiro transgênico resistente à doença foram realizados no início da década de 90, através de um projeto cooperativo entre a Universidade de Cornell, a Universidade do Havaí e a empresa UpJohn dos EUA, resultando a linhagem de plantas conhecida como 55-1, que expressa o gene da capa proteica (cp) de um isolado do vírus, obtido

no Havaí (FITCH, et al., 1992). Os clones RO da linha 55-1 mantêm-se resistentes ao PRSV-p e a qualidade dos frutos e as características das plantas são similares à 'Sunset', de onde foi originada (GONSALVES et al., 1998). Nas avaliações de campo, os materiais genéticos transgênicos foram denominados 'UH SunUp' (linha 55-1 homozigota para o gene da capa proteica) e 'UH Rainbow' (híbrido resultante do cruzamento da 'UH SunUp' e o cv. Kapoho, não-transgênico), tendo permanecido resistentes ao vírus e recebido boa aceitação dos produtores de mamão do Havaí, obtendo a aprovação dos órgãos oficiais americanos (APHIS, EPAR e FDA), para cultivo e comercialização (GONSALVES et al., 1998). Essas plantas, apesar de resistentes ao vírus do Havaí, no entanto, quando inoculadas com vírus de outras regiões geográficas, inclusive do Brasil, mostraram-se suscetíveis (LIMA et al., 2001; SOUZA JR., 2000; TENNANT et al., 1994). No Brasil, a EMBRAPA, através do Centro de Mandioca e Fruticultura na Bahia e mais recentemente o Centro de Recursos Genéticos e Biotecnologia, estabeleceu uma parceria com a Universidade de Cornell para desenvolver plantas transgênicas resistentes ao vírus brasileiro, tendo essas plantas apresentado também resistência aos isolados do vírus do Havaí e Tailândia (LIMA et al., 2001; SOUZA JR., 2000).

O mecanismo de resistência dos mamoeiros que expressam a versão não-traduzível do gene cp do vírus é mediado pelo RNA e não pela proteína, sofrendo influência do estádio de desenvolvimento das plantas e da concentração de inóculo, sendo, no entanto, a influência desses fatores minimizada frente aos efeitos da dosagem gênica e do grau de homologia entre o (trans) gene cp e o gene cp do vírus usado na inoculação (SOUZA JR., 2000).

A discussão quanto aos possíveis riscos associados ao uso de transgênicos e organismos geneticamente modificados (OGMs) tem se intensificado nos últimos anos, levantando a preocupação com a biossegurança, principalmente de ordem alimentar e ambiental. O problema da transcapsidação, em que um vírus pode usar a proteína do transgene, tornando-se mais agressivo, tem sido levantado por vários cientistas e merece estudos mais detalhados (KAESUK-YOON, 1999; SWAIN e POWELL, 2001). No caso das plantas de mamão transgênicas desenvolvidas no Brasil, os genes utilizados foram o gene cp, do próprio vírus causador da doença, e o gene marcador nptII, devendo assim a análise de riscos considerar a interação C. papaya x cp x nptII (SOUZA JR., 2000). Como os mamoeiros transgênicos do programa da Embrapa expressam o gene da capa proteica na versão não-traduzível, que não produz a proteína, a heteroencapsidação não deverá ocorrer, no entanto, como não existem estudos com os demais vírus que ocorrem no mamoeiro, esta possibilidade dever ser mais bem avaliada. Do mesmo modo, o fluxo gênico ou transferência vertical do (trans)

gene para outros cultivares e híbridos deve ser considerada, principalmente nos programas de melhoramento genético e produção de sementes. A Embrapa Recursos Genéticos e Bioecologia já desenvolveu mamoeiros resistentes para isolados brasileiros do PRSV-p, mas por questões de biossegurança e direitos de propriedade (patente) dos genótipos, estes cultivares ainda estão sendo avaliados e não é permitida a sua utilização comercial. Possivelmente, no futuro, esses cultivares transgênicos estarão disponíveis para os produtores e poderão oferecer uma solução permanente para o controle do mosaico.

MELEIRA DO MAMOEIRO

É considerada atualmente a doença mais importante do mamoeiro e o principal problema fitossanitário da cultura no Norte do Espírito Santo e Sul da Bahia. A doença caracteriza-se pela intensa exsudação de látex nos frutos, que ao oxidar escurece, tornando-os totalmente inviáveis para a comercialização, além de comprometer o sabor deles. No Norte do Espírito Santo, constatou-se que, enquanto o percentual de plantas erradicadas com o mosaico situava-se em torno de 2%, em lavouras bem conduzidas, o da meleira podia, em média, atingir 20%, durante o ciclo econômico da cultura. Em vários casos, se chegou a registrar incidência de até 100% da doença quando as plantas atingiram entre 12 e 15 meses em fase de colheita.

Inicialmente, a meleira localizava-se em pequenas áreas, mas hoje ela pode ser detectada em quase todos os pomares de mamão do Norte do Espírito Santo e em alguns municípios dos Estados da Bahia, de Minas Gerais, do Ceará, de Pernambuco e do Rio Grande do Norte. Apesar de a ocorrência da meleira ter sido notada pelos produtores desde a década de 70, esse problema não mereceu nenhuma preocupação por parte destes até meados da década seguinte, quando foi relatada a doença causando perdas em pomares comerciais em Teixeira de Freitas, no Sul da Bahia. Embora tenha sido observada desde 1984 no Estado do Espírito Santo, a meleira só foi relatada, oficialmente, em 1989, quando se comprovou, por meio de estudos epidemiológicos, de que se tratava, de fato, de uma doença, com etiologia biótica (RODRIGUES et al., 1989 a e 1989b).

ETIOLOGIA

Inicialmente, atribuíam-se os sintomas da doença à deficiência na absorção de cálcio e, ou, boro resultante da falta de água no solo, ou do desbalanceamento desses elementos no solo (NAKAGAWA et al., 1987; CORREIA, 1988). Com o objetivo

de se associar a meleira a um agente biótico, foram realizados estudos nos quais se monitorou a dispersão da doença em pomares comerciais, os quais indicaram o envolvimento de um patógeno. À luz de microscopia eletrônica, constatou-se que a doença era de etiologia viral, com a presença de partículas isométricas de aproximadamente 50 nm de diâmetro, no látex de folhas, hastes, e frutos de plantas com sintomas de meleira e ocorrência de fita dupla de RNA (dsRNA) - formas replicativas, de aproximadamente $6x10^6$ d, no látex e extrato de folhas e frutos de plantas com sintomas. Cortes ultrafinos dos tecidos revelaram que essas partículas isométricas estavam restritas às células dos vasos laticíferos (KITAJIMA et al., 1993). Estudos posteriores mostraram que os dsRNAs também são encontrados em raízes e flores do mamoeiro, e, inclusive, em concentração maior que em amostras de casca do caule, folhas novas e maduras, hastes foliares e frutos verdes recém-formados (BARBOSA et al., 1999b).

A purificação do vírus de plantas infectadas foi obtida por ZAMBOLIM et al. (2000 e 2003), tendo confirmado a etiologia viral da doença com a inoculação de plantas de mamoeiro sadias que desenvolveram sintomas após a inoculação. Foi confirmada a característica isométrica das partículas com aproximadamente 45 nm de diâmetro, um capsídio composto por duas proteínas com 14 e 28 Kda e um genoma de dsRNA com aproximadamente 12 kbp, sugerindo o nome de Papaya Meleira Vírus – PMeV, pertencendo possivelmente a um novo grupo de vírus (ZAMBOLIM et al., 2000 e 2003).

SINTOMAS

Os sintomas da meleira são exsudação de látex pelos frutos, de uma forma espontânea ou provocada por ferimentos, o qual oxida, tornando-se escuro (Figura 18-A). Em casos severos, a intensa exsudação confere um aspecto “melado” ao fruto, originando o nome da doença (VENTURA et al., 2000). O látex dos frutos da planta com meleira apresenta um aspecto aquoso translúcido, que escorre com maior facilidade do que o de frutos sadios, devido a sua menor viscosidade e dificuldade de coagulação (Figura 18-B). A exsudação de látex também ocorre nas extremidades das folhas mais novas e, com a oxidação, provoca pequenas lesões necróticas de coloração marrom-clara nas pontas, sendo um dos primeiros sintomas a serem detectados nas plantas (Figura 19-A). Estes sintomas, apesar de nem sempre serem observados, permitem a identificação da doença em plantas jovens, devendo-se, no entanto, não confundi-los com as lesões causadas pela queima das folhas provocada pelo fungo *P. caricae - papayae* ou por insetos. Nos frutos, quando em estádio avançado da doença, são observadas áreas irregulares verdes-claras na superfície,

assemelhando-se um pouco aos sintomas de deficiência de micronutrientes, principalmente de boro (Figura 19-B). Deve-se ter o cuidado de não confundir os sintomas da meleira nos frutos com aqueles causados por danos mecânicos. Para tanto, é importante que se observe a viscosidade do látex para se obter um diagnóstico seguro da doença.

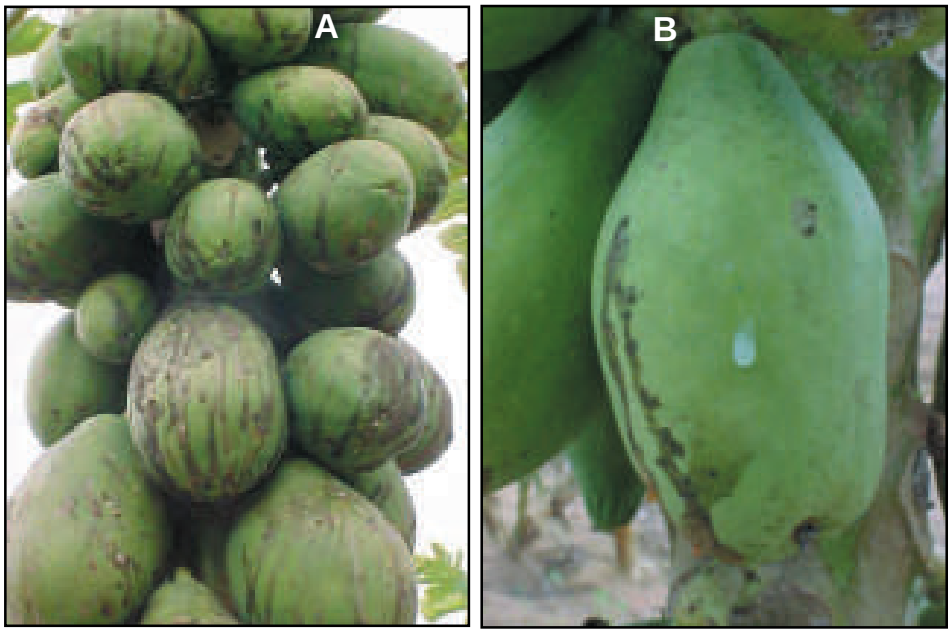


FIGURA 18 – Sintomas da meleira do mamoeiro. Exsudação de látex em frutos (A); Aspecto translúciso do látex em frutos doentes em comparação com o látex de frutos sadios que é leitoso (B).

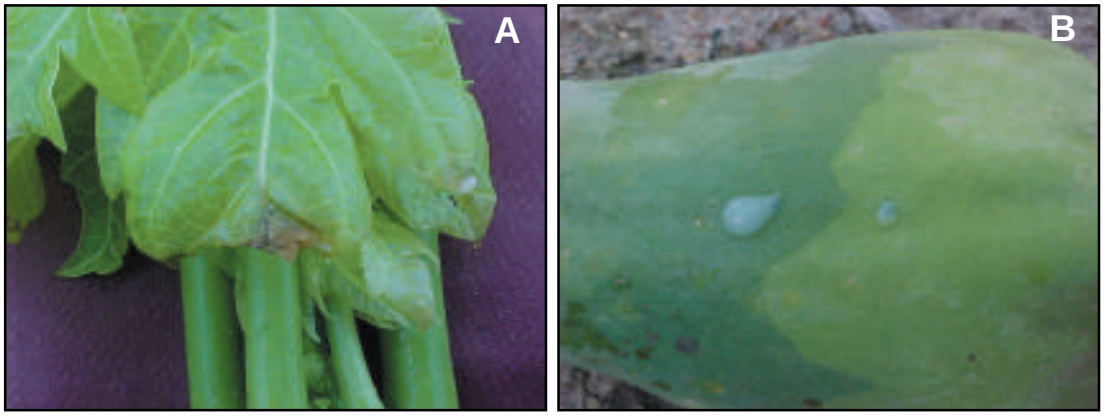


FIGURA 19 – Lesões necróticas causadas pelo vírus da Meleira na extremidade das folhas jovens (A); frutos com manchas provocadas pela infecção pelo vírus em estádios mais avançados da doença (B).

EPIDEMIOLOGIA

O agente causal da meleira foi eficientemente transmitido através da injeção do látex de plantas doentes, no ápice (ponteiro) de plantas de mamoeiro sadio, obtendo-se sintomas da doença em aproximadamente 45 dias após a inoculação. Trabalhos estão sendo desenvolvidos no Incaper em relação a transmissão do vírus em sementes obtidas de plantas com alta severidade da doença. A transmissão mecânica por fricção do látex em plantas de mamoeiro e outras espécies vegetais não foi eficiente, necessitando-se da continuidade de pesquisas sobre a transmissão e hospedeiros alternativos. Estudos recentes mostram uma forte evidência da associação de um vetor à doença. A mosca-branca (*Bemisia argentifolii Bell*. & Perring), também conhecida por B. tabaci biotipo B, foi associada, experimentalmente, em condições controladas, com a transmissão da meleira (VIDAL et al., 2000). Nas plantas submetidas à infestação com a mosca-branca, foi feito o monitoramento mensal da presença de partículas com dsRNA, ocorrendo a detecção seis meses após a infestação e o aparecimento dos sintomas característicos de exsudação de látex nos frutos aos oito meses (VIDAL et al., 2000). No entanto, no Espírito Santo, em estudos com a mosca-branca do mamoeiro, *Trialeurodes variabilis* (Quaintance), estes resultados não foram confirmados em plantas submetidas à infestação com a mosca-branca e monitoradas para a se verificar a presença de dsRNA no látex. O envolvimento de cigarrinhas, principalmente as do gênero Solanasca, também está sendo investigado. A presença de dsRNA, com peso molecular similar aqueles associados à meleira, foi detectada em amostras de gramíneas das espécies *Trichacne insulares* (capim açu) e *Brachiaria decumbens*, presentes em pomares de mamão afetados pela meleira no Sul da Bahia (BARBOSA et al., 1999b). Observações em campo, por meio do acompanhamento e mapeamento mensal da distribuição das plantas doentes, mostraram que a dispersão da meleira foi mantida ao longo das linhas de plantio, apresentando um arranjo agregado das plantas doentes. Essa evidência sugere que possivelmente os tratos culturais, notadamente o desbaste ou raleamento de frutos, sejam responsáveis pela disseminação da doença dentro do pomar, pois essas práticas são normalmente executadas seguindo-se o sentido das filas de cultivo. A maior incidência da doença no Espírito Santo tem sido verificada no período de março a julho.

Frutos de mamão provenientes de plantas infectadas pelo vírus apresentam maior predisposição para a infestação pela mosca-das-frutas principalmente a espécie Ceratitis capitata, possivelmente pela alteração dos níveis de benzil-isotiocianato (BITC), presente nos frutos (MARTINS et al., 1999). Pesquisas desenvolvidas no Incaper mostraram que a presença da mosca só ocorre em frutos de plantas com mais de três meses após o aparecimento dos sintomas da doença, sendo ausente nas áreas

submetidas ao roguing. A execução correta do system approach, nos moldes que vem sendo realizada no Estado do Espírito Santo, torna-se assim uma medida importante na produção de frutos para a exportação, mostrando-se eficiente mesmo nos pomares onde ocorre a meleira.

CONTROLE

As seguintes medidas são recomendadas com o objetivo de diminuir a disseminação da doença, bem como evitar ou retardar sua introdução em áreas onde ainda não foi constatada:

- realizar inspeções semanais nos pomares e eliminar as plantas doentes (roguing), logo que os primeiros sintomas de meleira sejam detectados;
- instalar viveiros e pomares novos o mais distante possível de outros pomares, principalmente com histórico da doença;
- não tirar sementes de plantas infectadas;
- desinfestar todo o material a ser utilizado no processo de desbrota, desbaste de frutos e colheita;
- procurar reduzir ao máximo os ferimentos nas plantas, durante a realização de tratos culturais;
- manejar a vegetação sob as plantas, mantendo as linhas no limpo e roçando nas entrelinhas, procurando, na faixa, diminuir a variabilidade de espécies de plantas daninhas; e
- eliminar as lavouras (doentes ou sadias) no final do ciclo econômico de produção, para eliminação da fonte de inóculo.

A Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, pela Portaria Nº 134, de 17 de novembro de 1997, art. 1º e 2º, determina que as propriedades do Estado do Espírito Santo onde, por diagnóstico oficial, fique comprovada a presença da meleira do mamoeiro serão declaradas interditadas, pelo Ministério da Agricultura; e que os focos da referida doença, tão logo seja lavrado o Auto de Interdição, serão, imediatamente, eliminados com a erradicação das plantas infectadas.

AMARELO-LETAL DO MAMOEIRO

O amarelo-letal do mamoeiro Solo (*Papaya lethal yellowing virus* – PLYV) foi

inicialmente constatado em plantas de mamoeiro no Estado de Pernambuco em 1983. Posteriormente, a doença foi relatada nos Estados da Bahia, da Paraíba, do Rio Grande do Norte e Ceará, sendo um vírus pouco conhecido, mas que se está disseminando no Nordeste brasileiro. Na Bahia, admite-se que a doença tenha sido erradicada, uma vez que nos últimos dez anos não foram observadas plantas com sintomas da doença. Como na maioria dos casos essa virose foi encontrada em mamoeiros individuais ou pequenos pomares domésticos, pouca informação existe sobre sua importância econômica para a cultura. No entanto, com base em relatos daqueles que observaram o problema, acredita-se que o amarelo-letal do mamoeiro Solo poderá trazer grandes prejuízos à cultura se disseminado para as áreas tradicionalmente produtoras do País.

ETIOLOGIA

A doença é causada pelo *Papaya lethal yellowing virus* (PLYV), um vírus de partículas isométricas, com diâmetro na faixa de 29-32 nm e que ocorre em alta concentração nos vacúolos das células dos tecidos das plantas infectadas. Estudos feitos com um isolado obtido de mamoeiros de Natal e Rio Grande do Norte mostraram tratar-se de um vírus constituído por uma fita de RNA monocatenária com aproximadamente $1,6x10^6$ Da, tendo uma única proteína capsidal de 36 Kda (LIMA et al., 2001; KITAJIMA, 1999). Este vírus era relatado como pertencente à família Tombusvirus, gênero Carmovirus, mas estudos mais recentes indicam a possibilidade de pertencer à família Sobemovirus e ao gênero Sobemovirus (SILVA et al., 2000).

SINTOMAS

Os sintomas em mamoeiro Solo iniciam-se com o amarelecimento de folhas jovens do terço superior da copa, que podem cair posteriormente. No pecíolo foliar, observam-se depressões longitudinais, e nas nervuras das folhas da face inferior, lesões necróticas. Nos frutos, ocorre intensa exsudação de látex e murchamento, ocorrendo manchas cloróticas arredondadas. Com a evolução da doença, o ponteiro apresenta-se retorcido e com folhas cloróticas. Finalmente, essas folhas amarelecem, murcham e secam, levando a planta à morte. Em plantas da variedade 'Caiano', os sintomas foliares evoluem do mesmo modo que na variedade Solo. Entretanto, não há retorcimento do ponteiro e morte da planta. Nos frutos, observam-se manchas circulares na casca, inicialmente verde-claras e posteriormente amareladas. A maturação da polpa é retardada e geralmente se apresenta "empedrada" (LIMA et al., 2001; REZENDE e COSTA, 1993).

EPIDEMIOLOGIA

O vírus é transmitido mecanicamente de mamoeiro para mamoeiro. Sementes de frutos provenientes de plantas infectadas foram testadas por meio do teste ELISA – indireto, verificando-se a presença do vírus na superfície delas (CAMARÇO et al., 1997). Esses resultados sugerem a recomendação de não utilizar sementes de plantas doentes, bem como mostram o risco de se introduzir a doença em áreas produtoras indenes. A transmissão entre plantas parece depender de insetos vetores que ainda não foram identificados, no entanto a sua forma de dispersão tem demonstrado baixa eficiência desses vetores. O vírus tem capacidade de sobreviver em solos da rizosfera de plantas infectadas e infectar mudas sadias quando plantadas nestes solos (CAMARÇO e LIMA, 1997), sendo também disperso pela água de irrigação (CAMARÇO et al., 1997).

CONTROLE

Por ser também uma doença pouco estudada, são recomendadas para o controle medidas de âmbito geral, empregadas no sentido de evitar a disseminação do vírus dentro dos Estados onde foi encontrado, bem como evitar ou retardar sua introdução em áreas onde a doença ainda não foi constatada:

- Evitar o trânsito de mudas e sementes entre Estados, principalmente aquelas oriundas dos Estados onde a doença ocorre. Foi determinado pela Portaria n.º 55, de 23 de julho de 1999, da Secretaria de Estado da Agricultura do Espírito Santo, que a entrada e o trânsito, neste Estado, de frutos, mudas, sementes e partes vegetativas de mamão ficam condicionados à apresentação da permissão de trânsito de vegetais, fundamentada em Certificado Fitossanitário de Origem - C.F.O. com a isenção do Amarelo Letal do mamoeiro (PLYV), expedida por órgão oficial ou oficialmente credenciado.
- Erradicar sistematicamente as plantas afetadas, mediante inspeções periódicas, nos pomares.
- Erradicar plantios velhos de mamoeiro, para não se constituírem fonte de inóculo do patógeno.
- Manejar o solo e a irrigação dos pomares levando em consideração a sobrevivência do PLYV no solo.

DOENÇAS CAUSADAS POR NEMATÓIDES

Na cultura do mamoeiro, o nematóide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) e o nematóide reniforme (*Rotylenchulus reniformis* Linford e Oliveira) são os mais importantes, principalmente quando os pomares de mamão são implantados em seqüência a culturas hospedeiras dessas espécies, podendo afetar o desenvolvimento das plantas e causar a formação de galhas no sistema radicular, reduzindo a capacidade de absorção de nutrientes e água (HOLTZMANN e MCSORLEY, 1998). No Espírito Santo, os danos causados até o momento são pequenos e os relatos destes nematóides são restritos a focos limitados, sem importância econômica.

NEMATÓIDE-DAS-GALHAS

Os danos no sistema radicular das plantas dependem da infestação do solo. As larvas penetram no sistema radicular e provocam a hipertrofia dos tecidos (células gigantes), formando as galhas, e a conseqüente redução do sistema radicular, levando a maior sensibilidade das plantas ao estresse hídrico, sendo reduzidos o porte menor e a produção de frutos, os quais apresentam qualidade inferior.

A espécie *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood tem sido a mais freqüente provocando galhas em mamoeiros no Norte do Espírito Santo e nas regiões produtoras de outros Estados. Outras espécies, no entanto, como *M. javanica* (Treub) Chitwood, *M. arenaria* (Neal) Chitwood e *M. hapla* Chitwood, também já foram relatadas infestando o mamoeiro em outros países.

Durante o processo de formação das galhas, as fêmeas ficam sedentárias embebidas nos tecidos da raiz, iniciando a produção de ovos, chegando a mais de 350, mantidos nas ootecas, podendo originar de 14 a 17 gerações em um ano.

Devido à biologia e ao modo de dispersão dos nematóides, o controle preventivo é o mais indicado, associando-se às práticas de manejo. Muitas vezes as mudas infestadas no viveiro só vão manifestar os sintomas tardiamente no campo, em função das condições climáticas, principalmente temperatura, umidade e características físicas e químicas do solo. O uso de matéria orgânica, plantas não-hospedeiras, plantas antagônicas ou supressivas, são alternativas para reduzir a população de nematóides no solo.

NEMATÓIDE-RENIFORME

A infestação por *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira provoca clorose e, em alguns casos, o subdesenvolvimento das plantas. A observação cuidadosa, com o auxílio de uma lente (³ 10x), das raízes lavadas possibilita identificar pequenas lesões e a presença de pontuações semelhantes a grãos de areia nas raízes, que são massas de ovos do nematóide.

A disseminação dos nematóides ocorre principalmente por meio de mudas contaminadas pelos tratos culturais e pelo escorrimento da água da chuva ou irrigação. As fases jovens penetram no córtex das raízes e permanecem sedentárias, com parte do corpo para fora das raízes, adquirindo a forma de rim (reniforme), completando o ciclo geralmente em 25-30 dias. Quando adultas, produzem uma matriz gelatinosa contendo a massa de ovos, que dá a idéia de "grãos de areia", o que é observado no diagnóstico de campo. Os nematóides também provocam lesões no tecido cortical das raízes, podendo servir como porta de entrada para patógenos do solo. Ao se alimentarem nos tecidos das raízes, algumas vezes induzem a formação de células gigantes.

Não existem nematicidas registrados para uso na cultura e as recomendações de controle devem se basear nas práticas de manejo (Figura 3).

DOENÇAS CAUSADAS POR BACTÉRIAS

MANCHA-FOLIAR-BACTERIANA

A mancha-bacteriana foi relatada inicialmente do Estado do Rio de Janeiro em 1955 (ROBBS, 1956). O agente causal da doença é a bactéria *Pseudomonas carica-papayae* Robbs, que é gram-negativa, tem formato de bastonete, com 3-6 flagelos polares, formando colônias em meio Nutriente-Ágar, circulares, planas, de aspecto leitoso e fluorescentes; tem como características bioquímicas não reduzir nitratos, nem produzir amônia, indol ou sulfito de hidrogênio (ROBBS, 1956). A temperatura ótima para o crescimento *in vitro* foi de 23-29 ºC.

Recentemente, no Estado do Paraná, na região de Paranavaí, foi descrita uma bacteriose em plantas tanto no viveiro como no campo, sendo associada com a espécie *Pseudomonas syringae* (FUNADA et al., 1998). Em 2001, foi observada a ocorrência

de uma bactéria em mudas de mamoeiro no Estado do Espírito Santo que apresentavam lesões foliares (Figura 20). Comparando os isolados desta bactéria com *P. carica-papayae*, *P. cichorie* e outros patovares relacionados por Beriam et al. (2003), foi identificado o patógeno como *P. syringae* pv. *tabaci*. Testes moleculares também foram realizados por meio de PCR-RFLP, na região espaçadora 16S-23S DNAr, bem como os perfis de restrição obtidos com as enzimas AfaI, AluI, DdeI, HaeIII, HpII, HinfI, Sau 3AI e TaqI foram idênticos aos apresentados para a linhagem de *P. syringae* pv. *tabaci,* confirmando a identificação (BERIAM et al., 2003). Esses isolados do mamoeiro foram patogênicos ao feijoeiro e fumo.

Inicialmente, as lesões causadas pelo patógeno são diminutas, circulares a angulares e de cor verde-escura e aspecto encharcado na face inferior das folhas (FUNADA et al., 1998). À medida que as lesões se desenvolvem, adquirem tonalidade amarelo-parda ou castanha, forma angular e medem de 3 a 6 mm de diâmetro. As lesões coalescem e formam áreas com tecido necrosado, podendo provocar a morte das plantas, principalmente no viveiro. Na página inferior da folha, no local correspondente à lesão e em condições de alta umidade, verifica-se uma exsudação leitosa constituída pelo exsudato bacteriano.

A doença tem uma ocorrência irregular e é considerada de pouca importância econômica, mas quando ocorre em plantas jovens, principalmente em viveiros, pode causar a morte destas.

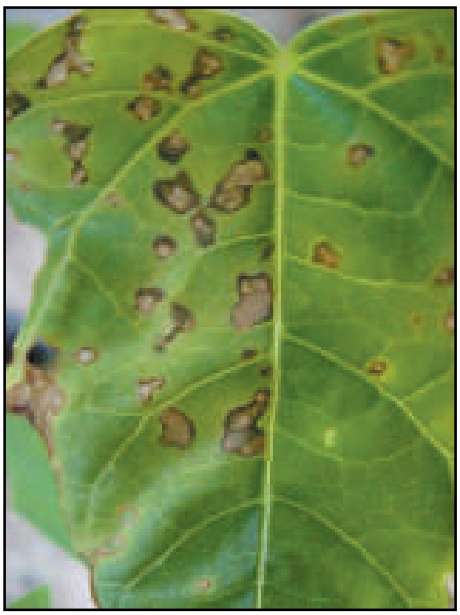


Figura 20 – Sintomas da bacteriose em folha de mamoeiro.

CONTROLE

O controle deve ser preventivo, por meio de pulverizações com produtos à base de cobre e erradicação das plantas doentes. Não se recomenda a utilização de sementes de pomares onde a doença ocorre.

PODRIDÃO DA POLPA DOS FRUTOS

Duas bactérias (*Erwinia herbicola* (Loehnis) Dye e *Enterobacter cloacae* (Jordan) Horn. & Ed.) podem provocar podridão da polpa dos frutos (NESLON e ALVAREZ, 1980), ocorrendo de forma esporádica no Norte do Espírito Santo apenas a podridão-vermelha associada a *E. herbicola*. Os frutos infectados, quando colhidos, não apresentam sintomas externos que os diferenciem facilmente dos sadios, no entanto, quando cortados, observa-se amolecimento da polpa com coloração vermelha intensa, ocorrendo a decomposição dos tecidos, verificando-se em alguns casos a cor vermelha acentuada no tecido vascular junto à cavidade das sementes (Figura 21-A). No campo, antes da colheita, é possível identificar os frutos infectados, eles apresentam maturação precoce (fora de posição) na planta e distribuição irregular da cor amarela na casca, freqüentemente associada a ligeira deformação (Figura 21-B). A podridão amarela causada por *E. cloacae* provoca o amolecimento da polpa, que fica translúcida e com uma cor amarela brilhante a verde-limão. Esta doença ainda não foi relatada no Brasil.

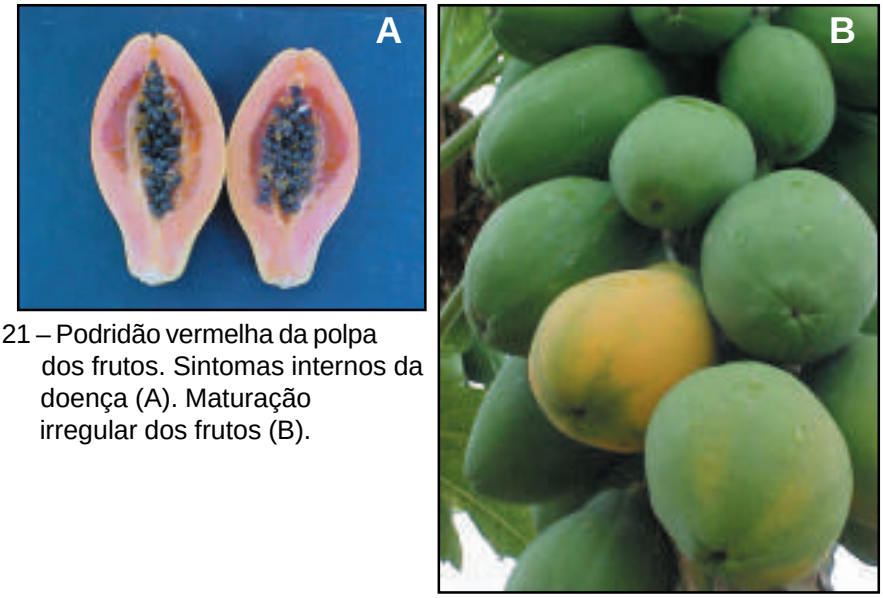


FIGURA 21 – Podridão vermelha da polpa dos frutos. Sintomas internos da doença (A). Maturação irregular dos frutos (B).

Pela sua ocorrência esporádica, estas bactérias têm pouca importância econômica, no entanto frutos infectados podem contaminar os tanques de tratamento térmico, bem como as instalações do *paking-house*, recomendando-se, portanto, a eliminação dos frutos doentes e a sanitização das instalações.

OUTRAS DOENÇAS BIÓTICAS

VIRA-CABEÇA

O vira-cabeça ou necrose-apical do mamoeiro é uma doença que vem ocorrendo no Sul da Bahia e Norte do Espírito Santo, cuja incidência tem aumentado nos últimos anos, principalmente no primeiro ano de desenvolvimento das plantas. Sua etiologia ainda não está esclarecida, mas as evidências epidemiológicas sugerem o envolvimento de um agente infeccioso possivelmente transmitido por insetos. A pesquisa com microscopia eletrônica de partículas virais no citoplasma de células do tecido doente não apresentou resultados consistentes (KITAJIMA, E.W., ESALQ/USP – comunicação pessoal). A avaliação da transmissão mecânica, por insetos e por enxertia, está sendo desenvolvida pelos pesquisadores do Incaper. Na Austrália, uma doença conhecida por dieback, yellow crinkle e papaya mosaic, com sintomas e características epidemiológicas semelhantes, é associada a um fitoplasma e chega a causar perdas que variam de 20 a 100% na produção (GIBB et al., 1996 e 1998; GUTHRIE et al., 1998; WHITE et al., 1997).

SINTOMAS

Os sintomas iniciais da doença são clorose nas folhas (uma ou mais folhas jovens), evoluindo para a necrose apical e curvatura do ápice do caule (Figura 22). Todas as folhas do ápice da planta tornam-se cloróticas, ficando com o seu crescimento comprometido, e posteriormente acabam por secar e cair. Os pecíolos tornam-se mais curtos que o normal e os entrenós da região apical do caule também ficam mais curtos. Nos estádios mais avançados da doença, as plantas ficam sem folhas, com extensa necrose apical e finalmente morrem.

A doença causada por fitoplasma na Austrália também apresenta clorose nas folhas mais velhas, que podem cair. Verifica-se também nas folhas da “coroa” o desenvolvimento de áreas translúcidas nas extremidades e as nervuras principais podem chegar a necrosar, ficando com aspecto de *claw like* (LA RUE et al., 1999). A

produção de frutos é afetada pelo desenvolvimento de uma virescência (esverdeamento das partes florais) e aparecimento de filoidia (transformação das flores em folhas), ocorrendo em alguns casos lesões úmidas (anasarcas) no caule, nos pecíolos e frutos. Esses sintomas não têm sido verificados nas plantas no Brasil.

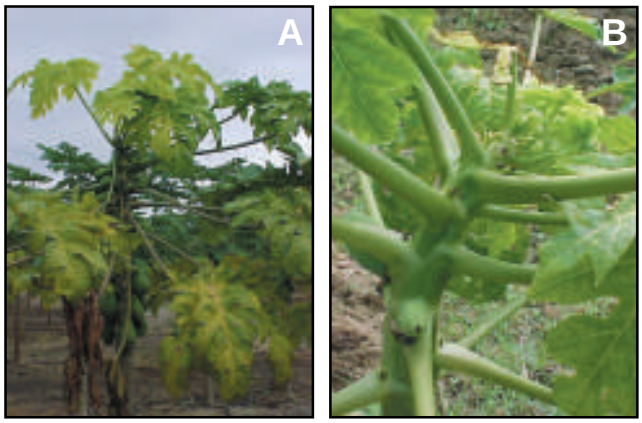


FIGURA 22- Sintoma característico do vira-cabeça em mamoeiro do cv. Sunrise Solo (A). Detalhe da distorção do ápice do caule (B).

EPIDEMIOLOGIA E CONTROLE

A incidência da doença na maioria das lavouras tem sido baixa, mas em algumas o índice tem alcançado valores de 10 a 20%. A maior incidência da doença tem sido verificada entre os meses de junho a agosto. A recomendação de controle tem sido o roguing das plantas que apresentam os sintomas iniciais da doença. Na fase inicial da doença, alguns agricultores realizam o corte do caule a aproximadamente um metro de altura, com o objetivo de aproveitar a brotação da planta para manter o stand inicial do pomar. Essa prática, no entanto, apenas tem mostrado sucesso quando efetuada no início da infecção, torna-se ineficiente nos estádios mais avançados da doença, uma vez que as brotações novas também manifestam os sintomas e a planta acaba morrendo.

DOENÇAS ABIÓTICAS

PENTANDRIA

É uma anomalia genética que pode ser influenciada pelo ambiente e é verificada

em plantas hermafroditas, podendo ocorrer, ocasionalmente, em plantas com flores masculinas. A flor apresenta internamente cinco estames curtos, com os filamentos inseridos em sulcos na parede do ovário. Os frutos desenvolvem-se arredondados ou obovados, muito semelhantes aos formados a partir de flores femininas, mas apresentam cinco sulcos longitudinais bem profundos, o que lhes dá uma característica inconfundível, depreciando-os comercialmente (MARIN e GOMES, 2000).

CARPELOIDIA

As flores agrupam-se de forma anormal, o que é resultado da transformação dos estames em estruturas semelhantes aos carpelos e da fusão destes ao ovário, logo no início do desenvolvimento da flor. Após a abertura, as flores tornam-se distorcidas, originando frutos deformados, conhecidos como “cara de gato” (*face cat*) ou frutos carpelóides (Figura 23).

As flores carpelóides apresentam, antes da abertura floral, formato semelhante ao de uma flor feminina (aspecto de “chama de vela”), mas formada na axila das folhas, o que é uma característica das flores hermafroditas.

Admite-se que seja uma anomalia de origem genética, transmitida pelas sementes, mas induzida por fatores ambientais, como a baixa temperatura, elevada umidade do solo e o excesso de nitrogênio (MARIN e GOMES, 2000; NISHIJIMA, 1998).

FIGURA 23- Sintomas da “cara de gato” em frutos de mamoeiro do cultivar Sunrise Solo 72/12.

SARDA OU MANCHA FISIOLÓGICA DOS FRUTOS

A qualidade dos frutos de mamão produzidos no Norte do Espírito Santo e no Estado da Bahia tem sido seriamente comprometida por um distúrbio conhecido como mancha fisiológica ou sarda dos frutos, referido também na literatura internacional por *Freekles* ou *Freckle spot* (ISHII e HOLTZMANN, 1963; NISHIJIMA et al., 1998). A incidência e a severidade da sarda tem provocado grandes prejuízos para a exportação, com perdas que chegam a 50% dos frutos destinados a exportação, principalmente no período de maio a outubro, afetando a aparência externa da casca e estética da fruta, que fica depreciada visualmente para o mercado *in natura* (Figura 24-A).

A etiologia da mancha fisiológica ainda não é bem conhecida, mas as evidências experimentais apontam para um distúrbio fisiológico (ELOISA et al., 1994; NISHIJIMA, 1998). A temperatura, associada ao défice hídrico, a radiação solar e o estado fisiológico da planta parecem influenciar a incidência e intensidade das manchas. Estas condições estão presentes no período de maior ocorrência da sarda no Norte do Espírito Santo. Para outros frutos, as temperaturas baixas e a limitação da transpiração noturna nos frutos, aumenta o potencial de turgor no pericarpo, causando rachaduras (ALONI et al., 1998). Desordens fisiológicas têm sido associadas a desequilíbrios de cálcio nas células vegetais (BANGERTH. 1979; ZAMBOLIM e VENTURA, 1993), principalmente nos tecidos com taxas respiratórias mais elevadas, havendo um acúmulo de Ca^{++}. Observações no Norte do Espírito Santo evidenciam que plantas mais vigorosas e com melhor enfolhamento, aparentemente sem problemas de défice hídrico têm apresentado menor intensidade de manchas nos frutos, sugerindo que, provavelmente, essas plantas têm maior resistência ao efeito da temperatura nos frutos, sofrendo menos à exposição solar. É sabido que o estresse causado por calor pode provocar uma redução na fotossíntese e respiração das células, bem como a liberação de eletrólitos.

O lado externo de frutos expostos à maior radiação solar apresenta consistentemente maior intensidade de manchas. Esta ocorrência pode ser associada à temperatura em sua superfície, ocasionando lesões celulares e, conseqüentemente, exsudação de látex abaixo da epiderme dos frutos. O aumento na pressão de turgor em condições de amplitudes térmicas (flutuações de temperatura) também pode causar a rotura dos vasos laticíferos no mesocarpo dos frutos, provocando as manchas.

Os sintomas são pequenas manchas superficiais, que vão desde pontuações até 10 mm de diâmetro, com aparência de sardas acinzentadas ou amarronzadas, na casca dos frutos, variando na forma e no número nos frutos (Figura 24 B). São observados apenas nos frutos com mais de 40 dias de idade e intensificando-se na

fase final de desenvolvimento dos frutos, principalmente próximo ao ponto de colheita. As manchas maiores apresentam geralmente coloração mais escura e com minúsculas rachaduras, evidenciando, em alguns casos, nas margens, uma aparência encharcada, podendo coalescer e afetando até 50% da superfície exposta dos frutos. Em pós-colheita, quando os frutos amadurecem, as sardas apresentam coloração esverdeada, contrastando com o amarelo da casca, depreciando-os comercialmente.

Para o produtor, enquanto os trabalhos da pesquisa não são conclusivos, recomenda-se fazer o manejo correto da irrigação, evitando que as plantas sofram estresse hídrico, bem como a fertilização equilibrada, com o balanço adequado dos nutrientes, no sentido de reduzir as alterações na fisiologia da planta. A proteção mecânica dos frutos nas plantas, com sacos de papel ou plástico foi relatada como uma prática que reduziu a incidência das manchas (ELOISA et al., 1994), mas necessita ainda de pesquisas complementares para a sua recomendação em escala comercial nas nossas condições.

Os programas de melhoramento genético mamoeiro também devem incluir a seleção de plantas para este problema, uma vez que são observadas variações entre os genótipos.

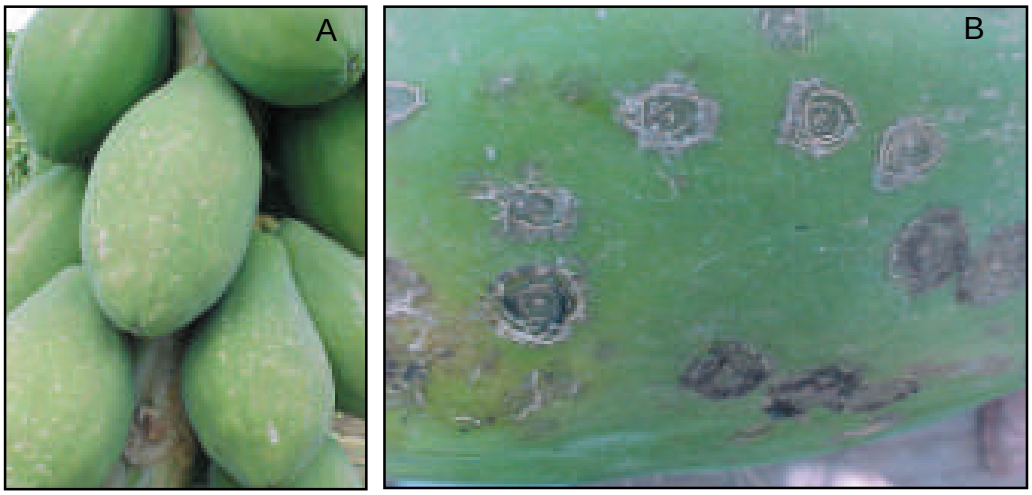


FIGURA 24 – Sintomas da sarda ou mancha fisiológica em frutos de mamão cv. Sunrise Solo. Aparência dos frutos (A); distribuição e forma irregular das lesões (B).

ENCAROÇAMENTO OU DEFORMAÇÃO DOS FRUTOS

É uma desordem fisiológica comum em todas as regiões produtoras de mamão, sendo também conhecida na língua inglesa por *Bumpy Fruit*, e é associada com a deficiência de boro, considerado entre os micronutrientes o mais limitante para a cultura do mamoeiro (OLIVEIRA, 1999). A falta desse elemento induz a planta a produzir frutos com aparência encaroçada, como se tivesse calombos (Figura 25), ocorrendo freqüentemente o escorrimento de látex em diferentes pontos da casca, como resultado da deficiência localizada, paralisando o crescimento do fruto e causando o rompimento dos vasos laticíferos. Esse sintoma, no entanto, não deve ser confundido com o escorrimento de látex causado pela meleira. As sementes dos frutos com sintomas, geralmente, são abortadas ou têm o seu desenvolvimento paralisado, podendo-se observar o escurecimento dos vasos.

FIGURA 25 - Frutos de mamão do cv. Sunrise Solo line 72/12 com sintomas severos de deficiência de boro.

No Havaí, plantas com frutos evidenciando os sintomas de deformação geralmente apresentam níveis de boro nos pecíolos das folhas (calculado na base do peso seco) inferiores a 20 ppm (NISHIJIMA, 1998). No Brasil, o Incaper desenvolveu estudos nutricionais em lavouras de mamão do Norte do Espírito Santo, tendo definido os padrões de macro e micronutrientes no pecíolo e limbo de folhas do mamoeiro, sendo os teores médios de boro no pecíolo de 23,1 ppm na época das águas e 25,2 ppm na época da seca, enquanto que no limbo é de 42,68 ppm e 44,26 ppm, respectivamente, para a época das águas e da seca (COSTA, A. N., Incaper - Comunicação pessoal).

Aplicações de 0,25% do bórax ($Na_2B_4O_7.10H_2O$) ou uma calda de 0,25% de ácido bórico (H_2BO_3) com 17% de B, em pulverização na folhagem, têm corrigido a deficiência deste elemento e os frutos jovens deixam de manifestar os sintomas (OLIVEIRA, 1999; NISHIJIMA, 1998). A aplicação em cobertura no solo, de ácido bórico (aproximadamente 6 g), na projeção da copa, também corrige a deficiência de boro, sendo, no entanto, recomendadas complementarmente as pulverizações foliares. Após as aplicações de boro e ao se observar o desaparecimento dos sintomas nos frutos novos, deve-se fazer uma nova análise foliar, obtendo-se o nível adequado para aquelas condições de produção e cultivar usado, servindo de referência para as análises que devem ser realizadas periodicamente.

REFERÊNCIAS

ALONI, B.; KARNI, L.; RYLSKI, I.; COHEN, Y.; FUCHS, M.; MORESHET, S.; YAO, C. Cuticular cracking in pepper fruit. I – Effects of night temperature and humidity. **Journal Hort. Sci. Biotechnology,** v.73, p.743-749, 1998.

ALVAREZ, A.M.; NISHIJIMA, W.T. Postharvest diseases of papaya. **Plant Disease**, v.71, n.8, p.681-686, 1987.

ANDRADE, J.S.; COSTA, A.F.; TATAGIBA, J.S.; VENTURA, J.A.; COSTA, H. Avaliação da mancha de corynespora em diferentes genótipos de mamoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, 27 (supl.) 78. 2002

ARAUZ, L. F. Mango anthracnosis: economic impactand and current options for integrated management. **Plant Disease,** v.84, n.6, p.600-611, 2000.

BALBINO, J.M. de S. **Efeitos de hidrotermia, refrigeração e ethefon na qualidade pós-colheita do mamão (*Carica papaya*** L.). 1996. 103 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, MG.

BANGERTH, F. Calcium related physiological disords of plants. **Annual Review Phytopatology,** v.17, p.97-102, 1979.

BARBOSA, F.R.; PAGUIO, O.R. Vírus da mancha anelar do mamoeiro: incidência e efeito na produção do mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Fitopatologia Brasileira**, v.7, n.1, p.365-373, 1982.

BARBOSA, C.J.; HARIBE, T.C.; NASCIMENTO, A.S. Detecção de formas replicativas de vírus semelhantes às da meleira em gramíneas de pomares afetados. **Summa Phytopathologica**, v.25, n.1, p. 27, 1999a.

BARBOSA, C. de J.; MEISSNER FILHO, P.E.; HABIBE, T.C.; VILARINHOS, A.D.; MATRANGOLO, W.J.R. Distribuição de formas replicativas de vírus em plantas de mamoeiro afetadas pela meleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.21, n.3, p.256-358, 1999b.

BARBOSA, C.J.; MEISSNER FILHO, P.E.; HARIBE, T.C.; PATROCÍNIO, E.; NASCIMENTO, A.S. Transmissão da meleira do mamoeiro em campo. **Fitopatologia Brasileira**, v.23 (supl.), p.312, 1998.

BARBOSA, C. de J.; MEISSNER FILHO, P.E.; HABIBE, T.C.; PATROCÍCIO, E.; VENTURA, J.A.; MARQUES, O.J. Distribuição de formas replicativas de vírus em plantas de mamoeiro afetadas pela meleira. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 21, Botucatu-SP: FCA/GPF, 1998. **Anais...** Botucatu-SP: FCA/GPF, 1998. p.64.

BENATO, E.A. Controle de doenças pós-colheita em frutas tropicais. **Summa Phytopathologica**, v.25, n.1, p. 90-93, 1999.

BERIAM, L.O.S.; ALMEIDA, I.M.G.; GRABERT, E. DESTEFANO, S. A. L.; BALANI, D.M.; FERREIRA, M.; RODRIGUES NETO, J. *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* em plantas de mamoeiro (*Carica papaya*) **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.29, n. 1, p.91-92, 2003.

BITANCOURT, A.A. Mosaico do mamoeiro. **O Biológico**, v.1, p.41, 1935.

BOLKAN, H.A.; CUPERTINO, F.P.; DIANESE, J.C. TAKATSU, A. Fungi associated with pre-and postharvest fruit rots of papaya and their control in Central Brazil. **Plant Disease Reporter,** v.60, n.7, p. 605-609, 1976.

CAMARÇO, R.F.A.; LIMA, J.A.A. Sobrevivência do "Papaya Lethal Yellowing Virus" em solos da rizosfera de plantas infectadas. **Fitopatologia Brasileira**, v.22 (supl.), p.332-333, 1997.

CAMARÇO, R.F.A.; LIMA, J.A.A.; PIO-RIBEIRO, G. Presença de "Papaya Yellowing Virus" em sementes de frutos infectados de mamoeiro, *Carica papaya*. **Fitopatologia Brasileira,** v.22 (supl.), p.333, 1997.

CELOTO, M.I.B.; PAPA, M.F.S.; CORREA, L.S. Efeito de fungicidas no controle da varíola (*Asperisporium caricae*) do mamoeiro. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.87, 2003.

CHAN, H. T.; TAM, Y. T.; SEO, S. T. Papaya polygalacturonase and its role in thermally injured ripening fruit. **Journal Food Sci.**, v.46, p.190-191, 1981.

CHAU, K.F.; ALVAREZ, A.M. A histological study of anthracnose on *Carica papaya.* **Phytopathology,** v.73, p.1113-1116, 1983a.

CHAU, K.F.; ALVAREZ, A.M. Phostharvest fruit rot of papaya caused by *Stemphylium lycopersici*. **Plant Disease**, v.67, p.1279-1281, 1983b.

CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; BENATO, E.A.; CAMILI, E.C. efeito da radiação UV-C no controle de Colletotrichum gloeosporioides em mamão pós-colheita. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.80, 2003.

CORREA, F.J.F.; FRANCO, B.J.D.C.; WATANABE, H.S.; SAKAY, M.Y.; YAMASHITA, E.M. **Estudo preliminar sobre a exsudação do látex do mamoeiro.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DA CULTURA DO MAMOEIRO, 2, Jaboticabal, SP, 1988. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 1988, p.409-428.

COSTA, H. ; VENTURA, J. A. ; RODRIGUES, C.H.; TATAGIBA, J. da S. Ocorrência e patogenicidade de Glomerella cingulata em mamão no Norte do Espírito Santo**. Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 26, supl., p320, 2001.

COSTA, H.; VENTURA, J. A.; TATAGIBA, J. S. Severidade da antracnose e podridão peduncular do mamão no estado do Espírito Santo**. Fitopatologia Brasileira**, v.27 (supl.), p.98, 2002.

COSTA, H.; VENTURA, J.A.; TATAGIBA, J.S. **Mosaico do mamoeiro**: Uma ameaça à cultura no Espírito Santo. Vitória: Incaper, 2000. 4p. (Documentos n. 69).

COUEY, H.M.; ALVAREZ, A.M.; NELSON, M.G. Comparison of hot-water spray and immersion treatments for control of postharvest decay of papaya. **Plant Disease,** v.68, p.436-437, 1984.

CULIK, M.P.; MARTINS, D. dos S.; VENTURA, J.A. Índice de artrópodes pragas do mamoeiro (*Carica papaya* L.). Vitória-ES: Incaper, 2003. 48p. (Documentos, 121).

CUTRIM, F. A.; SILVA, G. S. Patogenicidade de Corynespora *cassiicola* a diferentes

espécies de plantas. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 28, n. 2, p. 193-194, 2003.

DICKMAN, M.B.; PATIL, S.S.; KOLATTUKUDY, P.E. Effects of organophosphorous pesticides on cutinase activity and infection of papayas by *Colletotrichum gloesporioides*. **Phytopathology,** v.73, p.1209-1214, 1983.

DICKMAN, M.B.; PATIL, S.S.; KOLATTUKUDY, P.E. Purification, characterization, and role in infection of an extracellular cutinolitic enzime from *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. on *Carica-papaya* L. **Physiology Plant Pathology**, v.20, p.333-347, 1982.

DICKMAN, M.B.; ALVAREZ, A.M. Latent infection of papaya caused by Colletotrichum gloeosporioides. **Plant Disease**, v.67, n.7, p.748-750, 1983.

ELDER, R.J.; MACLEOD, W.N.B.; REID, D.J.; GILLESPIE, R.L. Growth and yield of 3 hybrid papaya (*Carica papaya* L.) under mulched and bare ground conditions. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.40, p.747-754, 2000.

ELOISA, M.; REYES, Q.; PAULL, R.E. Skin freckles on solo papaya fruit. **Scientiae Horticulturae**, v.58, p.31-39, 1994.

ESTRADA. A.B.; DODD, J.C.; JEFFRIES, P. Effect of humidity and temperature on conidial germination and appressorium development of two Philippine isolates of mango anthracnose pathogen *Colletotrichum gloesoporioides*. **Plant pathology**, v.49, p.608-618, 2000.

FLAISHMAN, M. A.; KOLATTUKUDY, P. E. Timing of fungal invasion using host's ripening hormone as a signal. **Proc. Natt. Acad. Sci. USA**, v.91, p.6579-6583, 1994.

FITCH, M.; MANSHARDT, R.; GOLSALVES, D.; SLIGHTOM, J.; SANFORD, J. Virus resistant papaya plants derived from tissues bombarded with the coat protein gene of papaya ringspot virus. **Bio/Technology**, v.10, p.1466-1472, 1992.

FUNADA, C.K.; YORINORI, M.A.; RODRIGUES, A.; AULER, A.M.; LEITE JR., R. P.; UENO, B. Ocorrência da mancha foliar bacteriana causada por *Pseudomonas syringae* pv*. carica papayae* em mamoeiro no Estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, v.23 (supl.), p. 209, 1998.

GIBB, K.S.; PERSLEY, D.M.; SCHNEIDER, B.; THOMAS J.E. Phytoplasmas associated with papaya diseases in Australia. **Plant Disease**, v.80, p.174-178, 1996.

GIBB, K.S.; SCHNEIDER, B.; PADOVAN, A.C. Differential detection and genetic relatedness of phytoplasmas in papaya. **Plant Pathology**, v.47, p.325-332, 1998.

GONSALVES, D.; FERREIRA, S.; MANSHARDT, R.; FITCH, M.; SLIGHTON, J. Trasngenic virus resistant papaya: new hope for controlling papaya ringspot virus in Hawaii. St. Paul: APS net, 1998. 5p. (http:\\www.scisoc.org/feature/papaya/Top.html).

GUTHRIE, J.N.; WHITE, D.T.; WALSH, K.B.; SCOTT, P.T. Epidemiology of phytoplasma – associated papaya diseases in Queensland, Australia. **Plant Disease**, v.82, n.10, p.1107-1111, 1998.

GUPTA, A.K.; PATHAK, V.N. Epidemiologia e controle da podridão dos frutos do mamoeiro. **Summa Phytopathologica**, v.16, n.2, p. 92-105, 1990.

HOLTZMANN, O.V.; MCSORLEY, R. **Papaya diseases caused by nematodes**. In: PLOETZ, R.C. et al. (Eds.). Compendium of tropical fruit diseases. 2 nd. Edition. St. Paul: APS Press, 1998. p. 68-69.

HONDA, Y.; ARAGAKI, M. Light-dependence for fruiting body formation and its inheritance in *Phoma carica-papayae.* **Micologia,** v.75, p.22-29, 1983.

HOLLIDAY, P. **Fungus diseases of tropical crops**. Cambridge: Cambridge University Prress, 1980. 607 p.

ISHII, M.; HOLTZMANN, O.V. Papaya mosaic disease in Hawaii. **Plant Disease Reporter**, v.47, p.947-951, 1963.

KITAJIMA, E.W.; RODRIGUES, C.H.; SILVEIRA, J.A.; VENTURA, J.A.; ARAGÃO, F.J.L.; OLIVEIRA, L.H.R. Association of isometric viruslike particles, restricted to laticifers, with meleira (sticky disease) of papaya (*Carica papaya*). **Fitopatologia Brasileira**, v.18, p.118-122, 1993.

KITAJIMA, E.W. Viroses de fruteiras tropicais no Brasil. **Summa Phytopathogica**, v.25, n.1, p.78-83, 1999.

LAY-YEE, M.; CLARE, G. K.; PETRY, R. J.; FULLERTON, R. A.; GUNSON, A. Quality and disease incidence of 'Waimanalo Solo' papaya following forced heat treatments. **HortScience,** v.33, n.5, p. 878-880, 1998.

LIBERATO, J.R.; VENTURA, J.A.; COSTA, H. **Mosaico do Mamoeiro - uma ameaça à cultura no Espírito Santo.** Vitória-ES, EMCAPA. 1994. 4p. (EMCAPA, Documentos, 69).

LIBERATO, J.R.; BARRETO, R.W.; RODRIGUES, C.H.; COSTA, H. Ocorrência de oídio (*Ovulariopsis* sp.) em mamoeiro no Espírito Santo. **Fitopatologia Brasileira**, v.20 (Supl.), p.322, 1995.

LIBERATO, J.R.; COSTA, H.; VENTURA, J.A. **Índice de Doenças de Plantas do Estado do Espírito Santo.** Vitória-ES: EMCAPA, 1996. 110 p.

LIBERATO, J.R.; TATAGIBA, J.S.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, H. Fitotoxidez de fungicidas triazoles ao mamoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.24, n.2, p.192, 1999.

LIBERATO, J. R. ; ZAMBOLIM, L. Controle das doenças causadas por fungos, bactérias e nematóides em mamoeiro. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; MONTEIRO, A. J.

A.; COSTA, H. (Orgs.). **Controle de doenças de plantas frutíferas**. v. 2. Viçosa-MG: Suprema, 2002. p.1023-1169.

LIMA, J. F. de; OLIVEIRA, A. A. R.; DANTAS, J. L. L. Reação de genótipos de mamoeiro à inoculação com *Phytophthora palmivora*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, Fortaleza-CE: SBF/EMBRAPA, 2000. CD-ROM. SBF/EMBRAPA: SBF/EMBRAPA, 2000.

LIMA, R.C.A.; LIMA, J.A.A.; SOUZA JR., M.T.; PIO-RIBEIRO, G.; ANDRADE, G.P. Etiologia e estratégias de controle de viroses do mamoeiro no Brasil. **Fitopatologia Brasileira,** v.26, n.4, p.689-702, 2001.

MAGDALITA, P.M.; PERSLEY, D.M.; GODWIN, I.D.; DREW, R.A.; ADKINS, S.W. Screening *Carica papaya* x *C. cauliflora* hybrids for resistance to papaya ringspot virus – type P. **Plant Pathology**, v.46, p.837-841, 1997.

MAFFIA, L.A.; RODRIGUES, C.H.; VENTURA, J.A. Significância epidemiológica do conhecimento do arranjo espacial de plantas doentes em campo. I - Meleira do Mamoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.18 (Supl.), p.315, 1993.

MARIN, S.L.D. Toxidade de inseticidas, acaricidas e fungicidas ao mamoeiro cv. Solo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 2, Jaboticabal-SP: FCAV/UNESP, 1988. **Anais...** Jaboticabal-SP: FCAV/UNESP, 1988. p. 219-228.

MARIN, S. L. D.; GOMES, J. A. **Técnicas de cultivo do mamão.** Fortaleza-CE: Frutal, 2000. 57 p.

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

MARIN, S.L.D.; SILVA, J.G.F. Aspectos econômicos e mercados para a cultura do mamoeiro do grupo Solo na região Norte do Espírito Santo. In: MENDES, L.G.; DANTAS, J.L.L.; MORALES, C.F.G. (Eds.). **Mamão no Brasil**. Cruz das Almas: BA: EUFBA/ EMBRAPA-CNPMF, 1996. p. 7-21.

MARQUES JÚNIOR, L. Campanhas de erradicação das doenças do mamoeiro. In: CURSO SOBRE O CERTIFICADO FITOSSANITÁRIO DE ORIGEM, 2, 1999, Vitória-ES: IDAF/SEEA. **Palestras...** Vitória: IDAF/SEEA, 1999, p. 66-67.

MARTINS, D. dos S.; YAMANISHI, O.K.; TATAGIBA, J.da S. **Normas técnicas e documentos de acompanhamento da produção integrada de mamão.** Vitória-ES: Incaper, 2003. 60p. (Documentos, 120).

MILÉNDEZ, P.L.; PIÑERO, J.B. Corynespora leaf spot of papaya (*Carica papaya* L.) in Puerto Rico. **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**, p.411-425, 1970.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA e ABASTECIMENTO; Agencia Nacional de Vigilância Sanitária; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Sistema de informações sobre agrotóxicos**: módulo pós-registro. Brasilia: ANVISA, 2003. Disponível em: <http://www4.anvisa.gov.br/AGROSIA/asp/frm_pesquisa_agrotoxico.asp >. Acesso em: 06 out. 2003

NAKAGAWA, J.; TAKAYAWA, Y.; SUZUKAWA, Y. Exsudação do látex do mamoeiro: estudo da ocorrência em Teixeira de Freitas, BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9, 1987, Campinas-SP: SBF. **Anais...** Campinas-SP: SBF/UNICAMP, 1987. p. 555-559.

NESLON, M.N.; ALVAREZ, A.M. Purple stain of *Carica papaya*. **Plant Disease**, v.64, p.93-95, 1980.

NISHIJIMA, W.T. Miscellaneous papaya diseases. In: PLOETZ, R.C.; ZENTMEYER, G.A.; SISHIJIMA, W.T.; ROHRBACH, K.G.; OHR, H.D. **Compendium of tropical fruit diseases**, 2.ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 1998. p. 69-70.

NISHIJIMA, K.A.; COUEY, H.M.; ALVAREZ, A.M. Internal yelowing, a bacterial disease of papaya fruits caused by *Enterobacter cloacae*. **Plant Disease,** v.71, p.1029-1034, 1987.

NISHIJIMA, W.T.; DICKMAN, M.B.; KO, W.H.; OOKA, J.J. Papaya diseases caused by fungi. In: PLOETZ, R.C.; ZENTMYER, G.A.; NISHIJIMA, W.T.; ROHRBACH, K.G.; OHR, H.D. **Compendium of tropical fruit diseases**. 2.ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 1998. p.58-64.

NISHIJIMA, W. Doenças fúngicas do mamão e seu controle. In: RUGGIERO, C. (Ed.). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 2, 1988, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal-SP: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista, 1988. p.333-346.

NISHIJIMA, W. Tratamentos pós-colheita para mamão. In: RUGGIERO, C. (Ed.). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 2, 1988, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal-SP: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista, 1988. p.347-359.

OLIVEIRA, A.M.G. **Boro: um micronutriente importante para o mamoeiro**. Cruz das Almas-BA: EMBRAPA/CNPMF, 1999. 2p. (Mamão em Foco, 6).

OLUMA, H.O.A.; AMUTA, E.U. *Corynespora cassiicola* leaf spot of papaw (*Carica papaya* L.) in Nigeria. **Mycopathologia**, v.145, p. 23-27, 1999.

PRUSKY, D. Pathogen quiescence in postharvest diseases. **Ann. Rev. Phytopathology,** v.34, p.413-434, 1996.

PUNITHALINGAM, E. A. A new combination in *Phoma* for *Ascochyta carica-papayae*. **Trans. Brit. Mycology Soc.**, v.75, p.340, 1980.

QUIMIO, T.H. Temperatura as a factor for growth and sporulation of anthrracnose

organism of papaya. **Philippine Agriculturist**, v.57, p.245-253, 1973.

QUEIROZ, F.M.; MUNIZ, M. de F.S.; MENEZES, M. Podridão da haste do mamoeiro 'Sunrise Solo' causada por *Botryodiplodia theobromae* no Estado de Alagoas. **Summa Phytopathologica**, v.23, n.1, p.44-45, 1997.

RAM, A. Forma perfeita de *Colletotrichum gloeosporioides* em frutos e folhas de mamoeiro na Bahia. **Fitopatologia Brasileira,** v.9, p.319, 1984.

RAM, A.; OLIVEIRA, M.L. de; SACRAMENTO, C.K. Podridão das raízes do mamoeiro associada com ***Pythium*** sp. na Bahia. **Fitopatologia Brasileira,** v.2, p.581, 1983.

RAMIREZ, L.; DURAN. A.; MORA, D. Combate integrado de la podricion radical de la papaya (***Phytophthora*** sp.) a nivel de vivero. **Agronomia Mesoamericana**, v.9, n.1, p.72-80, 1998.

REZENDE, J.A.M.; COSTA, A.S. Doenças de vírus e micoplasmas do mamoeiro. **Summa Phytopathologica**, v.19, p.73-79, 1993.

REZENDE, J.A.M.; M.I. FANCELLI. Doenças do mamoeiro (*Carica papaya* L.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (eds.). **Manual de fitopatologia**: **Doenças das plantas cultivadas**, 3 ed. São Paulo: CERES, v. 2, 1997. p. 486-496.

RIBEIRO, I.J.A.; DE CASTRO, L.H.S.M.; RICCI, M.T.; PIZA JUNIOR, C.T. Ocorrência de *Ovulariopsis papayae* em folhas de mamoeiro. **Summa Phytopathologica**, v.13, p. 22, 1987.

ROBBS, C.F. Uma nova doença bacteriana do mamoeiro. **Revista da Sociedade Brasileira de Agronomia,** v.12, p.73-76, 1956.

RODRIGUES, C.H.; VENTURA, J.A.; MARIN, S.L.D. Ocorrência e sintomas da meleira do mamoeiro (*C. papaya*) no Estado do Espírito Santo. **Fitopatologia Brasileira**, v.14 (Supl.), p. 118, 1989a.

RODRIGUES, C.H.; VENTURA, J.A.; MAFFIA, L.A. Distribuição e transmissão da meleira em pomares de mamão no Estado do Espírito Santo. **Fitopatologia Brasileira**, v.14 (Supl.), p. 118, 1989b.

RODRIGUES, L.; VENTURA, A.J.; COSTA, H. Podridão seca em frutos de mamão em condições de campo no Norte do Espírito Santo. **Fitopatologia Brasileira**, v.26 (supl.), 2001.

SANCHEZ, M.; DIANESE, J.C.; COSTA, C.L. Fatores determinantes do dano de ***Phoma caricae-papayae*** ao fruto do mamoeiro **(*Carica papaya*)** e detecção de resistência ao fungo em ***Carica gaudotiana*. Fitopatologia Brasileira**, v.16, n.1, p.121-129, 1991.

SANTOS, M. C.; BARRETO, M. Estudos epidemiológicos da varíola do mamoeiro em cultivares submetidos a tratamentos com fungicidas. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.29, n.2, p141-146, 2003

SAXENA, R.M.; SHARMA, K.D. Deterioration of papaya fruits by fungi. **Agricultural Science,** Dig. 1, p. 140-142, 1981.

SILVA, A.M.R.; KITAJIMA, E.W.; RESENDE, R.O. Nucleotide and amino acid analysis of the polymerase and the coat protein genes of the papaya lethal yellowing virus. **Virus Review and Research,** v.11, p.196, 2000.

SILVA, E.A.B.R. da. **Termossensibilidade de fungos causadores de podridões pós-colheita em frutos de mamoeiro** (*Carica papaya* L.). 124 f. 1993. Dissertação (Mestrado) – UEP-FCA, Botucatu-SP.

SILVA, B.P. Exportações brasileiras de frutas frescas. **Informe Agropecuário**, v.17, p.179, p.5-7, 1994.

SILVA, G. S.; SOUZA, I. M. R. Mancha de *Corynespora* em trapoeraba *(Commelina benghalensis).* **Fitopatologia Brasileira**, v.24 (Supl.), p.328-329, 1999.

SILVA, W. P. K.; DEVERALL, B.J.; LYON, B.R. Molecular, physiological and pathological characterization of Corynespora leaf spot fungi from rubber plantations in Sri Lanka. **Plant Pathology**, v.47, p.267-277, 1998.

SING, A.L.; SING, G. Effect of time of planting on growth fruting behaviour and sex relation of papaya (*Carica papaya*). **Indian Journal of Agricultural Science**, v.68, n.12, p.769-772, 1998.

SOLANO, V.; ARAUZ, L.F. Combate de antracnosis em frutos de papaya mediante aplicaciones de fungicidas em el campo em la zona atlantica de Costa Rica. **Agronomia Costarricense**, v.19, n.2, p. 25-30, 1995.

SOUZA JR., M.T. Mamão transgênico: uso da engenharia genética para obter resistência ao vírus da mancha anelar. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v.2, n.3, p.132-137, 2000.

SOUZA JR., M.T.; GONSALVES, D. Genetic engineering resistance to plant virus disease, an effort to control *Papaya ringspot virus* in Brazil. **Fitopatologia Brasileira,** v.24, p.485-502, 1999.

SOUZA JR., M.T.; TAVARES, E.T.; MACIEL-ZAMBOLIM, E.; VENTURA, J.A. Studies aiming molecular characterization, early diagnosis, and control of papaya stick disease. **Virus Reviews and Research**, v.7, p. 43, 2002.

TATAGIBA, J.S.; COSTA, A.N.; VENTURA, J.A.; COSTA, H. Efeito do boro e cálcio na

incidência da antracnose em frutos de mamoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.23 (Supl.), p. 285-286, 1998a.

TATAGIBA, J.S.; LIBERATO, J.R.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; VENTURA. Avaliação de fungicidas no controle da antracnose e da podridão peduncular do mamoeiro. **Summa Phytopathologica**, v.24, p. 57, 1999.

TATAGIBA, J.S.; LIBERATO, J.R.; VENTURA, J.A.; MENDONÇA, L.F. Eficiência de fungicidas no controle da antracnose e da podridão peduncular em pós-colheita em frutos de mamão. **Fitopatologia Brasileira**, v.22 (Supl.), p. 314, 1997.

TATAGIBA, J.S.; LIBERATO, J.R.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; VENTURA. Controle químico do oídio do mamoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, n.2, p.219-222, 2002.

TATAGIBA, J. S.; LIBERATO, J.R.; ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J.A.; COSTA, H. Controle e condições climáticas favoráveis à antracnose do mamoeiro. **Fitopatologia Brasileira,** v.27, n.2, p.186-192, 2002.

TATAGIBA, J. S.; SILVA, J.G.F.; COSTA, H.; VENTURA, J.A. Influência da irrigação na incidência da antracnose em frutos de mamão. **Fitopatologia Brasileira,** v.26 (Sup), p.329, 2001.

TATAGIBA, J.S.; VENTURA, J.A.; LIBERATO, J.R.; MENDONÇA, L.F.; COSTA, H. Chemical control of Papaya Powdery Mildew. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT PATHOLOGY, 7, Edinburgh; Scotland: ISPP. 1998. **Abstracts**... v.3. Edinburgh, Scotland: ISPP, 1998c. Abstract 4.9.17.

TATAGIBA, J.S.; LIBERATO, J.R.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; VENTURA. Avaliação de fungicidas no controle da antracnose e da podridão peduncular do mamoeiro. **Summa Phytopathologica**, v.24, p. 57, 1999.

TATAGIBA, J.S.; VENTURA. J.A.; COSTA, H. Doenças do mamoeiro. In: CURSO SOBRE O CERTIFICADO FITOSSANITÁRIO DE ORIGEM, 2. ed. Rev. e atualizada. Vitória-ES: SEEA, 1999. p.62-67.

TENNANT, P.F.; GONSALVES, C.; LING, K.S.; FITCH, M.M.M.; MANSHARDT, R.; SLINGHTOM, J.L.; GONSALVES, D. Differential protection against papaya ringspot virus isolates in coat protein gene transgenic papaya and classically cross-protected papaya. **Phytopathology**, v.84, n.11, p.1359-1366, 1994.

VALLEJO, G. G. Efectos de la fertilizacion com nitrogeno em la produccion de papaya (*Carica papaya* L.) y en la incidencia de virosis. **Rev. Fac. Nal. Agric. Medellin**, v.52, n.1, p.515-526, 1999.

VENTURA, J.A.; BALBINO, J.M.S Resistência do agente etiológico da antracnose do mamoeiro ao Benomil, no Estado do Espírito Santo. **Fitopatologia Brasileira**, v.20 (Supl.), p.308, 1995.

VENTURA, J.A. Controle de doenças em pós-colheita de frutos tropicais. **Fitopatologia Brasileira,** 20 (supl.), p. 273, 1995.

VENTURA, J. A.; COSTA, H. Manejo integrado das doenças de fruteiras tropicais: abacaxi, banana e mamão. In: ZAMBOLIM, L. (Org.). **Manejo integrado de doenças e pragas**: fruteiras tropicais. Viçosa-MG, 2002. p.279-352.

VENTURA, J.A.; COSTA, H. ; RODRIGUES, C.H.; PRATES, R.S.; CARDOSO, A. A. B. **Meleira do mamoeiro:** uma ameaça à cultura. Vitória: INCAPER, 2000. 4p. (Documentos n. 111).

VENTURA, J. A.; COSTA, H.; TATAGIBA, J. S.. Sintomatologia da meleira do mamoeiro e sua importância para o “roguing”. **Fitopatologia Brasileira,** v.26(supl), p.536-536, 2001.

VENTURA, J.A.; SANTOS, A.F. dos Podridão interna em frutos de mamoeiro (C*arica papaya* L.) no Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 14, Porto Alegre-RS, 1981. **Programa e resumos**... Porto Alegre-RS: SBF/UFRS, 1981.

VIDAL, C.A.; NASCIMENTO, A.S.; BARBOSA, C.J.; MARQUES, O.M.; HABIBE, T.C. Experimental transmission of "sticky disease" of papaya by *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21. Foz do Iguaçu-PR: SEB/EMBRAPA, 2000. **Abstract book 2...** Foz do Iguaçu-PR: SEB/EMBRAPA, 2000. p. 819 (abstract).

ZAMBOLIM, E.M.; ALONSO, S. K.; MATSUOKA, K.; CARVALHO, M.G.; ZERBINI, F.M. Purification and some properties of papaya meleira virus, a novel virus infecting papaya in Brazil. **Plant Pathology, v. 52**, n. 3, p.389-394, 2003.

ZAMBOLIM, E.M.; BARROS, D.R.; MATSUOKA, K.; KUNIEDA, S.; CARVALHO, M.G.; ZERBINI, F.M. Purification and partial characterization of papaya "Meleira" virus. **Fitopatologia Brasileira**, v.25 (supl.), p. 442, 2000.

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J.A. Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral das plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.1, p.275-318, 1993.

WHITE, D. T.; BILLINGTON, S.J.; WALSH, K. B.; SCOTT, P. T. DNA sequence analysis supports the association of phytoplasmas with papaya (***Carica papaya***) dieback, yellow crinkle and mosaic. **Australasian Plant Pathology,** v.26, p.28-36, 1997.

Figura 9 – Lesão de *Phoma caricae-papayae* em folha de mamoeiro, evidenciando as camadas concêntricas de picnídios. Página superior da folha (A) e página inferior (B).

Figura 10 – Podridão-peduncular em frutos de mamão do grupo Solo. Colonização dos tecidos da base do fruto (A) e da cavidade interna do fruto

Capítulo

10

MANEJO DE PRAGAS DO MAMOEIRO

David dos Santos Martins

INTRODUÇÃO

Para a implantação do manejo integrado de pragas, é necessário, entre outros, a correta identificação das espécies-praga que causam danos à cultura, seu comportamento, sua biologia e a interação entre a praga e a planta, bem como o conhecimento dos inimigos naturais que regulam a sua população.

Como parte dos esforços para a implantação e o desenvolvimento da Produção Integrada de Mamão no Brasil (MARTINS et al., 2003), que tem o controle integrado de pragas como um forte componente, para racionalizar e minimizar o uso de agrotóxicos no ambiente, é fundamental o conhecimento das espécies-praga que ocorrem na cultura do mamão, bem como das estratégias e dos métodos para seu controle.

Apesar de um grande número de insetos e ácaros estarem associados ao mamoeiro, apenas algumas espécies são consideradas de importância para a cultura. Dentre as espécies de ocorrência mais freqüente e de maior importância para o mamoeiro, destacam-se, como pragas-chave, os ácaros branco e rajado e a cigarrinha-verde. Entretanto, algumas espécies, mesmo consideradas de importância secundária, como o mandarová, as cochonilhas e a broca-do-caule, têm se apresentado em algumas regiões, esporadicamente ou com certa freqüência, causando danos consideráveis à cultura.

Ainda, associadas ao mamoeiro encontram-se algumas espécies de pulgões e de mosca-branca que são consideradas um forte fator de risco à cultura, por atuarem como vetores de vírus. As espécies de mosca-das-frutas, embora não se constituam praga do mamão, em condições normais de cultivo, são de grande importância quando a produção se destina à exportação, por serem consideradas, por vários países, como espécies quarentenárias (MARTINS e MARIN, 1998).

Encontram-se citadas na literatura várias espécies associadas às diferentes partes da planta do mamoeiro. Culik et al. (2003), com base em uma revisão na literatura técnico-científica, elaboraram um inventário das espécies de artrópodes já registradas no mundo como pragas do mamoeiro com 209 espécies, pertencente a oito ordens e 37 famílias. No entanto, menos de 30 dessas espécies são reconhecidas como pragas

comuns nas diferentes regiões onde o mamoeiro é cultivado no mundo. Nesse inventário, foi constatado que 83 dessas espécies (39,7%) já ocorrem no Brasil, dentre as quais 50 já têm registro no mamoeiro no País (Tabela 1).

TABELA 1- Relação de artrópodes já registrados no mamoeiro no Brasil.

Classificação taxonômica	Nome comum	Parte da planta atacada
ACARI		
ACTINEDIDA (PROSTIGMATA)		
Eriophyidae		
Calacarus flagelliseta Flechtmann, De Moraes & Barbosa, 2001		Folhas.
Tarsonemidae		
Polyphagotarsonemus latus (Banks, 1904)	ácaro-branco	Folhas
Tenuipalpidae		
Brevipalpus phoenicis (Geijskes, 1939)	ácaro-plano	Tronco e outros órgãos
Tetranychidae		
Eutetranychus schultzi (Blanchard, 1940)		Folhas (nas duas faces)
Tetranychus aduncus		Folhas
Tetranychus desertorum Banks	ácaro-vermelho	Folhas
Tetranychus ludeni Zacher, 1913	ácaro-vermelho	Folhas
Tetranychus mexicanus (McGregor)	ácaro-mexicano.	Folhas.
Tetranychus telarius (Linnaeus)		Folhas
Tetranychus urticae (Koch, 1836)	ácaro-rajado	Folhas
SYMPHYLA		
Scutigerellidae		
Hanseniella sp.	sínfilos	Raízes
INSECTA		
COLEOPTERA		
Curculionidae		
Pseudopiazurus obesus (Boheman, 1838)	coleobrocas	Tronco
Pseudopiazurus papayanus Marshall	broca-do-caule-do-mamoeiro	Tronco
Rhynchophorus palmarum (Linnaeus, 1764)	broca-do-olho-do-coqueiro; coleobrocas	Tronco
DIPTERA		
Tephritidae		
Anastrepha fraterculus (Wiedemann, 1830)	mosca-sul-americana	Frutos
Ceratitis capitata (Wiedemann, 1824)	mosca-do-mediterrâneo	Frutos

Continua ...

... Continuação

Classificação taxonômica	Nome comum	Parte da planta atacada
HEMIPTERA		
Aleyrodidae		
Bemisia argentifolii Bellows & Perring, 1994	mosca-branca	Folhas. Vetor de "sticky disease" (meleira, vírus)
Bemisia tabaci (Gennadius, 1889)	mosca-branca	Vetor (CYVMV)
Trialeurodes variabilis (Quaintance, 1900)	mosca-branca	Folhas
Aphididae		
Aphis coreopsidis (Thomas, 1878)		Vetor (PRSV)
Aphis fabae Scopoli, 1863	pulgão-da-fava	Vetor (PRSV)
Aphis gossypii Glover, 1877	pulgão-do-algodão	Vetor (PRSV, TRSV)
Myzus persicae (Sulzer, 1776)	pulgão-do-pessegueiro	Vetor (PRSV, TRSV)
Toxoptera citricidus (Kirkaldy, 1907)	pulgão-preto-do-citrus	Vetor (PRSV)
Cicadellidae		
Empoasca sp.	cigarrinha-verde	Folhas
Solanasca bordia (Langlitz, 1964)	cigarrinha-verde	
Coccidae		
Coccus hesperidum Linnaeus, 1758	cochonilha-de-carapaça	Frutos
Conchaspididae		
Conchaspis angraeci Cockerell, 1893		Tronco
Diaspididae		
Aonidiella aurantii (Maskell, 1879)	cochonilha-vermelha	Fruta e outros órgãos
Aonidiella comperei McKenzie, 1937	cochonilha	Frutos
Aspidiotus nerii Bouché, 1833		
Morganella longispina (Morgan, 1889)	cochonilha	Tronco
Pseudaulacaspis pentagona (Targioni Tozzetti, 1886)	cochonilha-branca-da-amoreira	Folhas, tronco
Pentatomidae		
Nezara viridula Linnaeus, 1758	percevejo-verde	Folhas, frutos
Pseudococcidae		
Ferrisia virgata (Cockerell, 1893)	cochonilha	Folhas e outros órgãos
Pseudococcus jackbeardsleyi Gimpel & Miller, 1996	cochonilha	Frutos
Pseudococcus viburni (Signoret, 1875)	cochonilha	Frutos, tronco
HYMENOPTERA		
Formicidae		
Acromyrmex sp.	formiga quenquém	Mudas
Atta sexdens rubropilosa Forel, 1908	formiga saúva-limão	Mudas

Continua ...

... Continuação

Classificação taxonômica	Nome comum	Parte da planta atacada
LEPIDOPTERA		
Danaidae		
Lycorea cerestalia (Cramer, 1776)		Folhas
Megalopygidae		
Megalopyge urens Berg, 1882		Folhas
Noctuidae		
Agrotis ipsilon (Hufnagel, 1767)	lagarta-rosca	Mudas
Sphingidae		
Giammodia caicus (Cramer, 1777)		Folhas
Erinnyis alope (Drury)	mandarová	Folhas
Erinnyis ello (Linnaeus)	gervão, mandarová	Folhas
Protambulyx strigilis (Linnaeus, 1771)	mandarová	Folhas
Xylophanes chiron (Drury, 1770)		Folhas
Tineidae		
Lepidobregma minuscula Walsingham	microlepidoptero	Frutos
Tiquadra incistella Walker, 1863		Folhas
THYSANOPTERA		
Thripidae		
Thrips tabaci *Lindeman,* 1888	tripes-do-fumo	Folhas, vetor (TRSV, TSWV)

Dentre as espécies-praga que atacam o mamoeiro, os ácaros têm se constituído no principal fator limitante para a cultura do mamoeiro por apresentarem ampla distribuição geográfica e estarem disseminados em todas as regiões onde o mamoeiro é cultivado, causando sérios prejuízos à sua exploração. Alimentam-se de diferentes partes das plantas, causando deformações foliares, queda prematura de folhas, afetando o vigor das plantas, danificando os frutos e, conseqüentemente, reduzindo a produtividade (OLIVEIRA, 1988; SANTA CECÍLIA e REIS, 1986).

Os ácaros das espécies *Polyphagotarsonemus latus* e *Tetranychus urticae*, ácaros branco e rajado, respectivamente, têm se constituído como os mais importantes.

PRAGAS PRIMÁRIAS

ÁCARO-BRANCO

***Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) - Acari :Tarsonemidae**

Conhecido também como ácaro-tropical, ácaro-da-rasgadura, ácaro-da-queda-do-chapéu-do-mamoeiro, entre outros nomes, é considerado a praga mais importante da cultura do mamoeiro (GALLO et al., 2002; MARIN et al., 1995). Esta espécie é

polífaga, causa danos a grande número de hospedeiros e apresenta ampla distribuição geográfica.

As formas adultas não são visíveis a olho nu e apresentam dimorfismo sexual, sendo as fêmeas de coloração branca a amarelada brilhante e medindo, quando bem desenvolvidas, cerca de 0,15 mm de comprimento por 0,11mm de largura. Os machos são menores, com aproximadamente 0,14 mm de comprimento e 0,08 mm de largura, apresentando coloração semelhante à das fêmeas. Os ovos, que são colocados isoladamente na face inferior das folhas novas, apresentam-se achatados, elípticos, com saliências superficiais e têm coloração branca ou pérola. Cada fêmea pode ovipositar cerca de 25 a 30 ovos, por até 15 dias, e o ciclo completa-se rapidamente, entre três a cinco dias.

Esta praga ocorre em folhas jovens, localizadas no ápice (ponteiro) da planta ou nas brotações laterais, geralmente em regiões meristemáticas. Alimentam-se da epiderme das folhas, provocando grandes alterações: no início, há perda de cor verde natural e, posteriormente, tornam-se cloróticas, coriáceas e encarquilhadas. Com a evolução dos danos, ocorre a paralisação da atividade vegetativa (SHIZUTO, 1991), tornando-se esses danos muito semelhantes aos provocados pelo vírus do mosaico do mamoeiro. As folhas recém-emergidas apresentam-se com o limbo mal-formado e reduzido quase que somente às nervuras, com pecíolo curto e, à medida que as folhas mais velhas vão caindo, o mamoeiro fica sem o capitel de folhas, motivo pelo qual essa praga é conhecida como “ácaro da queda do chapéu do mamoeiro” (Figura 1). Essa perda das folhas do ápice, além de reduzir o porte da planta e o número de flores, o que, conseqüentemente, ocasiona drástica redução da produção, deprecia, ainda, o valor comercial dos frutos, devido à exposição destes à ação direta dos raios solares. O ataque severo desta praga pode causar a morte da planta (AUBERT et al., 1981).

FIGURA 1. Danos do ácaro branco (*P. latus*) no mamoeiro.

Embora possa infestar as plantas durante todo o ano, seu ataque ocorre com maior intensidade nos períodos mais úmidos e quentes (CHIAVEGATO, 1971), que, nas condições do Estado do Espírito Santo, ocorrem entre os meses de outubro e março (MARIN et al., 1995). Contudo, vale salientar que, ultimamente, esta praga tem ocorrido, no Estado do Espírito Santo, durante todos os meses do ano. Em razão da rápida multiplicação da população, devido ao seu curto ciclo biológico, tornam-se importantes as inspeções periódicas no pomar, com o objetivo de identificar os primeiros focos de infestação (SANCHES e NASCIMENTO, 1999; SANCHES e NASCIMENTO, 2000).

O controle do ácaro-branco deve ser efetuado no início da infestação, pois, normalmente, quando os sintomas se tornam evidentes, ele já não se encontra mais no local de ataque. Para o seu controle, o produto a ser aplicado deverá visar os ponteiros e as brotações laterais das plantas. Um bom controle desta praga tem sido obtido, na região produtora do Espírito Santo, com o uso do enxofre elementar em pó aplicado no ápice da planta (enxofre ventilado). Ao se usar o enxofre, na formulação pó molhável, devem ser evitadas as horas mais quentes do dia, as misturas com óleo emulsionáveis ou produtos cúpricos, devido ao efeito de fitotoxicidade. Uma boa prática cultural de controle para redução da população do ácaro é a eliminação das brotações laterais do tronco das plantas, região onde, normalmente, ele se multiplica e que serve como foco de reinfestação.

ÁCARO-RAJADO

***Tetranychus urticae* (Koch, 1836) - Acari: Tetranychidae**

Os ácaros tetraniquídeos vivem nas folhas mais velhas do mamoeiro, geralmente na parte inferior do limbo, entre as nervuras mais próximas do pecíolo, onde tecem teias e depositam seus ovos. As fêmeas chegam a ovipositar, em média, 50 a 60 ovos, num período aproximado de 10 dias. Os ovos, esféricos e de tonalidade amarelada, apresentam período de incubação médio de quatro dias. O ciclo, de ovo a adulto, completa-se em cerca de 13 dias. As formas adultas podem ser vistas a olho nu e apresentam acentuado dimorfismo sexual. As fêmeas são de maior tamanho e corpo mais volumoso, com cerca de 0,46 mm de comprimento, e apresentam uma mancha verde-escura em cada lado do dorso. Os machos medem aproximadamente 0,25 mm de comprimento, tendo a parte posterior do corpo mais afilada.

As formas adultas, ao se alimentarem, dilaceram as células do tecido foliar (mesófilo), provocando, inicialmente, amarelecimento do limbo foliar, seguido de

necrose e, posteriormente, de perfurações. As folhas, quando intensamente atacadas, secam e caem prematuramente, reduzindo a área foliar, afetando o desenvolvimento e a produtividade da planta, além de exporem os frutos à ação dos raios solares, prejudicando a qualidade deles (Figura 2).

FIGURA 2. Mamoeiro e folha com sintoma de ataque de ácaro rajado (*T. urticae*).

A ocorrência desses ácaros verifica-se durante os meses mais secos e quentes do ano, uma vez que temperaturas elevadas e baixas precipitações favorecem seu aumento populacional. Nas condições da região Norte do Espírito Santo, sua ocorrência tem sido mais freqüente nos meses de maio a setembro, período seco do ano, e durante a ocorrência de veranico, janeiro/fevereiro, na estação quente do ano (MARIN et al., 1995; MARTINS e MARIN, 1998). Nesses períodos, o monitoramento deve ser realizado periodicamente, de modo a facilitar a rápida identificação de focos iniciais desses ácaros.

Como medida de controle, recomendam-se eliminar as folhas mais velhas atacadas e sempre direcionar a aplicação de acaricidas para a superfície inferior das folhas (SANCHES e NASCIMENTO, 1999; SANCHES e NASCIMENTO, 2000).

De modo geral, fertilizantes nitrogenados também favorecem o seu aumento populacional (LEIGH et al., 1969; GALLO et al., 2002).

Outros ácaros Tetraniquídeos, *T. mexicanus* e *T. desertorum*, tecem teias e causam ao mamoeiro danos semelhantes aos do ácaro-rajado, porém diferem deste pelo fato de as fêmeas daquelas espécies serem escuras e vermelhas, respectivamente (OLIVEIRA, 1988).

CIGARRINHA-VERDE

***Solanasca bordia* (Langlitz, 1964) - Hemiptera: Cicadellidae**

Mundialmente, 13 espécies de cigarrinhas (Cicadellidae) ocorrem no mamoeiro (*Carica Papaya* L.), e destas apenas uma espécie, *Empoasca* sp., é citada como uma importante praga desta cultura no Brasil (MARTINS e MARIN, 1998; PANTOJA et al., 2002; CULIK et al., 2003).

A espécie de cigarrinha *Empoasca* sp., citada até o momento como praga comum do mamoeiro no Brasil, só foi identificada até o gênero. Para identificação do nome específico desse inseto amostras foram coletadas, no período de 2001/02, em vários pomares de diferentes municípios da região produtora de mamão do Estado do Espírito Santo, e foram identificadas pelo Dr. J. Martin, do Museu de História Natural de Londres, Inglaterra, e pelos Drs. J. Brown e R. Caballero, da Universidade do Arizona, Tucson, Estados Unidos, como *Solanasca bordia* (LANGLITZ, 1964).

Muitas espécies do gênero *Empoasca*, por possuírem características taxonômicas muito próximas, foram agrupadas, sendo consideradas como pertencentes ao grupo Solana, que mais tarde foi elevado para o *status* de gênero *Solanasca* (GHAURI 1974).

A espécie *S. bordia* foi descrita originalmente por Langlitz, em 1964 (LANGLITZ, 1964), como *Empoasca bordia*. Quando, em 1974, Ghauri criou o gênero novo "*Solanasca",* essa espécie, juntamente com outras 24 espécies similares de *Empoasca*, passou a pertencer também a esse novo gênero *Solanasca* (GHAURI, 1974). Assim, a espécie *E. bordia* Langlitz, 1964, passou a ser sinonímia de *S. bordia* (LANGLITZ, 1964).

A espécie *Solanasca bordia* foi descrita originalmente no Peru, em algodoeiro, sendo, posteriormente, registrada a sua ocorrência também em plantas de batata, cevada, feijão, alfafa, *Paspalum* sp. e *Ricinus communis*. Segnini & Montagne (1989) registraram *S. bordia* em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) na Venezuela. Apesar de a espécie *S. bordia,* aparentemente, ter ampla distribuição na América do Sul, nenhuma outra informação da biologia desta espécie foi encontrada na literatura, nem de sua ocorrência em mamoeiro.

A cigarrinha-verde tem sido observada em diferentes regiões do Brasil, causando danos significativos à cultura do mamoeiro. No Espírito Santo, a espécie *S. bordia* foi identificada nos municípios de Vitória, Serra, Pinheiros, Jaguaré, Sooretama e Linhares, mas seguramente ocorre em toda a região produtora de mamão do Estado.

O inseto adulto é de coloração verde-acinzentada, de formato triangular, e

mede de 3 a 4 mm de comprimento. As formas jovens (ninfas) são menores, possuem coloração amarelo-esverdeada, são ágeis e têm o hábito de se locomover lateralmente. Tanto as formas jovens como as adultas sugam a seiva das folhas mais velhas do mamoeiro, normalmente na página inferior do limbo, as quais apresentam, então, manchas amareladas, assemelhando-se ao sintoma de deficiência de magnésio. As folhas intensamente atacadas tornam-se encarquilhadas, com as margens amarelecidas e recurvadas para baixo, ocorrendo posterior secamento e queda prematura, o que afeta o desenvolvimento e a produção da planta (MARIN et al., 1995; MARTINS e MARIN, 1998) (Figura 3). As cigarrinhas são também vetores potenciais de doenças viróticas das plantas, incluindo viroses que infectam o mamoeiro (CULIK et al., 2003).

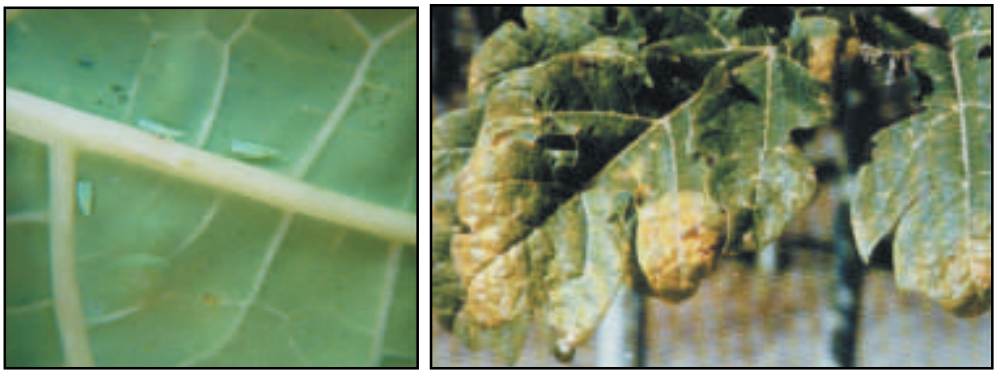


FIGURA 3. Danos da cigarrinha verde (*Empoasca* sp.) no mamoeiro

A observação de maiores problemas com cigarrinhas em lavouras de mamão cultivado em consórcio com feijoeiro, ou mesmo próxima a essa cultura (MARIN et al., 1995; MARTINS e MARIN, 1998), e o fato de ser esta espécie muito semelhante à cigarrinha-verde-do-feijoeiro (*Empoasca kraemeri* Rose & More, 1957) têm levado a alguns, erroneamente, a tratá-las como a mesma espécie.

PRAGAS SECUNDÁRIAS

MOSCAS-DAS-FRUTAS

***Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) e *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) Diptera: Tephritidae**

As moscas do mediterrâneo, *Ceratitis capitata*, e a sul-americana, *Anastrepha fraterculus*, são as duas espécies de mosca-das-frutas, até então, constatadas no Brasil infestando mamão e que mais prejuízos causam à fruticultura brasileira. A ocorrência de *C. capitata* em frutos de mamão foi registrada, pela primeira vez no Brasil, em agosto de 1987, no município de Linhares-ES, onde as perdas chegaram a atingir cerca de 15% da produção (MARTINS e ALVES, 1988). Neste mesmo período, também no município de Linhares, ES, foi observada em poucos frutos de mamão a ocorrência de *A. fraterculus* (MARTINS et al., 1993).

As fêmeas colocam seus ovos, introduzindo o ovipositor no fruto e estes são de coloração branca, alongados, com cerca de 1 mm de comprimento. As larvas são branco-amareladas, com aspecto vermiforme, com a parte anterior afilada e a posterior arredondada, chegando a atingir, quando completamente desenvolvida, 8 mm de comprimento. A transformação em pupa se dá no solo.

O dano é causado pelas larvas da mosca, as quais se alimentam da polpa do mamão, tornando flácida a região atacada do fruto. A infestação só ocorre em estádio mais avançado de maturação, quando o fruto, na planta, apresenta a casca com mais da metade amarelecida, e os danos só se evidenciam quando os frutos se encontram no ponto de consumo (Figura 4). Em lavouras comerciais, como os frutos são colhidos antes de atingir este ponto de maturação, apresentam baixo risco de serem infestados. Essa resistência do mamão à mosca-das-frutas está relacionada com a presença da substância química natural benzil isotiocianato (BITC), de ação ovicida, que ocorre no fruto e que decresce à medida que ele amadurece (SEO e TANG, 1982).

FIGURA 3. Fruto do mamoeiro com danos e larvas de moscas-das-frutas. *C. capitata* (A) e *A. fraterculus* (B).

Maiores problemas com esta praga são observados em pomares que apresentam constantemente frutos em estádio avançado de maturação e com alto índice de plantas infectadas com o vírus da meleira, que tornam os frutos suscetíveis

ao ataque da mosca-das-frutas.

Para manter essa praga em níveis não prejudiciais à cultura do mamão, recomenda-se fazer a colheita dos frutos no início da maturação, evitar a presença de frutos maduros nas plantas e de frutos refugados no interior do pomar, manter a lavoura livre de plantas com virose e, ainda, não permitir lavouras abandonadas em sua proximidade.

Em condições normais de cultivo, em que não são deixados frutos maduros nas plantas e as plantas infectadas com o vírus da meleira são erradicadas imediatamente ao aparecimento do sintoma inicial da doença, conforme é recomendado, este inseto não traz problema algum para a cultura. Entretanto, a sua importância para a cultura deve-se ao fato de o mamão ser hospedeiro desta praga, o que tem limitado as exportações de frutos *in natura*, devido a restrições quarentenárias, impostas por vários países a esta espécie (MARTINS e MALAVASI, 1999; MARTINS et al., 1999). O Brasil teve a sua exportação de mamão suspensa, a partir de 1985, pelos Estados Unidos e Japão, por falta de alternativa ao tratamento quarentenário aprovado para desinfecção da fruta com dibrometo de etileno, cuja substância foi proibida nesses países. Após 13 anos, o Brasil voltou a exportar mamão para o mercado americano, com a aprovação do *Systems Approach*, que foi aplicado de forma pioneira no País, na região produtora de mamão no norte do Estado do Espírito Santo. Esse sistema garante risco zero de o fruto de mamão ser infestado pelas espécies de mosca-das-frutas *C. capitata* e *A. fraterculus*, sem a necessidade de tratamento quarentenário pós-colheita (MARTINS e MALAVASI, 1999; MARTINS, 2000; MARTINS et al., 2000; MARTINS e MALAVASI, 2003).

COLEOBROCA

***Pseudopiazurus papayanus* Marshall, 1922 e *Pseudopiazurus obesus* (Boheman, 1838) - Coleoptera: Curculionidae**

É um pequeno besouro de hábito noturno, com cerca de 10 mm de comprimento, de coloração marrom-acinzentada. Coloca seus ovos em pequenos orifícios no caule do mamoeiro e daqueles nascem as larvas brancas, recurvadas e desprovidas de pernas (ápodas), que chegam a atingir 15 mm de comprimento, quando completamente desenvolvidas. As larvas alimentam-se da camada cortical do caule, logo abaixo da casca, onde fazem galerias (Figura 4). A duração da fase larval é de aproximadamente 90 dias, e antes de se transformar em pupa a larva, ainda no interior da galeria, tece um casulo com fibras do tronco da planta (FANCELLI et al., 1996;

SANCHES e NASCIMENTO, 2000). Os adultos, ao emergirem, abrigam-se nas fendas do caule, na região próxima ao pedúnculo dos frutos, sob folhas e no solo.

FIGURA 4. Tronco do mamoeiro infestado pela coleobroca *P. obesus*. Foto: CNPMF/Embrapa.

O ataque do inseto pode ser visualizado logo no início da infestação, pois ocorre, no local da postura, uma exsudação de látex que, em contato com o ar, se solidifica, formando uma saliência resinosa na superfície do caule (FANCELLI et al., 1996). Os danos encontram-se, em sua maior parte, no terço inferior da planta, enquanto que os insetos adultos ocorrem tanto no terço inferior quanto no superior, onde neste os adultos abrigam-se no broto terminal das plantas (SANCHES et al., 1995).

O seu dano afeta significativamente as plantas. As galerias abertas por esse inseto enfraquecem o caule, tornando a planta mais suscetível a tombamentos, chegando, em condições de alta infestação, a causar a morte dela.

Embora a sua ocorrência já tenha sido registrada nos Estados do Amazonas, do Rio de Janeiro, do Maranhão, do Pará, de Santa Catarina, de São Paulo e do Espírito Santo, é nos Estados da Bahia, da Paraíba, de Pernambuco e do Rio Grande do Norte que esta praga tem causado sérios prejuízos à cultura do mamoeiro.

O ataque da broca do caule do mamoeiro se dá com maior freqüência em pomares mal cuidados. Ao se observar a sua presença na planta, as larvas devem ser destruídas e, em seguida, recomenda-se a aplicação de inseticidas que tenham ação de contato ou profundidade, pincelando ou pulverizando o caule, desde a superfície

do solo até à inserção das folhas mais velhas. Plantas com alta infestação e plantios velhos e, ou, abandonados, onde a broca está presente, devem ser arrancados e queimados (OLIVEIRA et al., 1995; MORALES e FANCELLI, 1995).

COCHONILHAS

***Coccus hesperidum* Linnaeus, 1758 - Hemiptera: Coccidae**

***Aonidiella aurantii* (Maskell, 1879), *A. comperei* McKenzie, 1937 e *Selenaspidus articulatus* (Morgan, 1889) - Hemíptera: Diaspididae**

As cochonilhas são insetos fitófagos, de ampla distribuição geográfica, que possuem grande número de hospedeiros. Mundialmente, 43 espécies de cochonilhas já foram registradas causando danos ao mamoeiro, e destas 27 ocorrem no Brasil, mas, apenas oito foram registradas previamente no mamoeiro no País (SILVA et al., 1968; PANTOJA et al., 2002; CULIK et al., 2003).

Ao se alimentarem das diferentes partes da planta, as cochonilhas causam o amarelecimento das folhas, desfolhamento, redução do vigor da planta, depreciação do fruto atacado (Figura 5) e diminuição da produtividade. A secreção, oriunda de sua alimentação no tronco, nas folhas e nos frutos do mamoeiro, serve de substrato para o desenvolvimento de fungos saprófitas, denominados comumente como “fumagina”, que diminuem a fotossíntese da planta e reduzem o valor comercial dos frutos (BEARDSLEY e GONZALEZ, 1975; ELMER e BRAWNER, 1975; COPLAND e IBRAHIM, 1985).

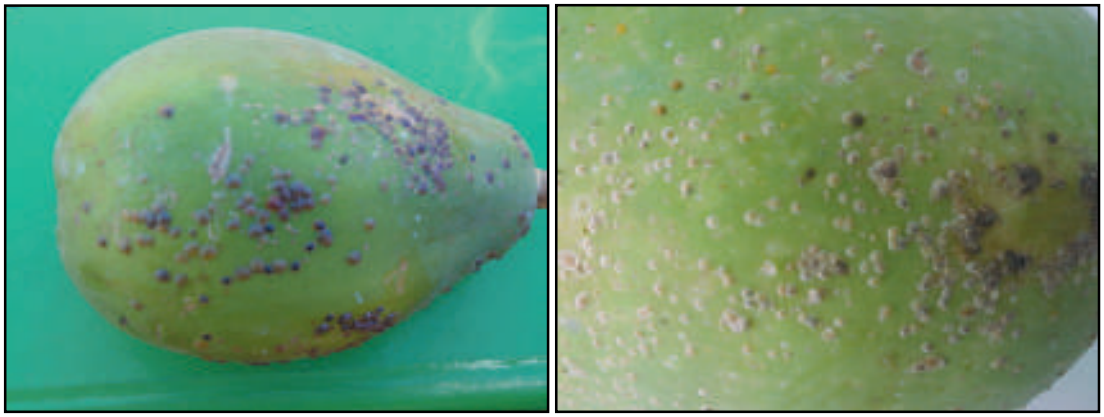


FIGURA 5. Frutos de mamão altamente infestado com cochonilha.

Além dos danos diretos e indiretos ao mamoeiro, algumas espécies de cochonilhas, por serem de importância quarentenária para alguns países, como os Estados Unidos, têm sido, atualmente, o principal fator fitossanitário de rechaço de lotes de mamão exportados pelo Brasil para o mercado americano, desde que o País retomou esta exportação, em outubro de 1998, após 13 anos de suspensão (MARTINS e MALAVASI, 1999; MARTINS, 2000; MARTINS et al., 2000; MARTINS e MALAVASI, 2003).

Coccus hesperidum foi identificada em pomares de mamão na região produtora de mamão do Espírito Santo, localizados nos municípios de Linhares e Sooretama. É uma cochonilha cosmopolita e polífaga, muito comum, conhecida vulgarmente como "escama marrom". Essa espécie já foi relatada como praga do mamoeiro na Flórida e no Havaí, EUA (CULIK et al., 2003). No Brasil, já foi constatada sua ocorrência nos seguintes Estados: Amazonas, Bahia, Pará, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo em diferentes espécies vegetais, incluindo o mamoeiro (SILVA et al., 1968).

A espécie *A. comperei* foi encontrada em pomares comerciais localizados no município de Linhares – ES, atacando fruto, pecíolo da folha e tronco do mamoeiro. É uma espécie que apresenta grande distribuição geográfica, já sendo relatada sua ocorrência na Ásia e no Pacífico, nas Américas Central e do Sul e no Caribe. É reconhecida como uma praga do mamoeiro na região do Pacífico (PANTOJA et al., 2002). No Brasil, essa espécie foi registrada nos Estados de Alagoas, da Paraíba, de Pernambuco e do Rio de Janeiro, em diferentes hospedeiros (SILVA et al., 1968), mas no mamoeiro a sua ocorrência foi registrada no Espírito Santo, a partir de 1999. *A. comperei* é uma praga potencial, mas a sua maior importância para o mamoeiro é devida ao fato de ser considerada praga quarentenária pelos Estados Unidos.

A espécie *S. articulatus* foi encontrada em frutos de mamoeiro coletados no município de Ceará Mirim-RN, e junto com a espécie *A. aurantii* no município de Parnamirim-RN, em janeiro 2003. Essas duas espécies apresentam grande potencial biótico e se dispersam muito rápido, causando sérios prejuízos para a cultura. São consideradas de extrema importância pelos prejuízos que causam ao mamoeiro nesse Estado.

Selenaspidus articulatus é uma espécie cosmopolita conhecida nas Américas do Norte, do Sul e Central e no Caribe, na África, Ásia, Austrália e Europa. Essa espécie é considerada exótica no Brasil, e já tem registro de sua ocorrência nos Estados da Bahia, do Espírito Santo, do Pará, do Rio de Janeiro e de São Paulo, em várias culturas econômicas, conhecida geralmente como "cochonilha pardinha" (SILVA et

al., 1968; CLAPS et al., 2001; LOAYZA e PARRA, 2001). Não se tinha registro dessa espécie para mamoeiro (PANTOJA et al., 2002; CULIK et al., 2003).

A cochonilha *A. aurantii* é uma espécie cosmopolita e polífaga, também conhecida como "cochonilha vermelha dos citros" ou "escama vermelha". Essa espécie é muito difundida no Brasil, ocorrendo nos seguintes Estados: Pará, Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (SILVA et al., 1968; MEDINA et al., 1989; CLAPS et al., 2001). .

A cochonilha *Morganella longispina* (MORGAN, 1889), que ocorre no tronco do mamoeiro, muito citada na literatura como praga comum dessa cultura, não tem sido observada nos levantamentos que estão sendo feitos desde 1999, em mamoeiros da região produtora do Espírito Santo.

MANDAROVÁ

***Erinnyis ello* (Linné, 1758) - Lepidoptera: Sphingidae**

Importante praga das culturas de mandioca e seringueira, pode, ocasionalmente, atacar a cultura do mamoeiro. É de ocorrência irregular, aparecendo em altas infestações em certos anos, passando outros sem ocorrer. O período favorável à sua incidência é de outubro a abril, particularmente nos meses de dezembro a março.

O adulto é uma mariposa de hábito noturno e facilmente atraída pela luz. Possui asas estreitas, medindo cerca de 10 cm de envergadura, apresentando o abdômen cinza, com faixas pretas interrompidas no dorso. As asas anteriores são cinza, alongadas e estreitas, e as posteriores, alaranjadas, com os bordos pretos. Os ovos são colocados isoladamente nas folhas, possuem cor verde, tornando-se amarelos à medida que se aproximam da eclosão. As lagartas apresentam coloração variada, do verde ao marrom e ao preto e, quando completamente desenvolvidas, chegam a medir 10 cm. O período larval é de 15 dias. Transformam-se em crisálidas no solo, e o ciclo completo é de 26 a 30 dias.

Os danos no mamoeiro são causados pelas lagartas, que se alimentam, inicialmente, das folhas e brotações mais novas e, depois, do limbo das folhas mais velhas (Figura 6). Em infestações intensas, podem causar o desfolhamento total do mamoeiro, atrasando seu desenvolvimento e expondo os frutos à insolação direta. Em pomares comerciais, na região Norte do Estado do Espírito Santo, localizados

próximo a seringais ou mandiocais, o mandarová tem se constituído como praga de importância para o mamoeiro, notadamente no período de outubro a março.

FIGURA 6. Folha do mamoeiro com alta infestação de *Erinnys ello* L. (Foto: Papaya Ceres).

Para o seu controle, recomenda-se o inseticida biológico, à base de *Bacillus thuringiensis,* que deve ser aplicado quando as lagartas encontram-se nos primeiros ínstares, pois nessa fase o produto é mais eficiente. A catação manual e destruição das lagartas só é recomendada em focos isolados, e o controle químico só deve ser utilizado quando a infestação for intensa e generalizada no pomar (SANCHES e NASCIMENTO, 1999; SANCHES e NASCIMENTO, 2000).

LAGARTA-ROSCA

***Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1776) - Lepidoptera: Noctuidae**

Espécie não muito comum à cultura do mamoeiro, pode atacar, em certas ocasiões, as mudas no viveiro e as recém-plantadas, seccionando-as rente ao solo. O dano é causado por uma lagarta de hábito noturno, que durante o dia fica enrolada e protegida sob o solo. Esse hábito de se enrolar é que deu origem ao nome “lagarta rosca” (Figura 7).

FIGURA 7. Larvas de lagarta-rosca. Foto Papaya Ceres.

A fase larval é de 30 dias, transformando-se em crisálida no solo, e, após 15 dias, emerge o adulto. As mariposas apresentam 35 mm de envergadura, asas anteriores marrons com algumas manchas pretas e as posteriores semitransparentes. As fêmeas apresentam grande capacidade de postura, chegando a colocar, em média, 1.000 ovos (GALLO et al., 2002).

Em situações de infestação que justifique o controle, a calda inseticida deve ser dirigida para o colo da planta.

FORMIGAS-CORTADEIRAS

***Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 e *Acromyrmex* sp. - Hymenoptera: Formicidae**

As espécies de formigas-cortadeiras, comumente encontradas ocasionando danos ao mamoeiro, são a saúva-limão, *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908, e a formiga-quenquém *Acromyrmex* sp. A importância dessas espécies verifica-se, basicamente, no viveiro, durante a formação de mudas, e na fase inicial da cultura, principalmente quando esta é instalada em áreas novas.

A saúva-limão é facilmente identificada, por exalar um cheiro forte de limão, quando esmagada, e difere da formiga-quenquém por ser maior e possuir apenas três pares de espinhos no dorso do tórax. Os formigueiros das quenquéns são pequenos e, geralmente, constituídos de uma só panela, ao contrário dos das saúvas, que são compostos de várias panelas interligadas por canais.

Em áreas onde ocorrem formigas saúvas e quenquéns, o controle deve seguir rigorosamente um esquema de combate inicial, antes da instalação do viveiro e da cultura no campo. A utilização de formicidas granulados, em porta-iscas, tem apresentado bom resultado de controle, com a vantagem de ser de baixo custo.

Para maior eficiência no controle, a isca deve ser aplicada ao entardecer ou à noite, ao lado do carreiro, próximo aos olheiros ativos. Devem ser evitados o contato manual com a isca e aplicações em dias e locais úmidos.

ESPÉCIES VETORAS DE DOENÇAS VIRÓTICAS DO MAMOEIRO

PULGÕES

***Aphis* spp., *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy, 1907) e *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) - Hemiptera: Aphididae**

Os pulgões são pequenos insetos sugadores, com cerca de 2 mm de comprimento, que vivem em colônias, apresentando-se em formas ápteras e aladas, com antenas bem desenvolvidas. A coloração varia conforme a espécie, sendo: de amarelo-clara a verde-escura na espécie *Aphis* sp.; de marrom, nas formas jovens, a preta, na adulta, em *T. citricidus*; e de verde-clara, na forma áptera, a coloração geral verde com a cabeça, as antenas e o tórax pretos na forma alada da espécie *M. persicae.*

Os afídeos, embora não sejam considerados pragas do mamoeiro, por não estabelecerem colônias nas plantas, são de grande importância para a cultura, uma vez que atuam como vetores de doenças viróticas, como a amarelo-letal e mosaico, sendo esta última uma das mais sérias e importantes doenças do mamoeiro no Brasil. Vinte e uma espécies de afídeos já foram confirmadas experimentalmente como vetoras do mosaico do mamoeiro, em diferentes países. No Brasil, foram confirmadas, com resultados de transmissão positiva, as espécies: *Myzus persicae* (Sulzer, 1776)*, Aphis gossypii* Glover, 1876*, A. fabae* Scopoli, 1763*, A. coreopsidis* Thomas, 1878*, Aphis* sp. e *Toxoptera citricidus* (KIRKALDY, 1907).

A planta infectada com o vírus do mosaico do mamoeiro apresenta como sintoma um mosaico clorótico, acompanhado por rugosidade e malformação foliar, estrias com aspecto oleoso nos pecíolos e caules e manchas anelares nos frutos.

Como o índice da doença na lavoura é altamente influenciado pela população de pulgões existentes na área, e a sua transmissão e disseminação se dá, facilmente, por esses afídeos ao se alimentarem em mamoeiros infectados (BARBOSA e PAGUIO, 1982) e, ainda, porque esse grupo de insetos apresenta grande número de plantas como hospedeiros, é fundamental tomar algumas medidas para conter o avanço da doença na lavoura. Entre essas medidas estão a erradicação das plantas infectadas tão logo os sintomas do mosaico possam ser reconhecidos e a eliminação de hospedeiros dos pulgões, bem como das curcubitáceas (abóbora, melão, melancia, pepino, maxixe e outras), que são hospedeiras do vírus, dentro e nas proximidades do pomar. (VENTURA e COSTA, 2002)

São relatadas na literatura mundial várias espécies de afídeos potencialmente

vetoras de doenças do mamoeiro (CULIK et al., 2003), sendo a transmissão de algumas delas comprovada somente em condições de laboratório (Tabela 2).

TABELA 2. Espécies de afídeos relatadas como vetores de doenças do mamoeiro

Espécies	Doença
• *Acyrthosiphon pisum* (Harris)	Viroses não-persistentes (ex. PRSV-p)[1]
• *Aphis coreopsidis* (Thomas)	*Papaya ringspot virus*, PRSV-p
• *Aphis craccivora* Koch	Viroses não-persistentes (ex. PRSV-p)[1]
• *Aphis fabae* Scopoli	*Papaya ringspot virus*, PRSV-p
• *Aphis gossypii* Glover	*Papaya ringspot virus*, PRSV-p; Necrose apical do mamoeiro, *Tobacco ringspot virus*, TRSV
• *Aphis illinoisensis* Shimer	Viroses não-persistentes (ex. PRSV-p)[1]
• *Aphis nerii* Fonscolombe	Viroses não-persistentes (ex. PRSV-p)[1]
• *Aphis rumicis* Linnaeus	Viroses não-persistentes (ex. PRSV-p)[1]
• *Aphis spiraecola* Patch	*Papaya ringspot virus*, PRSV-p
• *Aphis umbrella* (Börner)	Viroses não-persistentes (ex. PRSV-p)[1]
• *Carolinaia cyperi* Ainslie	Viroses não-persistentes (ex. PRSV-p)[1]
• *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach)	*Papaya ringspot virus*, PRSV-p
• *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas)	*Papaya ringspot virus*, PRSV-p
• *Neotoxoptera formosana* (Takahashi)	Viroses não-persistentes (ex. PRSV-p)[1]
• *Myzus persicae* (Sulzer)	*Papaya ringspot virus*, PRSV-p; Necrose apical do mamoeiro, *Tobacco ringspot virus*, TRSV
• *Pentalonia nigronervosa* Coquerel	*Papaya ringspot virus*, PRSV-p
• *Rhodobium porosum* (Sanderson)	Viroses não-persistentes (ex. PRSV-p)[1]
• *Rhopalosiphum maidis* (Fitch)	*Papaya ringspot virus*, PRSV-p
• *Sinomegoura citricola* (van der Goot)	*Papaya ringspot virus*, PRSV-p
• *Toxoptera aurantii* (Fonscolombe)	Viroses não-persistentes (ex. PRSV-p)[1]
• *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy)	*Papaya ringspot virus*, PRSV-p
• *Uroleucon ambrosiae* (Thomas)	Viroses não-persistentes (ex. PRSV-p)[1]
• *Uroleucon sonchi* (Linnaeus)	Viroses não-persistentes (ex. PRSV-p)[1]

[1] Estudos conduzidos em condições de laboratório, não confirmados em condições de campo.

***Trialeurodes variabilis* (Quaintance, 1900) e *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B - Hemiptera: Aleyrodidae**

Mundialmente, oito espécies de moscas-brancas são relatadas como pragas do mamoeiro (*Carica papaya* L.), destas, três ocorrem no Brasil, sendo duas delas, *Bemisia tabaci* biótipo B (*Bemisia argentifollii* Bellows & Perring) e *Trialeurodes variabilis*, já registradas como pragas potenciais do mamoeiro no País (VIEIRA e CORREA, 2001; CULIK et al., 2003). No Brasil, *T. variabilis* foi relatada em mamoeiro nos Estados de Pernambuco e São Paulo (CULIK et al., 2003). Levantamentos realizados no Espírito Santo confirmaram também apenas a ocorrência dessa espécie de mosca-branca no Estado (Figura 8).

FIGURA 8. Folha do mamoeiro com incidência de mosca branca: ninfas e adultos de *T. variabilis*.

As moscas-brancas são consideradas as pragas agrícolas mais importantes no mundo. Tanto o inseto adulto e quanto os estádios imaturos destes insetos causam danos ao se alimentarem nas plantas, perfurando e sugando a seiva das folhas, causando com isso o enfraquecimento e a redução na taxa de crescimento e na produtividade da planta (BERLINGER, 1986). O autor ainda destaca como dano indireto o fato de a planta ser geralmente prejudicada pela excreção de substância açucarada dessa praga. Essa substância contribui para o desenvolvimento de fungos saprófitas, ocasionando uma cobertura escura (fumagina), que inibe a fotossíntese da planta e reduz o valor comercial das frutas. Os danos causados por *T. variabilis* ao mamoeiro são similares aos danos causados por moscas-brancas em outras plantas, onde em altas infestações parte das folhas e dos frutos chega a ficar coberta com fumagina.

As espécies de mosca-branca são também vetores potenciais de doenças

viróticas das plantas, incluindo as viroses que infectam o mamoeiro (CULIK et al., 2003). Entretanto, para as duas doenças viróticas extremamente importantes para o mamoeiro no Brasil, o mosaico (*Papaya ringspot virus* - PRSV-p) e a meleira (*Papaya meleira virus* – PMeV) (ZAMBOLIN et al., 2000), não há nenhuma evidência de que sejam transmitidas por mosca-branca, apesar de uma associação entre o vírus da meleira e a espécie *B. tabaci* biótipo B ter sido observada por Vidal et al. (2000), em condições experimentais.

A meleira tem se constituído como uma das doenças mais sérias do mamoeiro, e a exemplo do mosaico, como medida de controle para evitar a sua disseminação na lavoura, recomenda-se a erradicação das plantas infectadas, imediatamente após o aparecimento do sintoma inicial da doença na planta (VENTURA e COSTA, 2002).

OUTRAS ESPÉCIES VETORAS DE DOENÇAS VIRÓTICAS DO MAMOEIRO

Na literatura, são citadas várias espécies de insetos e ácaros como vetores de doenças viróticas do mamoeiro (Tabela 3) nas diferentes regiões produtoras de mamão no mundo (CULIK et al., 2003).

TABELA 3 - Famílias e espécies de artrópodes relatadas como vetores de doenças do mamoeiro.

Ordem, Família e Espécies	Doença
Coleoptera: Chrysomellidae	
• *Epitrix hirtipennis* (Melsheimer)	Necrose apical do mamoeiro (terminal necrosis and wilt), *Tobacco ringspot virus*, TRSV
Hemiptera: Cicadellidae	
• *Empoasca dilitard*	"Bunchy top" (fitoplasma)
• *Empoasca papayae* Oman	Necrose apical do mamoeiro, *Papaya apical necrosis virus*, PANV; "Bunchy top" (fitoplasma)
• *Orosius argentatus* (Evans) (syn. *O.orientalis*)	Papaya yellow crinkle, PYC (fitoplasma) "Dieback" (fitoplasma)
• *Solanasca stevensi* (Young, 1953)	"Bunchy top" (fitoplasma)
Acari: Tetranychidae	
• Tetranychus sp.	Necrose apical do mamoeiro (terminal necrosis and wilt), *Tobacco ringspot virus*, TRSV
Thysanoptera: Thripidae	
• *Frankliniella fusca* (Hinds)	*Tomato spotted wilt virus*, TSWV
• *Frankliniella occidentalis* (Pergrande)	*Tomato spotted wilt virus*, TSWV
• *Frankliniella schultzei* (Trybom)	*Tomato spotted wilt virus*, TSWV
• *Frankliniella tenuicornis* (Uzel)	*Tomato spotted wilt virus*, TSWV
• *Scirtothrips dorsalis* Hood	*Tomato spotted wilt virus*, TSWV
• *Thrips moultoni*	*Tomato spotted wilt virus*, TSWV
• *Thrips palmi*	*Tomato spotted wilt virus*, TSWV
• *Thrips temporatus* (syn. *setosus*) Bailey	*Tomato spotted wilt virus*, TSWV
• *Thrips tabaci* Lindeman	Necrose apical do mamoeiro (terminal necrosis and wilt), *Tobacco ringspot virus*, TRSV; Tomato spotted wilt virus, *TSWV*

TRATAMENTO FITOSSANITÁRIO

O controle de pragas no mamoeiro deve ser enfocado sobre dois aspectos principais. O primeiro refere-se à necessidade de maior número de registro de produtos para a cultura, e o segundo à extrema sensibilidade que o mamoeiro apresenta aos agrotóxicos.

A pequena quantidade, ou a inexistência, de produtos devidamente registrados para importantes pragas ocasionais da cultura tem dificultado, e muitas vezes impossibilitado, adequado tratamento fitossanitário na cultura (ANDREI, 1999; MARIN, 1988). Esse número de produtos registrados tem aumentado, principalmente com a implantação da Produção Integrada de Mamão, que é o sistema de certificação da fruta adotado pelo Brasil, visando uma produção de qualidade, com baixo impacto ambiental e com justiça social (MARTINS et al., 2003).

Outra agravante é a extrema sensibilidade da planta à ação fitotóxica dos produtos utilizados no controle químico de pragas, visto que esta sensibilidade pode variar para diferentes produtos e também entre as formulações de um mesmo princípio ativo (SHERMAN e TAMASHIRO, 1959; SHERMAN e SANCHEZ, 1968; OLIVEIRA et al., 1981). Esse fato reveste-se de importância, uma vez que os ácaros, por causarem comumente danos econômicos à cultura, precisam ser controlados periodicamente, o que causa problemas quando da utilização sistemática de um mesmo produto.

Por outro lado, o controle de outras pragas, tidas como ocasionais, tem sido também bastante limitado, pela carência de informações sobre os efeitos fitotóxicos, para o mamoeiro, de inseticidas/acaricidas de comprovada eficiência no controle dessas pragas em outras culturas.

A fitotoxicidade provocada pelos inseticidas/acaricidas pode ocorrer nas folhas, nos frutos e nas flores do mamoeiro, e os sintomas nas plantas podem variar de intensidade, de acordo com o produto, a formulação, a dose utilizada ou ainda outros fatores, como horário de aplicação do produto, não sendo recomendável os horários de sol forte ou de altas temperaturas.

A fitotoxidez na planta pode se manifestar: como leve amarelecimento das folhas, geralmente reversível após alguns dias (fitotoxicidade leve); como amarelecimento mais intenso, não-reversível, em que as folhas já apresentam queima das bordas (fitotoxicidade mediana); ou com as folhas apresentando-se totalmente ou com mais da metade do limbo queimado (fitotoxicidade severa). Nesses casos mais extremos, o crescimento da planta é reduzido e a sua produção é afetada pelo gasto

de energia na recomposição da área foliar necessária para sua plena produção, além de depreciar a qualidade dos frutos, pela sua exposição à incidência direta dos raios solares.

Na literatura, são encontrados vários estudos que comprovam a eficiência de produtos no controle de pragas ou mostram a sensibilidade do mamoeiro a muitos deles (MAGALHÃES, 1980 ; OLIVEIRA et al., 1981 ; NAKAYAMA et al., 1986; OLIVEIRA, 1988 ; MARIN, 1988; MARIN et al., 1988 ; FANTON et al., 1993 ; MARIN et al., 1995 ; MARTINS e MARIN, 1998; SANCHES e NASCIMENTO, 2000). Os autores chamam a atenção para o fato de que a maioria desses produtos, apesar da eficiência comprovada e da não-fitotoxicidade nas dosagens apresentadas, não são registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, para uso na cultura do mamoeiro, não podendo, portanto, ser recomendados.

Na Tabela 4, encontram-se os produtos agrotóxicos registrados no Brasil para o controle de pragas (insetos e ácaros) e nas Tabelas 5 e 6, os resultados da sensibilidade do mamoeiro a vários produtos de ação inseticida e acaricida, registrados ou não para a cultura.

TABELA 4. Produtos registrados para o controle de pragas na cultura do mamoeiro, no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA

Pragas	Princípio ativo	Produto comercial	Formulação[1]	Classificação		Dose
				Tox.[2]	Amb[3]	g ou mL/ 100 L água
Ácaro-branco	abamectin	Vertimec 18 CE	CE	III	II	80 - 120
	chlorphenapyr	Pirate	SC	III	II	30 - 50
	enxofre	Kumulus DF	WG	IV	IV	400
		Kumulus DF-AG	WG	IV	IV	400
		Sulficamp	PM	IV	-	300
		Thiovit Sandoz	PM	IV	IV	200
	fenpyroximate	Ortus	SC	II	I	75 - 100
	spirodiclofen	Envidor	SC	III	-	300
	tetradifon	Tedion 80	CE	III	-	200
Ácaro-rajado	abamectin	Vertimec 18 CE	CE	III	II	40 - 60
	enxofre	Sulficamp	PM	IV	-	300
	fenpyroximate	Ortus	SC	II	I	75 - 100
Ácaro-vermelho	enxofre	Thiovit Sandoz	PM	IV	IV	200
Cigarrinha-verde	thiacloprid	Calypso 480 SC	SC	III	-	10
	thiamethoxam	Actara 250 WG	GD	III	III	600 - 800
Pulgão	thiamethoxam	Actara 250 WG	GD	III	III	400 - 600
Tripes-do-fumo	thiacloprid	Calypso 480 SC	SC	III	-	10

Fonte: Agrofit (2002, MAPA). Atualizada junho/2003.

[1]Formulações: CE - Concentrado Emulsionável, PM - Pó Molhável, PS - Pó Seco, CS - Concentrado Solúvel, SC - Suspensão Concentrada, GR – Granulado, GD - Granulos Dispersíveis em Água. **[2]Classe Toxicológica:** I – Extremamente Tóxico, II - Altamente Tóxica, III - Medianamente Tóxica, IV - Pouco Tóxico. **[3]Classe Ambiental:** I - Produto Altamente Perigoso, II - Produto Muito Perigoso, III - Produto Perigoso, IV - Produto Pouco Perigoso.

TABELA 5. Fitotoxicidade de produtos de ação inseticida/acaricida em mudas de mamoeiro do grupo Solo

Fitotoxicidade	Produto comercial	Ingrediente ativo	Concentração do ingrediente ativo no produto (%)	Formulação	Dose do produto (g ou mL/100 litros/água)
Severo desfolhamento	Afugan 30 CE	pirazofós	30	CE	60
	Citrothiol 8	citrotiol	80	PM	100
	Diazinon 600 CE	diazinom	60	CE	120
	Ethion 500	etiom	50	CE	100
	Folimat 1000	ometoato	100	SC	120
	Gusathion 400	azinfos etil	40	CE	60
	Hostathion 400	triazofós	40	CE	100
Folhas injuriadas, amareladas e com bordos e ápices queimados	Acricid 400 EC	binapacril	40	CE	200
	Acricid 400 EC	binapacril	60	CE	100
	Akar 500 CE	clorobenzilato	50	CE	120
	Cropotex 50 PM	frubenzimine	50	PM	120
	Karathane 25 PM	dinocape	25	PM	100
	Morestan 25 PM	quinometionato	25	PM	240
	Morestan 25 PM	quinometionato	25	PM	60
	Omite 30 PM	propargite	30	PM	100
	Omite 68 E	propargite	68	CE	60
	Plictran 500 BR	cihexatim	50	PM	60
	Tamaron BR	metamidofós	60	CE	240
	Thiobel 500	cartape	50	PM	250
Folhas normais com pouca ou quase nenhuma mancha	Acardifon	dicofol + tetradifom	16 + 6	CE	200
	Acaristop 500 SC	clofentezina	50	SC	50
	Acricid 400 CE	binapacril	40	CE	75
	Anthio	formothion	40	CE	120
	Applaud	buprofezim	50	PM	100
	Carbax CE	dicofol + tetradifom	16 + 6	CE	240
	Decis 25 CE	decamethrina	25	CE	30
	Dimetoato CE	dimetoato	40	CE	150
	Dimexion 40 EC	dimetoato	40	CE	150
	Dimilin 25 PM	diflubenzurom	25	PM	30
	Dipterex 500	triclorfon	50	CE	240
	Kelthane 18,5 CE	dicofol	18,5	CE	240
	Kilval 40	vamidotion	40	CE	100
	Kumulus S	enxofre	80	PM	400
	Mavrick 24 SC	fluvalinate	24	SC	30
	Meothrin 30 CE	fenpropatrin	30	CE	50
	Morestan 25 PM	quinometionato	25	PM	120
	Neoron 500 CE	bromopropilato	50	CE	75
	Sevin	carbaril	50	PM	200
	Sumithion 500 CE	fenitrotiom	50	CE	150
	Tedion 80	tetradifom	8	CE	240
	Thiodan 35 CE	endossulfam	35	CE	200
	Torque 500 SC	Óxido de fenilbutamina	50	SC	100
	Vertimec 18 CE	abamectim	18	CE	50

Fonte: Adaptado de Marin et al. (1995).

[1] Os resultados apresentados só são válidos para os produtos comerciais testados, uma vez que outros produtos com o mesmo princípio ativo, dependendo da sua formulação e ingredientes, podem apresentar resultados diferentes de fitotoxidez ao mamoeiro.

[2] Formulação: SC = Solução Concentrada, CE = Concentrado Emulsionável, PM = Pó Molhável.

TABELA 6. Fitotoxicidade de inseticidas/acaricidas em plantas adultas de mamoeiro no campo.

Fitotoxicidade	Produto comercial	Ingrediente ativo	Concentração do i.a. no produto (%)	Formulação[2]	i.a. g/100 litros
Fitotoxicidade severa: ocorre o crestamento de mais da metade da folha	Ethion 500	etiom	50	CE	75
	Hostathion 400 BR	triazofós	40	CE	40
	Omite 300 PM	propargite	30	PM	72
	Omite 720 CE BR	propargite	72	CE	72
	Peropal 250 PM	azociclotim	25	PM	7,5
Fitotoxicidade leve: ocorre um leve amarelecimento das folhas, geralmente reversível após alguns dias	Acricid 400 EC	binapacril	40	CE	57
	Acricid 400 EC+Acaristop 500SC	binapacril + clofentezina	40 + 50	CE+SC	57+36
	Acricid 400 EC + Tedion 80	binapacril + tetradifom	40 + 8	CE+CE	57+17
	Carbax	dicofol + tetradifom	16 + 6	CE	32+12
	Cyhexatin 500	cihexatim	50	SC	25
	Dimexion	dimetoato	40	CE	60
	Kilval 300	vamidotiom	30	CE	30
	Meothrin	fenpropatrim	30	CE	150
	Neoron 500 CE	bromopropilato	50	CE	37,5
	Nuvacron 400	monocrotofós	40	CE	40
	Plictran 500 BR	cihexatim	50	PM	18
	Plictran 500 BR + Tedion 80	cihexatim + tetradifom	50 + 8	PM+CE	18+17
	Tedion 80	tetradifom	8	CE	24
	Thiobel 500	cartape	50	PS	60
	Torque 500 SC	fenbutatim	50	SC	30
	Acaristop 500 SC	clofentezina	50	SC	36
	Acaristop 500 SC	clofentezina	50	SC	25
	Neoron 500 CE + Tedion 80	bromopropilato+tetradifom	50 + 8	CE+CE	53+17
Plantas sem sintomas de fitotoxicidade	Savey PM	hexitiazox	50	PM	1,5
	Thiodan CE	endosulfam	48	CE	70
	Thiovit	enxofre	80	SC	480
	Vertimec 18 CE	abamectim	1,8	CE	0,7
	Vertimec 18 CE	abamectim	1,8	CE	1

Adaptado de Nakaiama et al. (1986) e Fanton et al. (1993).

[1] Os resultados apresentados só são válidos para os produtos comerciais testados, uma vez que outros produtos com o mesmo princípio ativo, dependendo da sua formulação e ingredientes, podem apresentar resultados diferentes de fitotoxidez ao mamoeiro.

[2] Formulação: SC = Solução Concentrada, CE = Concentrado Emulsionável, PM = Pó Molhável.

REFERÊNCIAS

ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas; guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola**. 6. ed. São Paulo, SP: ANDREI, 1999. 672p.

AUBERT, B. P.; LOSSOIS, J.; MARCHAL, J. Mise en evidence des dégats causés par *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) sur papayer à l'ile de la Réunion. **Fruits**, v.36, p.9-24, 1981.

BARBOSA, F. R.; PAGUIO, O. R. Vírus da mancha anelar do mamoeiro: incidência e efeito na produção do mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.7, p.365-373, 1982.

BEARDSLEY, J. W. JR.; GONZALEZ, R. H. The biology and ecology of armored scales. **Ann. Rev. Entomol**., v.20, p.47-73, 1975.

BERLINGER, M. J. Host Plant Resistance to *Bemisia tabaci.* **Agric. Ecosystems Environ**., v.17, p.69-82, 1986.

CLAPS, L. E.; WOLFF, V. R. S.; GONZÁLEZ, R. H. Catálogo de las Diaspididae (Hemiptera: Coccoidea) exóticas de la Argentina, Brasil y Chile. **Rev. Soc. Entomol. Argent**., v.60, p.9-34, 2001.

CHIAVEGATO, L. G. **Contribuição ao estudo dos ácaros da cultura algodoeira em algumas regiões do Estado de São Paulo**. 1971. Tese (Doutorado) – ESALQ/ USP, Piracicaba, SP.

COPLAND, M. J. W.; IBRAHIM, A. G. Biology of glasshouse scale insects and their parasitoids. In: HUSSEY, N.W.; SCOPES, N. **Biological pest control: the glasshouse experience**. Ithaca, Cornell: University Press, 1985. 240p.

CULIK, M. P.; MARTINS, D. dos S.; VENTURA, J. A. **Índice de artrópodes pragas do mamoeiro (*Carica papaya* L.)**. Vitória: Incaper, 2003. 48p.

ELMER, H. S.; BRAWNER, O. L. Control of brown soft scale in Central Valley. **Citrograph**, v. 60, p.402-403, 1975.

FANCELLI, M.; SANCHES, N. F.; DANTAS, J. L. L.; MORALES, C. F. G. Pragas do mamoeiro. In: MENDES, L. G.; DANTAS, J. L. L.; MORALES, C. F. G. (ed.). **Mamão no Brasil**. Cruz das Almas, BA: EUFBA/Embrapa-CNPMF, 1996. p. 77 - 84.

FANTON, C. J.; ARLEU, R. J.; MARTINS, D. dos S. Fitotoxidez de inseticidas/acaricidas na cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) grupo Solo. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL FRUITS. **Abstracts...** Vitória, ES: EMCAPA, 1993. p.17.

FARIAS, A. R. N.; ALMEIDA, O. A. **Ocorrência de *Pseudopiazurus papayanus* em Cruz das Almas, Bahia**. Cruz das Almas, BA: Embrapa-CNPMF, 1992. (Embrapa-CNPMF. Mamão em Foco, 49).

GHAURI, M. S. K. The *solana*-group of *Empoasca* Walsh (Homoptera, Cicadelloidea): its generic status and a new species from pawpaw. **Bulletin of Entomological Research**, v. 63, p. 425-429, 1974.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D. MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. São Paulo, SP: Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 2002. 920 p.

LANGLITZ, H. O. The economic species of *Empoasca* in the coastal and sierra regions of Perú. **Revista Peruana de Entomologia**, v. 7, p. 54-70, 1964.

LARA, F. M.; SILVEIRA NETO, S. Influência de armadilhas adesivas coloridas na atração de cigarrinha *Empoasca* sp. em cultura de feijão. **O Solo**, Piracicaba, v.62, p.21-22, 1970.

LEIGH, T. F.; GRIMES, D. W.; YAMADA, H.; BASSET, D.; STOCKTON, J. R. Arthropod abundance in cotton in relation to some cultural management variables. In: TALL TIMBERS CONFERENCE ON ECOLOGY AND. CONTROL BY HABIT MANAGEMENT. **Proceedings...** 1969. p. 27-28.

LOAYZA, R. M.; PARRA, J. R. P. Cochonilha-pardinha, *Selanaspidus articulatus* (Hemíptera: Diaspididae) In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Eds.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. 173p.

MAGALHÃES, P. M. **Efeitos fitotóxicos em mamoeiro (*Carica papaya* L.) de produtos eficientes no controle do ácaro *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904)**. Jaboticabal, SP: FCAV-UNESP, 1980. 81p. (Trabalho de Graduação).

MARIN, S. L. D. **Efeitos fitotóxicos de inseticidas, acaricidas e fungicidas em mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.) cv. Solo**. Jaboticabal, SP: FCAV-UNESP, 97p. (Tese Mestrado).

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

MARIN, S. L. D.; RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, C. A. L. Toxicidade de inseticidas, acaricidas e fungicidas ao mamoeiro cv. Solo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 2., 1988, Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal, SP: FCAV/UNESP, 1988. p. 219-228.

MARTINS, D. dos S. Exportação de mamão “solo” para os Estados Unidos – Procedimentos. In: RITZINGER, C. H. S. P.; SOUZA, J. da S. (org.). **Mamão Fitossanidade.** Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 15 – 22.

MARTINS, D. dos S.; ALVES, F. de L. Ocorrência de mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae), na cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Norte do Estado do Espírito Santo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.17, p.227-229, 1988.

MARTINS, D. dos S.; ALVES, F. de L.; ZUCCHI, R. A. Levantamento de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na cultura do mamoeiro no Norte do Espírito Santo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.22, p.373-379, 1993.

MARTINS, D. dos S.; MALAVASI., A. 1999. Aplicação do “system approach” para exportação de frutas com ênfase para o mamão (papaya) brasileiro. In: ALVES, R. E.; VELOZ, C. S. (Org.). **Exigências quarentenárias para exportação de frutas tropicais e subtropicais**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT/CYTED/ CONACYT, p.97-112.

MARTINS, D. dos S.; MALAVASI., A. Aplicação do “system approach” para a exportação de frutas: mamão brasileiro.para os Estados Unidos. In: ZAMBOLIM, L. (ed.). **Manejo integrado: produção integrada fruteiras tropicais – doenças e pragas**. Viçosa: UFV, 2003. p.7-35.

MARTINS, D. dos S.; MARIN, S. L. D. Pragas do mamoeiro. In: BRAGA SOBRINHO, L. B.; CARDOSO, J. E.; das CHAGAS F. (ed.). **Pragas de fruteiras tropicais de importância agroindustrial**. Brasília: Embrapa-SPI; Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1998. p.143-153.

MARTINS, D. dos S.; URAMOTO, K.; MALAVASI., A. Mosca-das-frutas nos Estados brasileiros: Espírito Santo. In: MALAVASI., A.; ZUCCHI, R. A. (ed.). **Mosca-das-frutas de importância econômica no Brasil: Conhecimentos básicos e aplicado**. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2000. p.253-258.

MEDINA, J. C.; BLEINROTH, E. W.; SIGRIST, J. M. M.; MARTIN Z. J. de; NISCIDA, A. L. A. C.; BALDINI, V. L. S.; LEITE, R. S. S. F.; GARCIA, A. E. B. **Mamão: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2. ed. rev e ampl. Campinas: ITAL, 1989. 367p.

MARTINS, D. dos S.; YAMANISHI, O. K.; TATAGIBA, J. da S. **Normas técnicas e documentos de acompanhamento da produção integrada de mamão**. (Documentos, 120). Vitória: Incaper, 2003. 60p.

MORALES, C. F. G.; FANCELLI, M. **Alerta contra a broca do mamoeiro**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMF, 1995. (Folder).

NAKAYAMA, K.; ABREU, J. M.; SCANAVACHI, V. Controle químico do ácaro rajado, praga do mamoeiro no Extremo Sul da Bahia. **Theobroma**, Ilhéus, BA, v.16, p.161-71, 1986.

OLIVEIRA, A. M. G.; FARIAS, A. P. S.; OLIVEIRA, J. R. P. et al. **Mamão para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília, DF: EMBRAPA - SPI, 1994. 52p. (FRUPEX. Publicações Técnicas, 8).

OLIVEIRA, A. M. G.; OLIVEIRA, M. A.; DANTAS, J. L. L.; SANCHES, N. F.; MEDINA, V. M.; CORDEIRO, Z. J. M.; SANTOS FILHO, H. P.; CARVALHO, J. E. B. **A cultura do mamoeiro**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMF, 1995. 80p. (EMBRAPA-CNPMF. Circular Técnica, 21).

OLIVEIRA, C. A. L. Ácaros do mamoeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 2., Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal, SP: FCAV/ UNESP, 1988. p.197-205.

OLIVEIRA, C. A. L.; MAGALHÃES, P. M.; RUGGIERO, C. Efeitos fitotóxicos em mamoeiro (*Carica papaya* L.) de produtos eficientes no controle do ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904). **Soc. Jorn. Hort. Sci.**, v.25, p.305-309, 1981.

PANTOJA, A., P.; FOLLETT, A.; VILLANUEVA-JIMÉNEZ, J. A. Pests of papaya. In: PENA, J.; SHARP, J.; WYSOKI, M. (Eds.). **Tropical fruit pests and pollinators: biology, economic importance, natural enemies and control**. Cambridge: CABI Publishing, 2002. p. 131-156.

SANCHES, N. F.; NASCIMENTO, A. S. Pragas e seu controle. In: SANCHES, N.F.; DANTAS, J.L.L. (coords.). **O cultivo do mamão**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. 105p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura, 34).

SANCHES, N. F.; NASCIMENTO, A. S. Pragas e seu controle. In: TRINDADE, A.V. (org.). **Mamão. Produção: aspectos técnicos**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura; Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 77p. (Frutas do Brasil, 3).

SANCHES, N. F.; FANCELLI, M.; DANTAS, J. L. L. Distribuição de *Pseudopiazunus papayanus* Marshall,1922 (Coleoptera: Curculionidae) em caule de mamoeiro (*Carica papaya* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., Caxambu, MG. 1995. **Resumos**, Lavras: ESAL, 1995. p. 287.

SANTA CECÍLIA, L. V. C.; REIS, P. R. Pragas do mamoeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v.134, p.49-53, 1986.

SEGNINI, S.; MONTAGNE, A. Biologia y ecologia poblacional de *Empoasca kraemeri* Ross y Moore (Homoptera: Cicadellidae) em caraota *Phaseolus vulgaris* L. reconocimiento taxonômico de *Empoasca kraemeri* y de otras espécies relacionadas. **Boletín de Entomología Venezolana**., N.S., v. 5, p. 18-27, 1989. Disponível em: http://www.redpav-fpolar.info.ve/ entomol/v05/0502b001.html. Acesso em: 12 jun. 2002.

SEO, S. T.; TANG, C. S. Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae) toxicity of benzyl isothiocyanate against eggs or first instar of three species. **J. Econ. Entomol.**, v.75, p.1132-1135, 1982.

SHERMAN, M.; SANCHEZ, F. F. **Further studies on the toxicity of insecticides and acaricides to the papaya (*Carica papaya* L.)**. Hawaii: Hawaii Agric. Exper. Sta., 1968. 63p. (Tech. Bull., 74).

SHERMAN, M.; TAMASHIRO, M. **Toxicity of insecticides to the papaya, *Carica papaya* L., Hawaii**. Hawaii Agric. Exper. Sta., 1959. 56p. (Tech. Bull., 40).

SHIZUTO, M. **Fruticultura**. Campinas, SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1991. 429p.

SILVA, A. G. A.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. DO N.; SIMONI, L. de. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil e seus parasitos e predadores**. Parte II – 1° Tomo. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1968. 622p.

VENTURA, J. A.; COSTA, H. Manejo integrado das doenças de fruteiras tropicais: abacaxi, banana e mamão. In: ZAMBOLIM, L. (ed.). **Manejo integrado; fruteiras tropicais - doenças e pragas**. Viçosa: UFV, 2002. p.279-352.

VIEIRA, M. R.; CORREA L. S. Ocorrência de moscas brancas (Hemiptera: Aleyrodidae) e do predador *Delphastus pusillus* (LeConte) (Coleoptera: Coccinellidae) em mamoeiro (*Carica papaya* L.) sob cultivo em ambiente protegido. **Neotropical Entomology**, v.30, p.171-173, 2001.

VIDAL, C. A., NASCIMENTO, A. S.; BARBOSA, C. J.; MARQUES, O. M.; HABIBE, T. C. Experimental transmission of " sticky disease" of papaya by *Bemisia argentifolli* Bellows & Perring. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, XXI., Foz do Iguaçu, PR, 2000. **Abstracts**... Foz do Iguaçu, p.819.

ZAMBOLIM, E. M.; BARROS, D. R.; MATSUOKA, K.; KUNIDA, S.; CARVALHO, M. G.; ZERBINI, F. M. Purification and partial characterization of papaya "meleira" virus. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25 (suplemento), p.442, 2000. (Resumos).

Capítulo

11

SYSTEMS APPROACH NA PRODUÇÃO DE MAMÃO DO ESPÍRITO SANTO, COMO GARANTIA DE SEGURANÇA QUARENTENÁRIA CONTRA MOSCAS-DAS-FRUTAS

David dos Santos Martins

Aldo Malavasi

INTRODUÇÃO

A intensificação do fluxo mundial de produtos agrícolas tem aumentado o perigo de introdução de novas pragas em regiões onde elas ainda não ocorrem. Para minimizar esse risco, vários países, sobretudo àqueles onde a agricultura tem papel de destaque, têm imposto cada vez mais restrições quarentenárias nas transações comerciais envolvidas nas importações de produtos agrícolas.

As espécies de mosca-das-frutas, tefritídeos, constituem pragas de grande importância não só pelos prejuízos diretos que causam às fruteiras, mas, principalmente, pelo impedimento à comercialização de frutas *in natura* entre os países, por razões quarentenárias a este grupo de pragas. A mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (WIEDEMANN,1824), juntamente com a mosca-sul-americana, *Anastrepha fraterculus* (WIEDEMANN,1830), são tidas como as espécies de maior importância, por infestar a maioria das frutas e limitar as exportações de várias frutas brasileiras (Figura 1). O mamão papaia, apesar de ser hospedeiro secundário de tefritídeos,

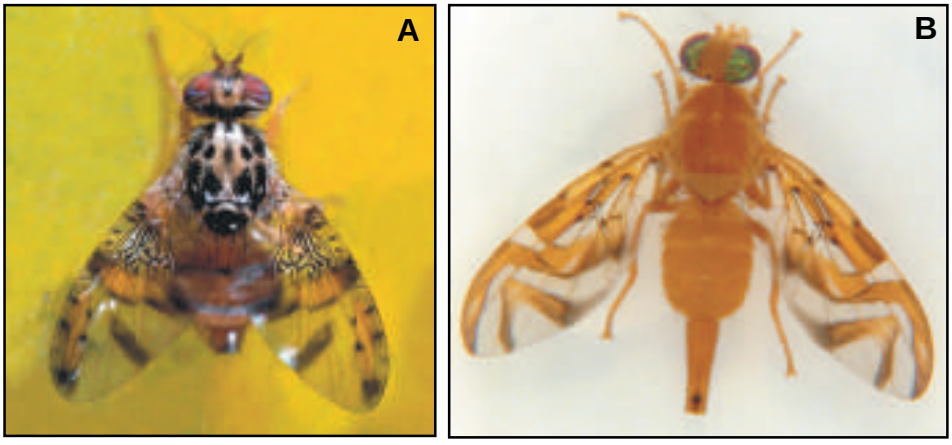


FIGURA 1. Moscas-do-mediterrâneo, *C. capitata* (A), e mosca-sul-americana, *A. fraterculus* (B), espécies de mosca-das-frutas mais importantes no Brasil.

também sofre essas restrições.

A ocorrência da mosca-das-frutas, *C. capitata*, em mamão, foi observada no Havaí por Kech (1942), na Flórida (USA) por Weems Jr. (1962) e no Brasil por Martins e Alves (1988), em agosto de 1987, no município de Linhares, ES, onde as perdas chegaram a atingir cerca de 15% da produção. A mosca-do-mamão, *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker, e três outras espécies de Anastrepha: *A. obliqua* (MACQUART, 1835), *A. ludens* (Loew) e *A. suspensa* (Loew) são referidas em mamoeiro para outros países (MCALISTER, 1936; NORRBOM e KIM, 1988). Dessas, apenas A. obliqua ocorre no Brasil (MALAVASI et al., 1999; ZUCCHI, 1999). No Brasil, particularmente no Estado do Espírito Santo, até o momento, foram observadas as espécies *C. capitata e A. fraterculus* infestando frutos de mamão (MARTINS e ALVES, 1988; MARTINS et al., 1993; MALAVASI et al., 1996).

Apesar do padrão de qualidade da fruta produzida, alguns países não aceitam o mamão produzido no Brasil, por medidas quarentenárias com relação à mosca-das-frutas. Países como Estados Unidos e Japão, dois grandes mercados consumidores, suspenderam as importações em meados dos anos 80, após a proibição do dibrometo de etileno em seus territórios, produto que era utilizado na desinfestação das frutas como tratamento quarentenário.

Por falta de alternativa ao dibrometo de etileno, o Brasil deixou de exportar várias frutas tidas como hospedeiras deste grupo de pragas, até que fossem desenvolvidos estudos e métodos eficientes de controle, aceitos por esses países. Estudos posteriores permitiram a liberação da importação pelos EUA para o melão produzido na região de Mossoró e Açu, Estado do Rio Grande do Norte, que foi comprovada como área livre da mosca-das-cucurbitáceas sul americana, *Anastrepha grandis* (NASCIMENTO et al., 1988), e para a manga, com a aprovação do controle hidrotérmico como tratamento quarentenário (NASCIMENTO, 1990). Para o mamão brasileiro, nenhum tratamento quarentenário pós-colheita está aprovado (MALAVASI et al., 1996).

Objetivando atingir o mercado americano, foram desenvolvidos vários estudos no Estado do Espírito Santo (MARTINS et al., 1995ab; MARTINS et al., 1996; MARTINS e MALAVASI, 1997; MARTINS et al., 1997), onde foi demonstrado que o mamão Solo produzido no Estado, até atingir o ponto em que é colhido comercialmente, não é susceptível ao ataque de mosca-das-frutas das espécies quarentenárias *C. capitata e A. fraterculus*. Esses estudos serviram de base para se desenvolver um programa de redução de riscos de infestação do mamão por tefritídeos, o Systems Approach, com forte base biológica e ecológica, que permitiu a exportação de mamão para os Estados

Unidos, a partir de setembro de 1998, sem qualquer tratamento pós-colheita.

Esse estudo foi caracterizado por uma forte interação entre o setor público de pesquisa e o setor produtivo, envolvendo, por um lado, a Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária – Emcapa, hoje denominado Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER, e a Universidade de São Paulo – USP e, por outro lado, a Federação da Agricultura do Espírito Santo - FAES, o Serviço Brasileiro de Apoio à Pequena e Micro-Empresa – SEBRAE-ES e Empresas de Exportação de Frutas do Estado.

SYSTEMS APPROACH

O Systems Approach é um conceito relativamente novo e é definido, por Jang e Moffitt (1994), como “a integração de fatores biológicos, físicos e operacionais que podem afetar a incidência, viabilidade e potencial reprodutivo de uma praga em um sistema de práticas e procedimentos que juntos levam à segurança quarentenária”. Segundo Malavasi et al. (1996), o Systems Approach é um conceito que integra as práticas de pré e pós-colheita empregadas na produção, colheita, empacotamento e transporte dos frutos que promove, em cada passo, a garantia de que o produto está livre da praga em questão, de modo a atingir a segurança quarentenária exigida pelos países importadores.

Este sistema foi aplicado inicialmente para a papaia no Havaí (APHIS, 1991). A partir daí, este método foi desenvolvido para algumas frutas, permitindo a sua exportação, como: o abacate do Havaí (ARMSTRONG, 1991; APHIS, 1992a) e mamão da Costa Rica (APHIS, 1992b) para os Estados Unidos; as maçãs e cerejas de Washington (MOFFITT, 1990) e pomelo da região central da Flórida (Simpson, 1993) para o Japão; as nozes da Califórnia para a Nova Zelândia (YOKOYAMA et al., 1992); o abacate, variedade Hass, do México, para os Estados do nordeste americano (APHIS, 1997); e, recentemente, o mamão produzido no Brasil, especificamente do Estado do Espírito Santo, para os Estados Unidos (APHIS, 1997 e 1998). A aplicação do conceito de Systems Approach, na região produtora de mamão do Estado do Espírito Santo, até o momento, é o único caso de sua utilização no Brasil.

Malavasi (2000) relata que, para o sucesso da implantação de um programa de Systems Approach em determinada área ou região alguns elementos são básicos, como:

- a fruta em questão deve ser um hospedeiro secundário, não-preferencial de mosca-das-frutas ou possuir uma resistência natural aos ataques das moscas quando ainda verde, em decorrências de compostos químicos existentes nas cascas dos frutos que possuem ação ovicida ou de inibição à oviposição;

- a população de mosca-das-frutas nos campos de produção deve ser de baixa densidade, para ela exercer uma menor pressão de ataque, diminuindo assim a infestação e, conseqüentemente, o risco quarentenário;

- a utilização de boas práticas culturais é condição absolutamente indispensável nas áreas que se destinam à exportação e que sejam administradas dentro de alto padrão técnico-agronômico;

- o packing-house deve estar perfeitamente adequada às exigências do programa e possuir linha completa de processamento do fruto, incluindo a paletização, áreas de empacotamento teladas e isoladas dos demais frutos, boa capacidade de armazenamento a frio e sistemas de carregamento e de transporte rápido, seguros e eficientes; e

- o bom entrosamento e a confiança mútua entre os Serviços de Proteção Vegetal dos países, exportador e importador, devem existir, uma vez que o Systems Approach envolve uma série de procedimentos que devem ser rigorosamente seguidos, sob pena de se comprometer a segurança quarentenária em diferentes etapas.

O autor cita, ainda, que devem ser levados em conta os seguintes elementos na implantação de um programa de Systems Approach:

- biologia da espécie-alvo;
- conhecimento sobre a biologia da infestação da praga-alvo;
- levantamento populacional da praga-alvo;

- fenologia da planta hospedeira;
- química do fruto;
- desenvolvimento de variedades resistentes;
- aumento da resistência natural;
- gerenciamento da colheita; e
- limpeza do pomar.

ESTUDOS REALIZADOS

Os estudos que serviram para aplicação do Systems Approach nas áreas de produção de papaia do Estado do Espírito Santo foram conduzidos dentro dos requisitos internacionais, baseando-se em um projeto anteriormente aprovado pelos Estados Unidos para o mamão produzido na Costa Rica. Eles foram concluídos em dezembro/94, sendo submetidos ao Animal and Plant Health Inspection Service - APHIS/United States Department of Agriculture - USDA, em julho de 1995, tendo sido aprovado inicialmente por esse Departamento em março de 1997, e posteriormente, de forma definitiva em março de 1998, tendo o primeiro embarque ocorrido em setembro de 1998.

As premissas que embasaram a realização do projeto de pesquisa foram:

a) frutos de mamão do grupo Solo são considerados hospedeiros secundários de mosca-das-frutas, principalmente, as dos gênero Anastrepha e Ceratitis;

b) o fruto verde contém naturalmente em sua casca alta concentração do composto químico benzil-isotiocianato (BITC), que tem ação ovicida e de inibição à oviposição e cuja concentração decresce à medida que o fruto amadurece, aumentando assim a susceptibilidade da fruta ao ataque de tefritídeos;

c) a colheita é feita com os frutos em estágios bem verdes, tanto para o mercado interno como para o externo, já que a fruta é altamente climatérica e há longo período de trânsito até o consumidor final;

d) os produtores da região norte do Estado do Espírito Santo não aplicam qualquer inseticida contra mosca-das-frutas, pois elas não se constituem absolutamente em praga desta cultura;

e) a densidade de mosca-das-frutas das espécies *C. capitata e A. fraterculus* na região é baixa; e,

f) a Costa Rica teve o método de Systems Approach aprovado pelos Estados Unidos para os frutos de mamão produzidos especialmente numa província do país e dentro de premissas semelhantes às citadas.

Baseando-se nessas premissas, foi realizado um projeto com duração de 18 meses, de julho de 1993 a dezembro de 1994, no Norte do Espírito Santo, utilizando-se seis áreas de produção comercial, localizadas de forma a representar grande parte da região produtora de mamão do Estado. Realizaram-se três estudos, cujos resultados são descritos a seguir:

Levantamento e monitoramento populacional de tefritídeos

As seis áreas de produção foram monitoradas com armadilhas McPhail – 20 armadilhas por área, tendo como atrativo a proteína hidrolizada a 5%, para *Anastrepha* spp., e com armadilhas Jackson – 10 armadilhas por área, tendo como isca atrativa o trimedlure, para *C. capitata* (Figura 2). As armadilhas eram verificadas semanalmente e as moscas capturadas, após triadas e contadas, eram fixadas em álcool 70%, e, posteriormente, encaminhadas para identificação no Laboratório de Mosca-das-Frutas do Departamento de Biologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo-USP.

Durante as 75 semanas do projeto, foram capturadas 2.703 moscas do gênero Anastrepha e apenas 15 machos de *C. capitata* (Tabela 1). A densidade populacional das espécies do gênero Anastrepha, mostrou-se extremamente baixa variando de 0,002 a 0,313 com média de 0,042 MAD (moscas/armadilha/dia). Baixo nível populacional de *C. capitata* também foi verificado na região. A sua densidade variou de 0 a 0,004, com média de 0,0004 MAD. Foram coletadas no período nove espécies do gênero *Anastrepha* (Tabela 2). Destas, *A. fraterculus* foi a espécie de maior ocorrência e freqüência na região, participando com cerca de 72% do total capturado. A segunda maior ocorrência foi da espécie *A. pickeli*, com 13,2%, vindo em seguida *A. distincta*, com 6,0%; *A. obliqua*, com 5,6%; *A. serpentina*, com 1,8%; e, com menos de 1% de ocorrência, as espécies *A. pseudoparallela*, *A. grandis*, *A. manihoti* e *A. fumipennis*.

FIGURA 2. Armadilha McPhail com proteína hidrolizada (5%) e armadilha Jackson com feromônio trimedlure, para monitoramento de mosca-das-frutas do gênero Anastrepha e C. capitata, respectivamente.

TABELA 1. Número de espécimes coletados e densidade populacional – expressa em MAD – de *C. capitata* e *Anastrepha* spp., em seis pomares comerciais de mamão do grupo Solo, na região Norte do Espírito Santo, período: julho/93 a dezembro/94.

Parâmetro avaliado	*C. capitata*	*Anastrepha* spp.
nº de espécimes coletados	15	2.703
densidade populacional (mosca/armadilha/dia-MAD)	0,0004	0,042
variação da densidade populacional (MAD)	0 a 0,0004	0,0020 a 0,313
nº de armadilhas examinadas/semana	60	120
nº de semanas consecutivas observadas	75	75

Esses resultados mostram valores de densidade populacional de mosca-das-frutas na região bem abaixo do nível estabelecido e podem caracterizar a cultura do mamão na região de produtora do Estado do Espírito Santo como de baixa prevalência de tefritídeos. Malavasi (1999) estabelece, de um modo geral, que o nível aceitável de população de mosca-das-frutas em um pomar comercial não deve ultrapassar a três exemplares/armadilha/semana, que corresponde a um MAD igual a 0,43.

TABELA 2. Levantamento de tefritídeos em pomares comerciais de mamão do grupo Solo, no Norte do Espírito Santo, período: julho/93 a dezembro/94.

Espécies	Meses do Ano[1]												Ocorrência
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	(%)
A. fraterculus	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	71,94
A. pickeli		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	13,22
A. distincta	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6,00
A. obliqua		*	*				*	*					5,60
A. serpentina	*	*	*	*			*	*					1,78
A. pseudoparallela	*						*	*					0,65
A. grandis		*	*				*	*					0,41
A. manihoti							*	*					0,24
A. fumipennis		*	*										0,16
C. capitata	*						*		*	*	*	*	-

[1] Ocorrência de pelo menos um espécime no mês.

Levantamento de infestação natural dos frutos em áreas de produção comercial de mamão

A maturação dos frutos foi dividida em cinco diferentes estágios, variando do ponto de colheita, frutos no início do amadurecimento, apresentando as primeiras pintas ou listras amarelas na superfície da casca, até o estágio em que os frutos apresentam ¾ da sua casca amarelos, maturação esta bem acima do ponto em que os frutos são colhidos comercialmente (Figura 3 e Tabela 3).

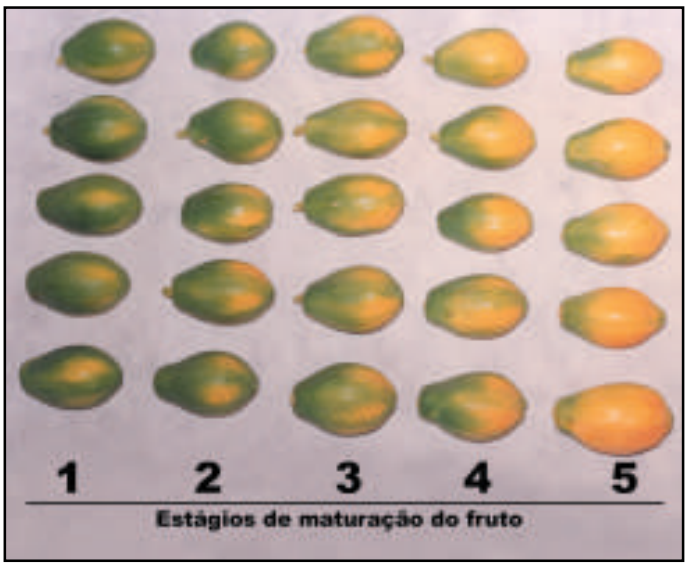


FIGURA 3. Frutos de Papaya, cultivar Sunrise Solo, em cinco estágios de maturação.

TABELA 3. Caracterização dos estágios de maturação do fruto de mamão

Estágio de maturação	Maturação do fruto	Descrição da coloração da casca do fruto
1	Verde Maduro	Compreende frutos no início do amadurecimento, apresentando na casca as primeiras pintas ou listras amarelas, chegando até 15% da sua superfície com cor amarela envolvida por coloração verde.
2	¼ maduro	Frutos com coloração da casca entre 15 e 25% de cor amarela envolvida pela cor verde.
3	½ maduro	Frutos com coloração da casca entre 25 e 50% de cor amarela envolvida pela cor verde.
4	¾ maduro	Frutos com coloração da casca entre 50 e 75% amarela.
5	Maduro	Frutos apresentando mais de 75% da casca com a coloração amarela, mas ainda apresentando pequena parte da sua superfície verde.

Semanalmente, em cada uma das seis áreas, 50 frutos de cada um dos cinco estágios eram colhidos para corte e análise no Laboratório de Entomologia do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Norte/Emcapa, hoje Centro Regional de Desenvolvimento Rural de Linhares/Incaper. Para melhor visualização de uma possível infestação inicial, os frutos só eram cortados após um tempo de permanência no laboratório, suficiente para a eclosão e o desenvolvimento inicial das larvas.

No total, foram examinados 113.060 frutos, nos cinco estágios de maturação, sem ter sido constatado nenhum fruto infestado (Tabela 4).

TABELA 4. Infestação natural de frutos de pomares comerciais de mamão do grupo Solo, na região Norte do Espírito Santo, período: julho/93 a dezembro/94

Estágio de maturação dos frutos	Nº de frutos examinados[1]	Nº de frutos infestados
1	22.093	0
2	22.977	0
3	23.351	0
4	22.603	0
5	22.036	0
Total	**113.060**	**0**

[1] 50 frutos/estágio de maturação/pomar/semana, totalizando 1.500 frutos examinados/semana.

Infestação forçada em condições de campo e laboratório

Frutos nos cinco estágios de maturação foram também submetidos à infestação forçada no campo e em laboratório. As infestações no campo foram realizadas em gaiolas teladas de 3,70 x 3,25 x 3,60 m, contendo duas plantas com frutos em todos estágios de maturação, expostas por 48 horas a 50 casais de moscas, sexualmente maduras, com 15 dias de idade (Figura 4). Após 12 testes com *C. capitata* e 28 com *A. fraterculus*, foi verificado apenas infestação nos frutos em estágios de maturação igual ou maior que 5 (frutos com a superfície da casca com igual ou superior a $^3/_4$ amarelecida) (Tabela 5). Nos testes de laboratório, os frutos foram colocados em gaiolas teladas.

FIGURA 4. Teste de infestação forçada de mosca-das-frutas em mamão papaya.

TABELA 5. Infestação forçada, com moscas-das-frutas em condições de campo, em mamoeiros do grupo Solo em pomar comercial. Linhares-ES, 1994.

Estágio de maturação dos frutos	*C. capitata*		*A. fraterculus*	
	N° de frutos examinados[1]	Pupas obtidas	N° de frutos examinados[1]	Pupas obtidas
< 1	509	0	757	0
1	126	0	276	0
2	61	0	115	0
3	45	0	106	0
4	30	0	83	0
5	48	0	143	79
> 5	63	401	73	288
Total	**882**	**401**	**1.553**	**407**

[1] 2 plantas/gaiola, contendo frutos em diferentes estágios de maturação, com infestação de 50 casais/gaiola, com 15 dias de idade e com tempo de exposição à infestação de 48 horas.e submetidos por 48 horas à presença de 15 casais de moscas sexualmente maduras.

Foram cinco testes com *C. capitata* e três com *A. fraterculus*, e da mesma forma só houve infestação nos estágios igual ou superior a 5 (Tabela 6).

Os resultados indicam que, mesmo com pressão populacional relativamente alta, as fêmeas de ambas as espécies ovipositam somente em frutos em adiantado estágio de maturação. Resultados semelhantes foram encontrados por Líquido et al. (1989), que verificaram que a infestação de papaia por moscas-das-frutas era proporcional ao grau de maturação do fruto.

TABELA 6 - Infestação forçada, em condições de laboratório, de *C. capitata e A. fraterculus* em frutos de mamão do grupo Solo, em diferentes estágios de maturação, São Paulo-SP, 1993.

Estágio de maturação dos frutos	*C. capitata*		*A. fraterculus*	
	N° de frutos examinados[1]	Pupas obtidas	N° de frutos examinados[1]	Pupas obtidas
1	187	0	104	0
2	52	0	29	0
3	29	0	12	0
4	15	0	6	0
≥ 5	66	238	40	0
Total	**349**	**238**	**191**	**0**

[1] infestação de 15 casais/gaiola, com 15 dias de idade, com tempo de exposição à infestação, de 48 horas. Testes realizados: cinco para *C. capitata* e três para *A. fraterculus*.

Os resultados evidenciaram também que os frutos do mamoeiro no estágio de maturação em que geralmente são colhidos (estágio 1 e 2 para exportação e até 3 para o mercado interno) apresentam baixo risco de serem infestados. Essa resistência à mosca-das-frutas está relacionada com a toxicidade do composto químico natural benzil isotiocianato (BITC), presente no látex do fruto, em altas concentrações nos frutos ainda verdes, que tem ação ovicida e de inibição à oviposição (SEO e TANG, 1982; BRANCO et al., 2000). Sabe-se que o BITC é um composto volátil formado pelo benzil glicosinolato (látex) e a triglicosidase (idioblastos), após a dilaceração da célula do tecido do fruto, e que a sua concentração decresce com o amadurecimento do fruto (TANG, 1971; TANG, 1973; SEO et al., 1983), tornando-o mais susceptível à infestação por tefritídeos (Figura 5).

Entretanto, tem sido observado que algumas doenças do mamoeiro têm quebrado a resistência natural dos frutos à mosca-das-frutas, provavelmente por interferirem na fisiologia da planta/fruto e, conseqüentemente, alterarem os níveis de BITC, permitindo, assim, que o fruto ainda verde seja infestado. Essa quebra de resistência foi verificada em pomares comerciais de mamão do Espírito Santo, em frutos em que o canal estilar não fecha em sua base, devido a podridão-interna-do-fruto, causada principalmente por fungos do gênero *Fusarium*. Os frutos com essa doença apresentam sintoma de maturação atípica prematura, em local acima da base da coluna de frutos da planta, facilmente detectada, o que permite o seu desbaste e descarte antes da colheita. Outra doença que também quebra a resistência do fruto à mosca-das-frutas é a meleira do mamoeiro *(Papaya meleira virus*, PMeV). Nascimento et al. (2000) verificaram que após submeterem frutos verdes, sadios e infectados pela meleira a populações de *C. capitata* e *A. obliqua*, verificaram altas infestações das moscas somente nos frutos infectados.

Assim, para evitar o risco de infestação dos frutos, a meleira deve ser mantida sob rigoroso controle, devendo ser seguida, sistematicamente, a recomendação de erradicação das plantas doentes no início do aparecimento dos sintomas.

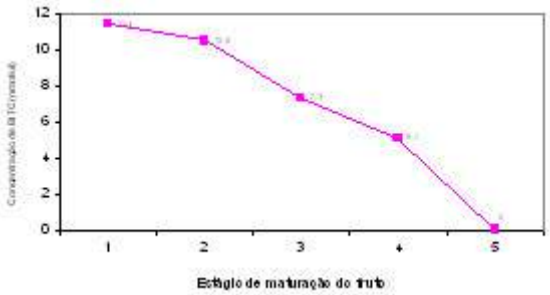


FIGURA 5. Concentração de benzil-isotiocianato-BITC, em cinco estágios de maturação em frutos de papaia (IB/USP).

APLICAÇÃO DO *SYSTEMS APPROACH* NAS ÁREAS COMERCIAIS DE MAMÃO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Os estudos realizados mostraram que, quando o produtor adota o que é preconizado no *System Approach*, não há risco de infestação do fruto pelas mosca-das-frutas *C. capitata* e *A. fraterculus*. Essa conclusão tem como base, principalmente, o nível tecnológico em que a cultura é conduzida no Espírito Santo; a maior concentração da substância química benzil-isotiocianato-BITC, que possui ação ovicida e de inibição à oviposição, existente nos frutos nos estágios que são colhidos comercialmente; a baixa densidade populacional das espécies *C. capitata* e *A. fraterculus* na região; e o fato de o mamão papaia não ser um hospedeiro preferencial de mosca-das-frutas, sendo infestado apenas quando os frutos se encontram com maturação bem acima do ponto em que são colhidos comercialmente.

Os resultados mostraram que frutos com até 50% de maturação ($^1/_4$ da superfície da casca amarelecido) não eram atacados pelas espécies de mosca-das-frutas. Considerando as práticas agronômicas na região produtora, e a baixa densidade populacional da praga na região, foi possível concluir que os frutos estavam livres de infestação natural por mosca-das-frutas.

Os dados obtidos deram sustentação efetiva para apresentar um programa de *Systems Approach* para o mamão do Espírito Santo. O *Systems Approach* é um conceito tecnológico que integra as práticas de pré e pós-colheita dos frutos utilizadas na produção, colheita, no empacotamento e transporte, que proporciona, em cada etapa, a garantia de que o produto está livre da praga em questão, de modo a atender a segurança quarentenária exigida pelos países importadores. Esse sistema reduz a próximo de zero o risco da presença da praga, sem a necessidade de qualquer tratamento fitossanitário em pós-colheita.

A aplicação do *Systems Approach* na área de produção de mamão no Norte do Espírito Santo consiste, principalmente, em:

- monitorar e controlar a praga toda vez que a densidade populacional atingir sete indivíduos de *C. capitata* ou *A. fraterculus*/armadilha/semana e suspender a colheita quando a densidade exceder a 14 moscas, só a restabelecendo quando estiver abaixo de sete indivíduos/armadilha/semana;
- instalar as armadilhas à razão de uma por hectare, sendo 50% do tipo McPhail com proteína hidrolisada a 5% e 50% do tipo Jackson com isca de trimedlure;
- colher os frutos antes que $^1/_4$ da superfície da casca esteja amarelecido (estágio 2);

- manter as plantas do campo de produção livres de frutos com maturação acima do estágio 3;
- manter o campo de produção em boas condições de sanidade e livres de plantas com viroses, que deverão ser imediatamente erradicadas no início do aparecimento do sintoma;
- retirar da lavoura e destruir frutos refugados e caídos no solo;
- levar imediatamente os frutos colhidos para uma casa de embalagem (*packing house*), totalmente protegida contra a entrada de moscas-das-frutas e outros insetos;
- tratar os frutos com água quente a 49 $\pm$ 1 °C por 20 minutos; e
- transportar os frutos em *pallets* telados e lacrados ou contêineres lacrados, que só serão abertos no destino final.

Este sistema permitiu, a partir de setembro/99, o primeiro embarque de mamão para os Estados Unidos. A abertura do mercado americano impactou significativamente a cultura do mamão. As tecnologias aplicadas para produção e melhoria da qualidade do fruto foram adotadas por um considerado número de produtores, refletindo grande incremento na cultura no Espírito Santo, nesses primeiros 52 meses do Programa, entre setembro/1998 e dezembro/2002 (Tabela 7):

- o número de propriedades no Estado nesse período passou de 169 para 442;
- o número de empresas exportadoras no Estado passou de 2 para 12;
- a área plantada total do Estado passou de 5.077 ha para 11.500 ha;
- o volume exportado saltou de 6.9 mil toneladas para 24.5 mil toneladas; e
- o valor exportado, que se encontrava em 6,9 milhões de dólares, passou para 18,9 milhões de dólares.

O programa de exportação encontra-se em franca expansão. Observa-se a cada ano significativo aumento no número de propriedades monitoradas, no número de armadilhas instaladas, no número de produtores independentes, no número de empresas exportadoras para os EUA e na área monitorada, que corresponde hoje a 17,7% do total do Estado. A área liberada para exportação saltou de 147 ha para 1.879 ha, um aumento de 12,7 vezes no período (Tabela 7).

TABELA 7. Evolução da cultura do mamão no Espírito Santo e do Programa de Exportação do Papaia Brasileiro para os Estados Unidos, após a implantação do *Systems Approach*, período: 1998 a 2002.

Discriminação	Evolução do Programa				
	1998	1999	2000	2001	2002
N° de propriedade de mamão no ES	169	176	203	293	385
N° de propriedades monitoradas no ES	9	14	30	56	72
N° de produtores independentes monitorados	0	0	0	9	27
N° de empresas exportadoras no ES	2	6	8	8	12
N° de empresas exportadoras para os EUA	2	2	3	5	5
Área plantada total no ES (ha)	5.077	5.468	7.186	8.915	11.500
Área monitorada total (ha)	353	742	1.035	1.727	2.034
Área monitorada liberada - exportação (ha)	147	460	908	1.504	1.879
N° armadilhas instaladas: McPhail	176	383	530	876	1.020
N° armad. instaladas: Jackson/trimedlure	179	386	539	893	1034
N° armad. instaladas: Jackson/metil-eugenol	36	67	98	164	214
Volume exportado para os EUA(t)	573	3.111	5.041	5.966	6.963
Valor exportado para os EUA(US$ 1,000)	576	2,520	4,136	5,317	6,174
Volume exportado pelo ES (t)	6.881	11.049	14.934	16.824	24.509
Valor exportado pelo ES (US$ 1,000)	6,883	10,218	12,988	14,767	18,943

Fonte: DFA-ES/MAPA, Incaper, SECEX/Alice Web (2002).

BENEFÍCIOS ECONÔMICOS E SOCIAIS

O Espírito Santo é o único Estado brasileiro autorizado para exportar para o exigente mercado americano. As exportações do Estado e do Brasil foram fortemente impulsionadas após a abertura desse mercado. No período de 1997 a 2002, o crescimento das exportações do Espírito Santo foi bem superior ao verificado para o Brasil, 374,2% contra 262,7%. O Estado, em 1998, ano em que iniciou a exportação para os Estados Unidos, exportava 5.169 toneladas, saltou para 24.509 toneladas, em 2002, enquanto a exportação brasileira, no mesmo período, passou de 7.869 toneladas para 28.540 toneladas. Em 2002, o Estado do Espírito Santo respondeu com 87,6 % da exportação brasileira (Tabela 8).

TABELA 8. Evolução dos valores e das quantidades de mamão exportado pelo Estado do Espírito Santo em relação à exportação brasileira, período de 1997 a 2002.

Ano	Valor (US$1,000)			Quantidade (t)		
	Espírito Santo	Brasil	ES/Brasil (%)	Espírito Santo	Brasil	ES/Brasil (%)
1992	1.026	2.447	41,9	1.852	4.234	43,7
1993	1.624	3.274	49,6	2.904	5.604	51,8
1994	2.146	3.766	57,0	3.416	5.917	57,7
1995	2.877	4.020	71,6	3.634	5.272	68,9
1996	2.773	4.724	58,7	3.582	5.693	62,9
1997	4,611	7,277	63,4	5.169	7.869	65,7
1998	6,883	9,454	72,8	6.881	9.878	69,7
1999	10,218	13,578	75,3	11.049	15.709	70,3
2000	12,988	17,695	73,4	14.934	21.510	69,4
2001	14,767	18,583	79,5	16.824	22.804	73,8
2002	18.943	21.624	87,6	24.509	28.540	85,9

Fonte: IPES, SECEX/MDIC, BRAPEX. Elaboração Incaper (2003).

A abertura desse novo mercado, a partir de setembro de 1998, faz os Estados Unidos o maior país importador de mamão brasileiro, tendo o seu mercado, no ano de 2002, absorvido 6.963 toneladas, o que corresponde a 28,41% do mamão exportado pelo Estado do Espírito Santo e 22,0% de todo o mamão exportado pelo Brasil. Foram exportadas para os Estados Unidos, no período de 52 meses, setembro/98 a dezembro/02, 21.655 toneladas de frutas, gerando US$ 18,744 milhões (Tabelas 9 e 10).

TABELA 9. Valor (US$) e volume de mamão exportado para os Estados Unidos em relação ao exportado pelo Estado do Espírito Santo, período de 1997 a 2002.

Ano	Valor (US$1,000)			Quantidade (t)		
	EUA	Espírito Santo	EUA/ES (%)	EUA	Espírito Santo	EUA/ES (%)
1997	0	4,611	0,00	0	5.169	0,00
1998	576	6,883	8,37	573	6.881	8,33
1999	2,520	10,218	24,66	3.111	11.049	28,16
2000	4,136	12,988	31,84	5.041	14.934	33,76
2001	5,317	14,767	36,01	5.966	16.824	35,46
2002	6,176	18,943	32,60	6.963	24.509	28,41
Total	**18,744**	**68,410**	-	**21.655**	**79.366**	-

Fonte: SECEX/MDIC. Elaboração Incaper (2003).

TABELA 10. Valores (US$) e volume de mamão exportado para os Estado Unidos em relação à exportação brasileira, período de 1997 a 2002.

Ano	Valor (US$1,000)			Quantidade (t)		
	EUA	Brasil	EUA/Brasil (%)	EUA	Brasil	EUA/Brasil (%)
1997	-	7,277	0,00	-	7.869	0,00
1998	576	9,454	6,09	573	9.878	5,80
1999	2,520	13,578	18,56	3.111	15.709	19,80
2000	4,136	17,695	23,37	5.041	21.510	23,44
2001	5,317	18,583	28,61	5.966	22.804	26,16
2002	6,176	21,624	28,56	6.963	28.541	24,40
Total	**18,744**	**80,934**	**23,16**	**21.655**	**98.442**	**22,00**

Fonte: SECEX/MDIC. Elaboração Incaper (2003).

Esse sistema trouxe impacto significativo para a economia do Espírito Santo, especialmente nos diferentes segmentos que envolvem a cadeia produtiva do mamão, com alcance social na geração de novos postos de trabalho, além de contribuir para a interiorização do desenvolvimento e na melhoria da qualidade de vida da população rural.

A aplicação do *Systems Approach* permitiu que essa fruta fosse exportada para os Estados Unidos, a partir de setembro de 1998, inicialmente por meio de duas empresas, Caliman Agrícola S.A. e Gaia Importação e Exportação Ltda., por serem as únicas, na época, a atenderem as exigências contidas no Plano de Trabalho que regulamenta o "Programa de Exportação da Papaia Brasileira para os Estados Unidos", assinado pelos governos brasileiro e americano (Anexo 1). Posteriormente, outras três empresas: a Agra Pex Produção e Exportação Ltda., em 2000, a Frutas Solo Ltda. e a Brasfruit Exportação e Importação, em 2001, também passaram a fazer parte desse Programa. Hoje são cinco empresas exportando para os Estados Unidos, devendo esse número aumentar nos próximos anos, com a entrada de novas empresas que estão já se adequando às exigências do Plano de Trabalho do Programa, o que incrementará ainda mais as exportações de papaia para esse mercado, estimado em 84 mil toneladas ano.

Os resultados totais alcançados efetivamente pelas cinco empresas participantes podem ser observados num estudo realizado nos primeiros 40 meses do Programa, em que Martins e Malavasi (2003) compararam a situação em que elas se encontravam, em dezembro/1997, um ano antes do início do Programa, e em dezembro/2001. Foram evidenciados resultados altamente expressivos pelas

empresas, obtidos em tão pouco tempo, com o uso dessa tecnologia.

A Associação Brasileira dos Exportadores de Papaya – BRAPEX, tomando como base e atualizando os dados do estudo desses autores para o ano de 2002, considera os resultados extremamente positivos (Tabela 11).

TABELA 11. Dados socioeconômicos consolidados das cinco empresas que participam do Programa de Exportação do Papaia Brasileiro para os Estados Unidos. Comparação da Evolução do Programa entre 1997 e 2002.

Parâmetros	Ano		Taxa de Crescimento (%)
	1997	2002	
Área de produção (ha)	231	2.034	780,5
N° de propriedades parceiras/fornecedoras	2	84	4.100,0
N° de empregados nas empresas exportadoras	281	1.800	540,6
N° de empregados de empresas parceiras/fornecedoras	-	2.200	-
Volume total produzido (t)	9.066	40.493	346,7
Volume total exportado (t)	5.116	24.509	379,1
Volume exportado para EUA (t)	0	6.996	-
N° de países atingidos pela exportação da empresa	8	14	75

Fonte: Incaper (2001); BRAPEX, SECEX, DFA-ES (2002).

- Aumento da área de produção de 231 ha para 2.034 ha, representando um aumento de 780,5% no período.

- O número de empresas/propriedades parceiras - fornecedoras, que em 1997 era de duas passou para 84, em 2002, um aumento de 4.100,0%. Essas empresas, para fornecerem frutos para as exportadoras, também tiveram que adequar o seu sistema de produção às exigências do Plano proposto.

- A efetivação desse Programa obrigou, literalmente, a organização do setor produtivo/exportador, primeiramente com a criação da Associação Capixaba de Exportadores de Mamão e seus Derivados - ACEMADE, que mais tarde foi sucedida pela Associação Brasileira dos Exportadores de Papaia – BRAPEX, que organiza e coordena hoje as ações do agronegócio mamão no Brasil.

- Geração de 4.000 novos postos diretos de trabalhos, sendo 1.800 nas empresas de exportação e 2.200 nas novas áreas de produção das empresas parceiras, específicas para atender contratos com as exportadoras do Programa.

- Instalação de três novas empresas de exportação na região de Linhares-ES, com objetivo principal de atender o mercado americano.

- Incremento de 346,7% no volume total de produção de mamão, passando de 9.066 toneladas, em 1997, para 40.493 toneladas, em 2002, sendo 15.984 toneladas para o mercado interno e 24.509 toneladas para o mercado externo.

- Volume de exportação para os EUA, no período de 1997 a 2002, de 21.655 toneladas, correspondendo a 18,7 milhões de dólares de divisas para o País.

- Consolidação do mercado externo atual, representado pelos países da Europa, uma vez que estarão sendo satisfeitas exigências fitossanitárias mais abrangentes, e ampliação de novos mercados; as exportações que atingiam oito países, em 1997, passaram a atingir 14 países, em 2002.

Além dos benefícios citados, a abertura do mercado americano tem contribuído para melhoria das frutas destinadas ao mercado interno, pelo incremento de qualidade do produto para exportação. Em 2002, as empresas exportadoras do Programa destinaram 39,5% da sua produção, 15.984 toneladas, para o abastecimento desse mercado, com frutas de padrão superior e produzidas com alto nível tecnológico.

Em razão, principalmente, do incremento da produção e do volume exportado, a abertura desse mercado trouxe, ainda, reflexos significativos para os vários segmentos da cadeia produtiva dessa fruta, dinamizando o agronegócio de mamão no Espírito Santo, como os de fertilizantes e corretivos, agrotóxicos, embalagens e inclusive transporte (rodoviário, marítimo e aéreo), haja vista que as frutas, para os EUA, são ainda, praticamente, exportados, via aérea, pelos Estados de Rio de Janeiro e São Paulo.

Do segmento produtivo, as empresas parceiras que fornecem mamão às exportadoras foram grandemente beneficiadas pela forma de comercialização adotada entre as partes, que é realizada por meio de contrato previamente estabelecido, fixando o preço e o compromisso de compra, evitando que o produtor fique exposto aos efeitos maléficos da sazonalidade dos preços do produto no mercado. O preço contratado para o quilo do fruto padrão exportação tem ficado entre 0.22 e 0.25 centavos de dólar – 70% da produção atinge esse padrão – e, o fora desse padrão, pelo valor de mercado da época de comercialização. Comparando a série histórica dos preços praticado de oito anos, 1994 a 2001, na CEASA-ES (Figura 6), que serve de referência para comercialização desse produto no Estado, praticamente o período de apenas dois meses do ano fica acima dos US$ 0.22, permitindo, assim, além de uma constante e

melhor remuneração, maior rentabilidade para as empresas parceiras.

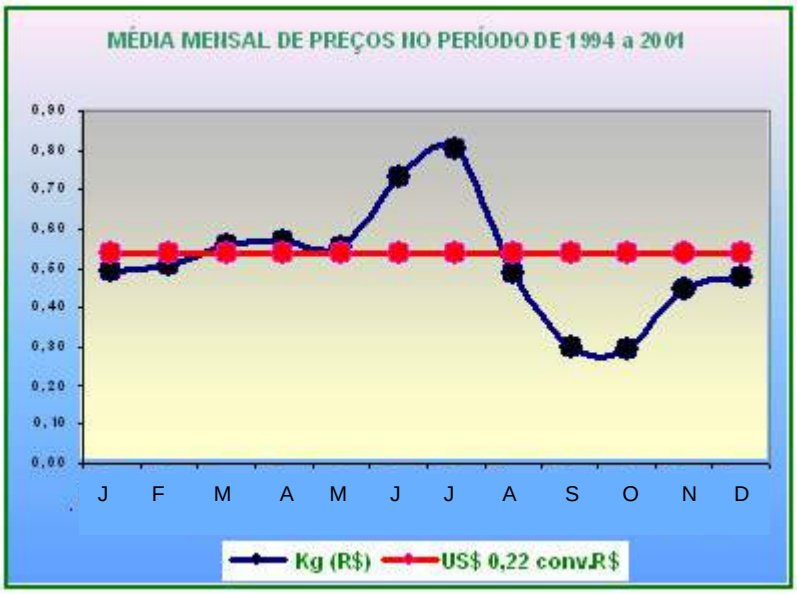


FIGURA 6. Média mensal histórica de preços de mamão papaia no Estado do Espírito Santo (Ceasa-ES), comparada com o preço pago pelos exportadores para frutos padrão exportação (US$ 1.00 = R$ 2,45).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *Systems Approach* é tecnologia de ampla base ecológica, que integra fatores biológicos, físicos e operacionais, que pode afetar a incidência, a viabilidade e o potencial reprodutivo de uma praga em um sistema de práticas e procedimentos que, juntos, levam à segurança quarentenária. A sua aplicação na cultura mamão baseou-se em dados da flutuação populacional da praga, fisiologia da fruta, boas práticas de condução dos pomares e restrições de colheita, processamento, empacotamento e transporte das frutas.

Este sistema representa uma grande evolução e alternativa aos tratamentos quarentenários. Diferentemente de outros processos, dispensa qualquer tipo de tratamento quarentenário pós-colheita, que, normalmente, se baseia em processos químicos que empregam substâncias tóxicas (agrotóxicos) ou processos físicos (frio, calor e radiação). Tem se mostrado tão eficiente que, nos 52 meses de funcionamento, em nenhum dos campos que fazem parte do Programa, a praga-alvo chegou a atingir níveis que justificassem o seu controle com agrotóxicos, como prevê o Programa. A

população de mosca-das-frutas nas áreas do Programa tem ficado muito abaixo do nível estabelecido para o controle.

Até então não ocorreu nenhum caso de rechaço de lotes de frutas, tanto nas *packing-house*, onde as frutas são processadas como também no mercado de destino, em razão de infestação dessa praga.

Esta é uma tecnologia "limpa", que não traz impactos negativos ao meio ambiente.

O volume exportado de mamão para os Estados Unidos tende a crescer nos próximos anos, com o aumento que tem sido verificado, a cada ano, na área e no número de empresas participantes do Programa de Exportação. Hoje os Estados Unidos já é o maior país importador de mamão do Brasil.

Os resultados do sucesso dessa tecnologia desenvolvida para o mamão produzido no Espírito Santo, do grupo Solo, que teve o *Systems Approach* aplicado pela primeira vez no País, são vistos hoje como uma alternativa a ser transferida para cultivares híbridos de mamão do grupo Formosa, e de base, para outros Estados brasileiros, como a Bahia, o Ceará e Rio Grande do Norte, para que em curto espaço de tempo passem também a exportar os seus frutos para a América do Norte. Abre também a perspectivas para o seu emprego em outras *commodities*.

REFERÊNCIAS

APHIS. Papayas from Hawaii. **Federal Register**, v.56, p.59205-59207, 1991.

APHIS. Sharwil avocados from Hawaii. **Federal Register**, v.57, p.31306-31307, 1992a.

APHIS. Importation of papayas from Costa Rica. **Federal Register**, v.57, p.27896-27898, 1992b.

APHIS. Importation of fresh Hass avocados fruit grown in Michoacan, México. **Federal Register**, v.62, p.5293-5315, 1997a.

APHIS. USDA/APHIS proposed rules. **Federal Registe**r, v.62, p.14037-14044, 1997b.

APHIS. USDA/APHIS. **Federal Registe**r, v.63, p.12396, 1998.

ARMSTRONG, J. W. 'Sharwil' avocado: Quarantine security against fruit fly infestation in Hawaii. **Journal of Economic Entomology**, v.84, p.1308-1315, 1991.

BRANCO, E. S.; VENDRAMIN, J. D.; DENARDI, F. Resistência às Moscas-das-frutas em fruteiras. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (eds). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p. 161-167.

JANG, E. B.; MOFFITT, H. R. Systems approaches to achieving quarantine security. In: SHARP, J. L.; HALLMAN, G. J. (eds.). **Quarentine treatments for pest of food plants**. Westview Press, Denver, Colorado, 1994.

KECH, C. B. Infestation of mature green papayas by the mediterranean fruti fly. **Journal of Economic Entomology**, v.35, p.802-805, 1942.

LIQUIDO, N. J.; CUNNINGHAM, R. T.; COUEY, H. M. Infestation rates of papaya by fruit flies (Diptera:Tephritidae) in relation to the degree of fruit ripeness. **Journal Econ. Entomol**., v.82, p.212-219, 1989.

MALAVASI, A. Sistems approaches. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.183-186

MALAVASI, A.; MARTINS, D. dos S.; BENASSI, V. L. R. M.; CHARMELO, L. C. L. 'System Approach' em relação à tefretídeos para mamão produzido no Estado do Espírito Santo. In: MENDES, L. G.; DANTAS, J. L.; MORALES,C. F. G. (eds.). **Mamão no Brasil**. Cruz das Almas, BA: EUFBA/EMBRAPA-CNPMF, 1996. p. 85-88.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A.; SUGAYAMA, R. L. Biogeografia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.93-98.

MARTINS, D. dos S. Manejo Integrado de Moscas-das-frutas. In: ZAMBOLIM, L. (ed.). **Manejo Integrado**: Fruteiras Tropicais – Doenças e Pragas. Viçosa: UFV, 2002. p. 615-647.

MARTINS, D. dos S.; ALVES, F. L. Ocorrência da mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera-Tephritidae), na cultura do mamoeiro *(Carica papaya* L.) no Norte do Estado do Espírito Santo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.17, p.227-229, 1988.

MARTINS, D. dos S.; ALVES, F. L.; ZUCCHI, R. A. Levantamento de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na cultura do mamoeiro no Norte do Espírito Santo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil,** v. 22, p.373-379, 1993.

MARTINS, D. dos S.; BENASSI, V. L. R. M.; CHARMELO, L. C. L.; MALAVASI, A. Infestação forçada de *Ceratitis capitata* e *Anastrepha fraterculus* (Diptera-Tephritidae) em mamoeiros de um pomar comercial do grupo Solo no município de Linhares, ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., Caxambu, 1995. **Resumos**. Lavras, MG, SEB, p. 713.

MARTINS, D. dos S.; BENASSI, V. L. R. M.; CHARMELO, L. C. L.; MALAVASI, A. Monitoramento de tefritídeos em pomares comerciais de papaya do grupo Solo, nos municípios de Linhares e São Mateus, Norte do Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., Caxambu, 1995. **Resumos...** Lavras, MG, SEB, p.121.

MARTINS, D. dos S.; MALAVASI, A. Aplicação do conceito de “Systems approaches” na área de produção de mamão no Norte do Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16. Salvador, 1997. **Resumos.** Salvador, BA, SEB, p. 287.

MARTINS, D. dos S.; MALAVASI., A. Aplicação do “system approach” para a exportação de frutas: mamão brasileiro.para os Estados Unidos. In: ZAMBOLIM, L. (ed.). **Manejo Integrado**: Produção Integrada Fruteiras Tropicais – Doenças e Pragas. Viçosa: UFV, 2003. p.7-35.

MARTINS, D. dos S.; URAMOTO, K.; BENASSI, V. L. R. M.; MALAVASI, A. Entomofauna de tefritídeos na cultura do mamão no norte do Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16. Salvador, 1997. **Resumos**. Salvador, BA, SEB, p. 286-287.

MARTINS, D. dos S.; URAMOTO, K.; MALAVASI, A. Occurrence and distribution of fruit flies in three papaya commercial orchards in the Espírito Santo, Brazil. In: WORKING GROUP ON FRUIT FLIES OF THE WESTERN HEMISPHERE, 2., Viña del Mar, 1996. **Abstracts**. Viña del Mar, Chile, p. 31.

MCALISTER JR., L. C. Observations on the west Indian fruit fly at Key West in 1923-1933. **Journal of Economic Entomology**, v.29, p.440-445, 1936.

MOFFITT, H. R. A systems approach to meeting quarantine requirements for insect pest of deciduous fruits. **Proc. Washington State Hort. Ass**., v.85, p.223-225, 1990.

NASCIMENTO, A. S. **Aspectos ecológicos e tratamento pós-colheita de moscas-das-frutas (Tephritidae) em manga, *Mangifera indica*.** 1990. Tese (Doutorado) – IB/USP, São Paulo, SP.

NASCIMENTO, A. S.; MALAVASI, A.; MORGANTE, J. S. Programa de monitoramento de *Anastrepha grandis* (Macquart,1845) (Dip.:Tephritidae) e aspectos da sua biologia. In: SOUZA, H.M.L. (coord.). **Moscas-das-frutas no Brasi**l. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1988.

NASCIMENTO, A. S.; MALAVASI, A.; MORGANTE, J. S.; DUARTE, A. L. Hot water immersion treatment for mangoes infested with *Anastrepha fraterculus*, *A. obliqua* e *Ceratitis capitata* in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v.85, p.456-460, 1992.

NASCIMENTO, A. S.; MATRANGOLO, W. J. R.; BARBOSA, C. J.; MARQUES, O. M. & HABIBE, T. C. Associação de Moscas-das-Frutas (Diptera: Tephfritidae) com a "meleira do mamoeiro" (*Carica papaya* L). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.29, n.4, p.821-825, 2000.

NORRBOM, A. L.; KIM, K. C. **A list of the reported host plants of the species of *Anastrepha* (Diptera-Tephritidae)**. Washington: USDA: APHIS, 81-52, 1988. 114p.

SEO, S. T.; TANG, C. S. Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae): toxicity of benzyl isothiocyanate agaimst eggs or first instar of three species. **Journal of Economic Entomology**, v.75, p.1132-1135, 1982.

SEO, S. T.; TANG, C. S.; SANIDAD, S.; TAKENAKA, T. H. Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae): variation of index of infestation with benzyl isothiocyanate concentration and color of maturing papaya. **Journal of Economic Entomology**, v.76, p.535-538, 1983.

SIMPSON, S. E. Development of the Caribbean fruit fly free zone certification protocol in Flórida. **Fla. Entomology**., v.76, p.228, 1993.

TANG, C. S. Benzyl isothiocyanate of papaya fruit. **Phytochemistry**, v.10, p. 117-121, 1971.

TANG, C. S. **Localizacion of benzylglucosinolate and thioglucosidase in *Carica papaya* fruit**. Ibid., v.12, p.769-773, 1973.

WEEMS, J. R. H. V. **Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann)**. Flórida:

Departament of Agriculture, 1962. 3p. (Departament of Agriculture. Circular, 4).

YOKOYAMA, V. Y.; MILLER, G. T.; HARTSELL, P. L. Pest-free period and methyl bromide fumigation for control of walnut husk fly (Diptera, Tephritidae) in stone fruits exported to New Zeland. **Journal Economic Entomology**, v.85, p.150-156, 1992.

ZUCCHI, R. A. Espécies de *Anastrepha*, Sinonímias, Plantas hospedeiras e Paraisóides. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p. 41-48.

ANEXO

PLANO DE TRABALHO PARA O PROGRAMA DE CERTIFICAÇÃO DO PAPAIA BRASILEIRO

Este plano de trabalho foi desenvolvido em conjunto pelo Departamento Norte-Americano de Agricultura, Serviço de Inspeção de Saúde Animal e Vegetal, Serviços Internacionais (USDA, APHIS, IS) e a Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) do Ministério da Agricultura e do Abastecimento no contexto do Acordo de Cooperação de Serviços que regula o desenvolvimento das atividades de cooperação doravante chamado de Programa. O presente plano de trabalho será utilizado como guia para a certificação e exportação de papaias para os Estados Unidos da América durante a atual temporada de exportação. Não está autorizada a alteração no cumprimento dessas diretrizes, exceto no caso de aprovação prévia concedida pela APHIS. Todas as alterações serão documentadas por escrito.

1. PRODUTOS INCLUÍDOS NO PROGRAMA

As frutas atualmente incluídas no programa são remessas comerciais de variedades de papaia do grupo Solo, Sunrise, Kapoho Sunset e Waimanalo, cultivadas e embaladas no Estado do Espírito Santo, Brasil.

2. INSPEÇÃO E CERTIFICAÇÃO FITOSSANITÁRIA

A certificação fitossanitária do papaia é emitida com base no seu estágio de maturação, será utilizada determinação visual para selecionar frutas para exportação que tenham atingido estágio de amadurecimento de até um quarto (1/4 da superfície da casca amarelecida).

3. ORGANIZAÇÕES PARTICIPANTES

3.1. A Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA do Ministério da Agricultura e do

Abastecimento do Brasil.

3.2. O Departamento Norte-Americano de Agricultura, Serviço de Inspeção de Saúde Animal e Vegetal, Serviços Internacionais (USDA-APHIS-IS) doravante denominado APHIS.

3.3. Produtores de papaia, embaladores de frutas e exportadores doravante chamados Exportadores. Os exportadores serão aprovados individualmente para inclusão no Programa desde que atendam aos requerimentos do Plano de Trabalho. Os Exportadores deverão arcar com todas as despesas relacionadas à gestão e supervisão do Programa.

4. ACORDO DE COOPERAÇÃO DE SERVIÇOS ENTRE O USDA E A ASSOCIAÇÃO DE EXPORTADORES DE PAPAIA

O acordo de Cooperação do Serviços entre o USDA e a Associação de Exportadores de Papaia regula as responsabilidades financeiras e a operação do programa de exportação de papaia no Brasil.

5. RESPONSABILIDADES DOS PARTICIPANTES

5.1. É responsabilidade do APHIS-IS:

a. Fornecer apoio gerencial e técnico ao programa do papaia.

b. Fornecer e manter um plano de trabalho atualizado para o Programa em cooperação com a SDA.

c. Fornecer, no contexto do Acordo de Cooperação de Serviços, pessoal qualificado do APHIS para supervisionar as ações necessárias ao Plano de Trabalho do

papaia e quaisquer outras regulamentações aplicáveis, dependendo da disponibilidade de fundos e/ou pessoal. Ações de supervisão incluirão, mas não serão limitadas, por um mínimo de 60 dias do treinamento para novas instalações, verificação de seleção de frutas, segurança e medidas de garantia das áreas de processamento e certificação.

d. Reportar imediatamente à SDA quaisquer irregularidades encontradas na execução das exigências do Programa e indicar as conseqüências.

5.2. É responsabilidade da SDA:

a. Garantir que as responsabilidades de todos os exportadores e da SDA sejam propriamente cumpridas, de acordo com este Plano de Trabalho, e tomar as ações apropriadas, conforme necessário.

b. Garantir a disponibilidade de fundos para cobrir todas as despesas, conforme o Acordo de Cooperação de Serviços.

c. Registrar pomares e empacotadoras nas quais as frutas sejam produzidas, processadas e exportadas aos Estados Unidos.

d. Fornecer supervisão geral e direção ao programa, que incluirão: verificação de que a fruta tenha sido plantada e embalada para exportação aos EUA no estado do Espírito Santo. Condições fitossanitárias de campo, seleção de frutas, embalagem, medidas de garantia etc. serão observadas de acordo com o plano de trabalho.

e. Fornecer os recursos humanos necessários para realizar o monitoramento de mosca-das-frutas no pomar e verificar medidas fitossanitárias de campo e controle de mosca-das-frutas.

f. Servir de contato oficial com o APHIS por meio do Departamento Fitossanitário

de Exportação para todas as atividades do Programa.

g. Reportar imediatamente ao APHIS quaisquer irregularidades na execução das exigências do programa e executar em tempo hábil quaisquer ações corretivas necessárias.

5.3. É responsabilidade dos Exportadores:

a. Submeter-se a todas as exigências do Plano de Trabalho e regulamentações aplicáveis, conforme descrito no Termo de Aceitação SDA - Exportador.

b. Fornecer os recursos necessários, do Acordo de Cooperação de Serviços para os trabalhos do APHIS-IS e infra-estrutura de apoio de pessoal de supervisão, incluindo, mas não limitado a: suprimentos, equipamento, transporte, espaço necessário em escritório para a supervisão do programa, encargos administrativos de ICASS.

c. Reportar imediatamente à SDA quaisquer irregularidades na execução das exigências do programa e executar em tempo hábil quaisquer ações corretivas necessárias.

d. realizar medidas de controle de qualidade em todo papaia destinado para embalagem, incluindo o descarte de frutas infestadas, muito maduras ou indesejáveis para exportação, antes do tratamento com água quente.

6. REGULAMENTAÇÕES E POLÍTICAS DO USDA

6.1. A importação de papaia para os EUA é regulamentada pela Quarentena de Frutas e Vegetais do USDA, 7 CFR 319.56-2w.

6 2. Caracterização de cor do papaia.

Tendo em vista a importância da cor da casca (percentual de superfície da casca com cor amarela definida) na colheita, segue uma descrição detalhada de cada estágio de maturação:

Estágio 0 - (Verde) Fruto crescido e desenvolvido, com casca 100% verde, podendo, ocasionalmente, apresentar em sua superfície descolorações que não indiquem o amadurecimento.

Estágio 1 - (Amadurecendo) Mudando de cor (mostrando os primeiros sinais amarelos, sempre em direção ao final do botão). A cor realmente amarela não cobre mais de 15% da superfície da casca, rodeada de verde claro.

Estágio 2 - (1/4 madura) Fruta com até 25% da superfície da casca amarela rodeada de verde claro.

Estágio 3 - (1/2 madura) Fruta com até 50% da superfície da casca amarela, com áreas próximas em verde claro.

Estágio 4 - (3/4 madura) Fruta com 50-75% da superfície amarela com áreas próximas em verde claro.

Estágio 5 - (madura) Fruta com 76-100% da superfície da casca amarela. Somente a extremidade do pedúnculo é verde, a partir da área de constrição.

As frutas para exportação são aquelas com índices de amadurecimento variando entre os estágios 0, 1 e 2, caracterizados acima.

Um cartaz com essa caracterização visual (fotografia) das cores exteriores da

casca mencionadas acima, ampliada ao tamanho natural, deverá ser exibido em local visível na área de embalagem.

6.3. Inspeção e certificação do papaia.

As frutas colhidas devem ser processadas e embaladas em prazo razoável. O processo começa com a seleção das frutas: eliminação de frutas apresentando tamanho pequeno, má formação, manchas, marcas e/ou danos provocados por insetos, defeitos mecânicos ou desordens genéticas (no final do botão). Atenção especial será dada à cor da casca, sendo somente permitida a embalagem de frutas com estágio de amadurecimento de estágio 2 ou inferior. Não serão toleradas frutas com índices de amadurecimento igual ou superior a 3.

6.4. Frutas aprovadas por essa inspeção serão lavadas em água, para que seja removido solo ou resíduos aderidos. Dos tanques de água as frutas são cuidadosamente submersas em tanques de água quente.

6.5. Papaias devem receber tratamento com água quente por 20 minutos, em água a 49ºC ± 1ºC. O tratamento com água quente, imediatamente anterior à embalagem, é atualmente utilizado para controlar antracnose e outras doenças de pós-colheita. Além disso, esse tratamento comprovou ser capaz de matar ovos de mosca-das-frutas. Visto que o tratamento com água quente reforça o conceito de abordagem sistêmica para a eliminação da mosca das frutas, baseada na colheita pelo índice de cor, o tratamento é obrigatório.

6.6. Após o tratamento com água quente, um tratamento fungicida é recomendado.

6.7. Procedimentos de embalagem e segurança.

A fruta deve ser classificada, e embalada, inspecionada. Cada fruta é embalada em papel seda e colocada na caixa na posição mais indicada para minimizar os danos durante o transporte.

As caixas após completadas são fechadas, numeradas e codificadas **indicando**

a data da embalagem, produtor e/ou número da propriedade. Adicionalmente, todo o papelão no qual os papaias são embalados devem ter estampado '*Not for importation into or distribution in HI*". As caixas são então acomodadas em "*pallets*" que deverão ser telados, selados pela SDA e transferidas para a câmara fria.

Uma vez que o papaia tenha atingido os níveis de resfriamento requeridos, as caixas são imediatamente transferidas para uma sala livre de insetos, resfriada a 8 - 11^{0}C ou transportadas para um "*container*" refrigerado ou LD3 para exportação. Tão pronto esteja carregado, o container ou LD3 é fechado e selado por um inspetor da SDA.

As frutas classificadas e inspecionadas, atendendo às especificações para certificação devem ser mantidas totalmente separadas de outras frutas, inclusive das frutas sem certificação.

No entanto, o papaia com certificado para exportação para os Estados Unidos poderá estar em contato com outros caso todas as frutas atendam as especificações, e sejam objeto de inspeção, tratamento e medidas de garantia, como o papaia que será enviado aos Estados Unidos.

"*Containers*" refrigerados devem ser pré-resfriados e mantidos a uma temperatura adequada ao transporte, para garantir frescor e qualidade. Uma vez carregados, eles deverão ser fechados e selados pela SDA. Extremo cuidado deve ser dado a este ponto, para garantir que as pragas oportunistas não penetrem no container. As portas serão fechadas e seladas o mais rapidamente possível, seguindo orientação do inspetor da SDA e do representante da Instituição Cooperante. Isso deve ser feito da forma que menos possibilite a atração de pragas oportunistas (à luz do dia, se possível; sem iluminação direta, sem ervas na área mais próxima etc.). Tudo isso, claro, além da pré-inspeção dos "*containers"* na chegada e do carregamento, verificando a ausência de terra, resíduos, pragas e quaisquer outros fatores mitigantes.

6.8. Toda fruta rejeitada nas instalações de embalagem deverá ser adequadamente eliminada a cada dia de empacotamento. Caso a fruta rejeitada seja vendida a comerciantes locais, eles devem retirar essas frutas diariamente. Caso a fruta não seja vendida totalmente, ela deve ser disposta segundo procedimentos fitossanitários (Seção 7.2).

7. OPERAÇÕES DE CAMPO

7.1. Todos os exportadores deverão cumprir com os seguintes procedimentos e poderão ser verificados por inspetores da SDA e APHIS. Devem ser mantidos registros de todos os procedimentos.

7.2. Saneamento no Campo

Começando no mínimo 30 dias antes do início da colheita e continuando até que ela seja encerrada, todas as plantas do campo onde os papaias são cultivados serão mantidas todo o tempo sem frutas com amadurecimento equivalente ao índice 3 ou superior (meio madura ou mais). O saneamento do campo será estritamente mantido, de modo que frutos caídos, rejeitados e com doença, sejam destruídos ou removidos do campo, no mínimo duas vezes por semana.

Todas as frutas removidas serão retiradas e adequadamente dispostas fora do pomar de papaia. As frutas eliminadas deverão ser cobertas com terra e/ou composto orgânico para reduzir a atividade de insetos e acelerar a degradação da fruta. A área deverá ser mantida sob observação e equipada com armadilhas, para detectar o crescimento da atividade de mosca-das-frutas. A área infectada deverá ser tratada com um inseticida de eficácia comprovada, se necessário.

7.3. Colheita

Turnos de colheita ocorrerão ao menos uma vez por semana, garantindo excelente grau de amadurecimento em qualquer tempo nos campos. Frutas colhidas para exportação terão índice de amadurecimento igual ou menor que 2.

Durante a colheita, as frutas serão selecionadas no campo para reduzir a quantidade de frutas não-embaláveis no local de empacotamento. Frutas rejeitadas serão eliminadas imediatamente após a colheita, seguindo as recomendações de saneamento na Seção 7.2.

As frutas colhidas são então transportadas até o local de embalagem, utilizando-se métodos seguros.

Todos os lotes de fruta são numerados para identificação apropriada. Isso mantém as frutas separadas de acordo com o campo e/ou produtor durante o

processo de embalagem.

8. INSPEÇÃO DE MOSCA-DAS-FRUTAS E MEDIDAS DE CONTROLE DE PRAGAS

8.1. É exigida a atenção às populações de mosca-das-frutas em todas as plantações de papaia que planejam exportar para os Estados Unidos, especialmente caso outras plantações hospedeiras de mosca-das-frutas sejam cultivadas nas vizinhanças. A captura e registro de mosca-das-frutas devem ser mantidos por um ano antes do início do programa. A SDA será responsável pela condução das atividades de monitoramento de mosca-das-frutas.

8.2. Os objetivos da captura de mosca-das-frutas são:

a. Detectar uma incursão de mosca-das-frutas no pomar de papaia.

b. Manter as populações de mosca-das-frutas sob controle no pomar de papaia.

c. Ter um programa ativo de armadilhamento para monitorar qualquer mosca-das-frutas exótica.

8.3. A SDA deve estabelecer um programa de monitoramento de mosca-das-frutas nos pomares registrados utilizando armadilhas McPhail e Jackson. A inspeção das armadilhas de mosca-das-frutas deve seguir as regulamentações do protocolo de captura conforme determina a SDA.

8.4. Devem ser mantidos registros de capturas de mosca-das-frutas, para cada armadilha, atualizados cada vez que estas forem verificadas, e colocados à disposição dos inspetores do APHIS. Os registros de captura devem ser mantidos em arquivo durante um ano.

9. EXIGÊNCIAS PARA A EMPACOTADORA

9.1. Todos os produtores e empacotadoras de papaia com participação aprovada no Programa devem registrar-se junto à DAS. Essa Secretaria será responsável pela manutenção constante e atualizada da relação de embaladores do Programa.

9.2. Empacotadores deverão comunicar, semanalmente, à SDA suas escalas de embalagem para que os seus inspetores programem suas inspeções.

9.3. As instalações deverão consistir de uma área de recepção da fruta, para a seleção e posterior processamento.

9.4. A área de processamento e embalagem deve ser totalmente selada com uma tela à prova de mosca-das-frutas. As instalações deverão ser inspecionadas regularmente (semanalmente) e reparadas caso necessário.

Barreiras físicas devem ser instaladas nas portas, tais como portas duplas de tela, cortinas de ar ou cortinas plásticas transparentes penduradas para excluir a possibilidade de entrada de mosca-das-frutas dentro do compartimento livre de insetos.

9.5. Antes do início do processo de embalagem, toda a área de embalagem protegida por tela deve ser inspecionada diariamente, à busca de mosca-das-frutas vivas e insetos oportunistas. Se insetos vivos forem encontrados, deve-se proceder à desinfestação da área.

9.6. Caso alguma mosca-das-frutas adulta viva seja encontrada dentro da área protegida por tela durante a operação de embalagem, todos os papaias em processamento no momento serão rejeitados.

9.7. A empacotadora deverá incluir uma área de escritório dispondo de ar condicionado e instalações sanitárias adequadas para o pessoal da DAS/APHIS.

9.8. Os Exportadores devem garantir a ausência na empacotadora de toda a fruta (papaia e outros tipos) não autorizada no Programa, durante o período em que os papaias para exportação estejam presentes. As empacotadoras e áreas de transporte devem ser mantidas em boas condições fitossanitárias, de modo a prevenir infestações de pragas ou contaminação da fruta aprovada.

10. PROCEDIMENTOS DE INSPEÇÃO

10.1. Antes da inspeção, a fruta será identificada por lote e/ou produtores. O lote pode ser toda a fruta localizada na área de embalagem ou lote de fruta identificado por uma área produtiva específica. Qualquer ação tomada em decorrência de inspeção será automaticamente aplicada a toda fruta do lote.

10.2. As inspeções serão realizadas pela SDA conforme a classificação de papaias feita pelo exportador. O propósito dessa inspeção é detectar fruta nos estágios desautorizados de amadurecimento igual ou superior a 3, e examinar quanto a pragas de importância quarentenária.

10.3. O inspetor da SDA deve realizar verificação visual do lote inteiro em busca das frutas presentes mais maduras. Não menos que 20 das frutas mais maduras presentes devem ser fisicamente removidas e colocadas em mesa com iluminação adequada e próxima do cartaz de índices de amadurecimento.

As observações das inspeções devem ser registradas no formulário "Relação de Medidas e Registro de Ocorrências Fitossanitárias" (formulário próprio).

O inspetor deve então selecionar aleatoriamente 2% das frutas e verificar a presença de pragas de importância quarentenária. Quaisquer organismos encontrados para os quais a importância quarentenária seja desconhecida serão considerados de importância quarentenária. O exame consistirá de verificação visual, com o uso de lentes, se necessário. O corte de frutas deverá ser realizado caso haja qualquer indicação de organismos internos. Devem ser mantidos registros de todos os organismos encontrados, e os espécimes devem ser

guardados.

10.4. As caixas de frutas inspecionadas e certificadas terão impressas ou carimbadas individualmente: "*Not for importation into or distribution in HI*".

10.5. Os "*containers*" e "*pallets*" de frete marítimo/aéreo serão selados com uma faixa numerada ou lacre da SDA, e terão o número registrado no Certificado Fitossanitário do Brasil.

10.6 As mesmas exigências acima serão aplicadas a remessas aéreas individuais. Para essas remessas fora de "*container*", o uso de tela, com 30 malhas por polegada linear, será exigido para cobrir cada "*pallet*" durante o transporte.

11. ATIVIDADES PÓS-CERTIFICAÇÃO

11.1. Os Exportadores são responsáveis pela manutenção de padrões fitossanitários da fruta que já tenha sido certificada.

11.2. Remessas de papaia serão sujeitas a inspeção e outras ações fitossanitárias apropriadas no destino, conforme regulamento 7 CFR 319.56-2w do APHIS. Visto que é possível que a fruta inspecionada, certificada e lacrada deve amadurecer até o ponto ½ maduro ou mais durante o transporte, não será apropriado tornar medidas quarentenárias em pontos de entrada em razão de fruta que exceda o estágio de amadurecimento autorizado para colheita - empacotamento.

12. AÇÕES CORRETIVAS / QUARENTENÁRIAS

12.1. As ações que não obedeçam este Plano de Trabalho ou outras exigências cabíveis serão analisadas de forma consistente com a natureza da ação, conforme determinado pela SDA e/ou APHIS.

12.2. Qualquer Exportador que descumprir qualquer medida fitossanitária obrigatória de campo ou da empacotadora terá a certificação imediatamente negada e, dependendo da intenção ou gravidade do incidente, terá seu Termo de Aceitação cancelado ou suspenso.

12.3. A identificação pela SDA de qualquer fruta em estágios de amadurecimento igual ou superior a 3 provocará a rejeição do lote e imediata suspensão do Termo de Aceitação do Exportador, dependendo de avaliação da SDA relativa às possíveis causas e ações corretivas a serem tomadas.

12.4. A identificação de praga de importância quarentenária provocará a rejeição do lote onde ela for encontrada. Caso alguma praga interna seja localizada, inclusive mosca-das-frutas, a empacotadora envolvida será imediatamente suspensa, dependendo de avaliação da SDA.

12.5. Qualquer emissão de certificado fitossanitário para papaia que não satisfaça totalmente as medidas fitossanitárias exigidas no campo e na empacotadora provocará a imediata suspensão do Termo de Aceitação, dependendo de revisão e aprovação por parte da SDA e/ou APHIS.

13. REVISÃO E AVALIAÇÃO DO PROGRAMA

13.1. Revisões Operacionais

As atividades de certificação de papaia serão revisadas e avaliadas ao menos uma vez ao ano ou antes, no caso de mudança de condições fitossanitárias, pela SDA e APHIS, para garantir que todos os aspectos das operações e atividades correlatas sejam conduzidas efetivamente de acordo com os procedimentos e padrões aplicáveis.

Caso ocorram quaisquer eventos imprevistos, a SDA e APHIS coordenarão as ações apropriadas, sugerindo-as como revisões do Plano de Trabalho.

Capítulo

12

CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DOS FRUTOS DO MAMOEIRO DO 'GRUPO SOLO' E PADRÃO DE QUALIDADE

José Mauro de Sousa Balbino

Adelaide de Fátima Santana da Costa

INTRODUÇÃO

Frutos são órgãos originados do crescimento das estruturas que formam as flores ou inflorescências. Durante o seu crescimento e desenvolvimento, são verificadas diferentes fases, as quais são caracterizadas por alterações na fisiologia e bioquímica das células (FINGER, 1997). No início do crescimento dos frutos, há um estádio de intensa divisão e pequena expansão celular, seguido de uma fase em que os processos de expansão são mais intensos. Nesta fase, há grande acúmulo de água e solutos na polpa. Coincidindo com esse período de intenso crescimento, inicia-se a fase de pré-amadurecimento do fruto, culminando com o amadurecimento propriamente dito, quando ocorrem as alterações metabólicas no fruto, tornando-o apto para o consumo. No mamão, estas alterações incluem o aumento no tamanho do fruto e das sementes, alteração do teor de açúcar total na polpa de cerca de 3% para aproximadamente 9%, seguida de mudança na consistência e na cor das sementes de branca para preta, mudança na coloração interna da polpa de branca para amarela, finalizando com a mudança externa da cor da casca de verde para amarela ou vermelha (AKAMINE e GOO, 1971; CHAN JR. et al., 1979; CALEGARIO, 1997). As várias alterações que ocorrem principalmente no final da fase de desenvolvimento dos frutos vão levar ao seu amadurecimento, senescência e finalmente morte dos tecidos. Na fase de amadurecimento, verificam-se transformações que resultam no amaciamento da polpa e alterações em sua cor, bem como na cor da casca, concomitantemente ao surgimento de aroma e sabores característicos dos frutos.

O amadurecimento parece ser um processo coordenado de eventos bioquímicos e reorganizações metabólicas levando a aumento do teor de etileno, de RNA e síntese de proteína, bem como aumento na atividade respiratória de frutos climatéricos, sendo considerado um processo irreversível. É esse aumento no conteúdo de proteínas e RNA que possivelmente está associado com um aumento na síntese de enzimas, as quais catalisam o amadurecimento do fruto (PAL e SELVARAJ, 1987). No entanto, deve-se considerar que o padrão de desenvolvimento e as alterações

metabólicas nos frutos não são fixas, pois várias transformações químicas e físicas que ocorrem durante o ciclo são dependentes das características climáticas durante o seu desenvolvimento (ABOU AZIZ et al., 1976).

Durante o amadurecimento dos frutos, vários processos estão envolvidos, os quais podem ocorrer simultaneamente ou seqüencialmente, podendo estar associados ou serem independentes (WATADA, 1986). Nesta fase, várias alterações são verificadas, por exemplo na firmeza da polpa, associada à atividade das pectinases, transformando os constituintes de parede em compostos solúveis (LAZAN et al., 1989; AN e PAULL, 1990); nos teores de açúcares, associada à atividade da invertase (CHAN JR. e KWOK, 1975; PAL e SELVARAJ, 1987); no conteúdo de etileno; na respiração (Abou Aziz et al., 1975; Nazeeb e Broughton, 1978), nos teores de carotenóides (ABOU AZIZ et al., 1975; BIRTH et al., 1984); na composição e no teor de ácidos orgânicos; na perda de peso; e na destruição do látex (ABOU AZIZ et al., 1975; DRAETTA et al., 1975).

O conhecimento e a percepção dessas fases vão possibilitar manuseio adequado dos frutos nas fases de pré e pós-colheita, visando obter-se o seu melhor padrão de qualidade e adequada conservação.

FORMAÇÃO DA POLPA E PADRÃO DE CRESCIMENTO

O período de crescimento e desenvolvimento do mamão é variável, sendo dependente de fatores do meio, como temperatura média e umidade relativa do ar. Desse modo, em vários estudos acompanhando o desenvolvimento do mamão é citado o fato de os frutos levarem entre quatro a sete meses para completar os estádios de desenvolvimento (KUHNE e ALLAN, 1970; LUNA, 1979).

O desenvolvimento do fruto de mamão engloba diferentes fases, as quais se iniciam após a fertilização, que acontece 13 a 15 dias após a polinização, verificando-se após essa fase processos de divisão e expansão celular, com considerável crescimento do zigoto (ROLTH e CLAUSNITZER, 1972), passando pelas fases de pré-amadurecimento, amadurecimento e senescência (WILLS et al., 1981).

Quanto ao padrão de crescimento, estudos com o mamão 'Improved Sunrise Solo Line 72/12' mostraram que o fruto é classificado como de crescimento sigmoidal simples, para as mudanças de comprimento, diâmetro externo e interno, espessura

de polpa e peso da matéria fresca (Figura 1) (CALEGARIO, 1997). Segundo Coombe (1976), o crescimento caracteriza-se por uma fase inicial estacionária, seguida de período de crescimento exponencial, finalizando com nova fase estacionária.

O fruto de mamão apresenta acúmulo de aproximadamente 50% da matéria seca nos seus primeiros dois terços de ciclo de vida, ficando os outros 50% para a fase final. Uma vez que nesta fase final o fruto parou de crescer, esse acúmulo de matéria seca deve-se principalmente ao dreno de fotoassimilados, direcionados para a polpa. Estes 50% da matéria seca do fruto inteiro são constituídos em sua maior parte pela polpa, e parece que esta matéria seca está relacionada principalmente ao aumento de volume das paredes celulares (CALEGARIO, 1997).

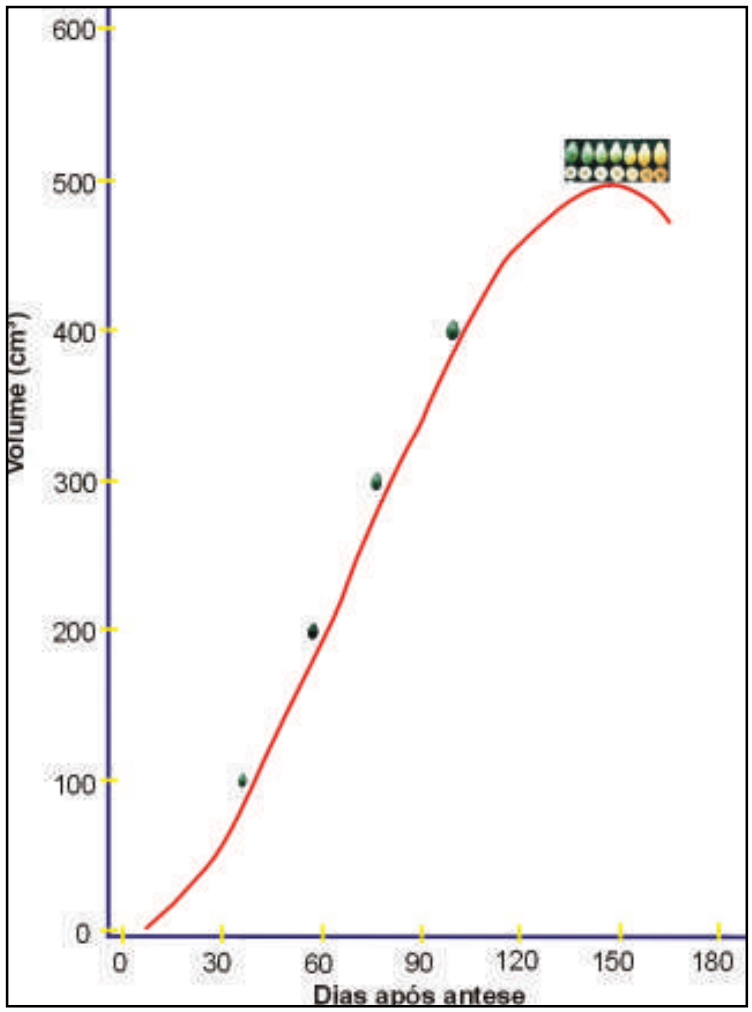


FIGURA 1. Curva de crescimento do fruto de mamão. Fonte: Adaptado de Calegario (1997).

Simultaneamente ao crescimento dos frutos e às transformações metabólicas, ocorrem também alterações na consistência, coloração e crescimento das sementes, as quais iniciam o seu crescimento após o início do crescimento da polpa. No início, as sementes praticamente não alteram o seu tamanho, enquanto a polpa apresenta rápido crescimento. No entanto, as sementes completam o seu aumento em tamanho 10 a 20 dias antes do tamanho final da polpa, indicando que a polpa e as sementes representam drenos diferenciados de fotoassimilados. Enquanto o fruto inteiro e a polpa mostram curvas exponenciais de crescimento em matéria seca, as sementes apresentam uma curva sigmoidal simples (CALEGARIO, 1997).

COMPOSIÇÃO DA POLPA DOS FRUTOS

ACÚMULO DE ÁGUA

A água é o principal constituinte quantitativo do peso e do volume dos frutos. Na composição química da polpa do mamão do grupo Solo, o conteúdo de água varia durante o seu desenvolvimento, ficando em torno de 87 a 94% do peso da matéria fresca. Além da água, contribuem para a constituição da polpa do mamão um grande número de outros componentes, sendo os principais: carboidratos, vitaminas, sais minerais, aminoácidos e ácidos orgânicos (SELVARAJ et al., 1982).

Existem dois fenômenos no desenvolvimento de frutos cuja expressão depende, pelo menos em parte, do acúmulo de água associado ao comportamento da parede celular: o crescimento do fruto (expansão da célula) e amolecimento destes. Para a extensão da célula, os seguintes fatores são requeridos: suficiente pressão de turgor, adequada permeabilidade da membrana celular, que permita o requerido fluxo de água, e a iniciação e manutenção de estrutura (forma, composição) e ruptura de ligações químicas na parede celular. Posteriormente, auxina é necessária. Assim, durante o desenvolvimento inicial do fruto, a extensão das células parece ser controlada por esses fatores. Água e solutos acumulam-se no vacúolo das células da polpa e, embora o acúmulo de solutos dependa da expansão das células, não é essencial que os dois eventos estejam relacionados; eles provavelmente ocorrem nesse tecido ao mesmo tempo (COOMBE, 1976).

ARMAZENAMENTO E METABOLISMO DE CARBOIDRATOS DURANTE O CRESCIMENTO E AMADURECIMENTO

Os carboidratos são os principais constituintes energéticos do mamão e são fundamentais para o sabor do fruto. Os principais carboidratos presentes na polpa do mamão são sacarose, glicose e frutose, apresentando pouco amido na sua constituição (CHAN JR. et al., 1979; PAL e SELVARAJ, 1987; SELVARAJ et al., 1982).

Em comum com outros frutos, o total de açúcares aumenta progressivamente a partir da antese até 110 a 130 dias, dependendo do cultivar (CHAN JR. et al., 1979; SELVARAJ et al., 1982), apresentando um valor máximo com o amadurecimento, voltando a uma ligeira queda com a senescência (CHAN JR. et al., 1979). Essa queda, no entanto, não foi verificada com o 'Sunrise Solo Line 72/12' por Calegario (1997).

Devido às transformações bioquímicas, o conteúdo e o tipo de açúcares é variável nos diferentes estádios de desenvolvimento do mamão. Observa-se que o teor de açúcares totais aumenta lentamente durante os primeiros 110 dias do desenvolvimento do fruto, chegando a 3,4 g/100 g de polpa, depois ocorre um período de rápido incremento até um pico de 9,8 g/100 g, aos 135 dias após a antese. Nesses primeiros 110 dias, a glicose é o açúcar predominante, enquanto a sacarose e a frutose representam menor porção dos açúcares totais (CHAN JR. et al., 1979). A partir daí, aumenta drasticamente a quantidade de sacarose, que passa a predominar, enquanto diminuem os teores de glicose e frutose. Aos 135 dias pós a antese, tendo atingido o pico de concentração, o teor de sacarose decresce rapidamente e o de glicose e frutose aumentam, indicando que a sacarose é hidrolisada a açúcares simples.

Na fase final de maturação do fruto, aproximadamente a partir de 135 após a antese, Pal e Selvaraj (1987) mostraram que há um acentuado aumento da atividade da invertase em frutos de mamão. Essa invertase em mamão foi isolada e caracterizada como beta-frutofuranosidase, tendo como papel a hidrólise da sacarose em glicose e frutose (CHAN JR. e KWOK, 1976).

Outro carboidrato tem um papel importante no padrão de qualidade de vários frutos é o amido. Alguns frutos jovens acumulam alto teor de amido, entre eles, manga, banana, pêra, maçã etc., apresentando decréscimos acentuados com a maturação, como a banana, cujos teores caem de aproximadamente 25% no fruto verde para menos do que 1% no fruto maduro (TERRA et al., 1983). No entanto, no mamão há uma característica diferente, pois teores extremamente baixos de amido são verificados durante o seu desenvolvimento (PAL e SELVARAJ, 1987; SELVARAJ et al., 1982), levando inclusive a se especular que o mamão não apresentava amido (E. AKAMINE,

citado por CHAN JR. et al., 1979).

A redução no teor de amido pode ocorrer por hidrólise durante a fase climatérica, promovendo a sua conversão a açúcares (WILLS et al., 1981). Contudo, como os valores encontrados em frutos de mamão durante o seu desenvolvimento são extremamente reduzidos (menos do que 1%), o teor máximo de carboidratos solúveis a ser obtido no mamão após a colheita será aquele presente no momento da colheita. Assim, é fundamental que sejam associadas características externas do fruto, facilmente correlacionadas, com o teor de açúcar, visando garantir as exigências mínimas na colheita (BALBINO, 1997). Apesar do baixo teor de amido nos frutos de mamão, Pal e Selvaraj (1987) mostraram que a atividade hidrolítica da enzima amilase aumentou quatro vezes do 110º ao 145º dia após a antese, quando então decresceu.

ALTERAÇÕES NA ACIDEZ

No mamão, predominam os ácidos cítricos e málico, em quantidades iguais, seguidos do alfa-cetoglutárico em quantidade bem menor, os quais, juntamente com o ácido ascórbico, contribuem com 85% do total de ácidos no fruto. Todavia, o conteúdo do ácido málico tende a decrescer à medida que o mamão amadurece (CHAN JR. et al., 1974).

Comparado a outros frutos perecíveis, a acidez total do mamão é considerada baixa durante o seu desenvolvimento (CHAN JR. et al., 1974; SELVARAJ et al., 1982), mesmo assim ela decresce gradualmente até 120 a 130 dias após a antese, permanecendo estável daí em diante (SELVARAJ e PAL, 1982; SELVARAJ et al., 1982). Esse decréscimo na acidez foi também constatado por Calegário (1997), que considera sua causa a diluição dos ácidos durante a intensa expansão dos tecidos na fase inicial de desenvolvimento do fruto.

No entanto, há resultados mostrando ligeiro aumento e posterior queda da acidez na polpa do mamão durante o seu amadurecimento. Neste sentido, Lazan et al. (1989) constataram que a acidez titulável tende a aumentar com o amadurecimento dos frutos, até atingirem aproximadamente 75% da superfície da casca amarela. A partir daí os níveis decrescem. Draetta et al. (1975) também relataram a ocorrência de ligeiro aumento na acidez da polpa do mamão durante o seu amadurecimento e atribuem esse acréscimo à provável formação do ácido galacturônico, em consequência da hidrólise da pectina pelas pectinametilesterase e pela poligalacturonase.

METABOLISMO DO AMOLECIMENTO

Após a mudança da cor, o amolecimento do mamão é a transformação mais característica que ocorre durante a sua maturação. É muito importante sob ponto de vista econômico, já que afeta sua qualidade, resistência ao transporte, conservação e resistência ao ataque de microrganismos. A perda da consistência do fruto pode resultar da perda excessiva de água e da diminuição da pressão de turgescência das células, quando o fruto é conservado em atmosfera com baixa umidade relativa (AWAD, 1993), ou pode resultar da decomposição enzimática da lamela média e da parede celular (AWAD, 1993; BRETT e WALDRON, 1990). No entanto, deve-se considerar que há também um constituinte genético associado à firmeza da polpa.

Analisando a firmeza da polpa de frutos de mamão dos 90 aos 168 dias após a antese, Calegario (1997) observou que há um aumento gradual no amaciamento dos tecidos dos frutos e que 140 dias após a antese houve queda drástica no valor da firmeza da polpa, correspondendo ao amadurecimento do fruto na planta.

As substâncias pécticas estão envolvidas com a firmeza dos frutos. No mamão, observa-se que há menor quantidade de pectina total na casca em relação à polpa e durante a maturação ocorre diminuição gradativa da pectina, sendo o mínimo observado quando o fruto entra em senescência (DRAETTA et al., 1975). Algumas enzimas estão associadas com esse processo.

Simultaneamente a redução do conteúdo de pectina no mamão, Draetta et al. (1975) observaram aumento da atividade da pectinesterase, de modo que o teor de pectina e a atividade da pectinesterase possam explicar a queda da firmeza do fruto. Essa possibilidade é também considerada por Pal e Selvaraj (1987), que, corroborando outros estudos (CHAN e TAM, 1982; PAUL e CHEN, 1983), também apontam o aumento da atividade da celulase como possível contribuição para o amolecimento dos frutos.

O acompanhamento do amolecimento da polpa do mamão mostrou que a atividade da celulase é baixa durante o amadurecimento, apresentando um declínio a partir do início do climatério até o pico climatérico, quando então voltou a subir. Por outro lado, pectinesterase tem seu aumento de atividade a partir do início do climatério, de maneira que a solubilização da pectina insolúvel por sua ação parece ser uma das razões para o desenvolvimento do amolecimento dos frutos, associado ao amadurecimento (PAL e SELVARAJ, 1987).

A exo e endo-poligalacturonase estão presentes em frutos de mamoeiro, tendo sido extraídas, purificadas e caracterizadas por Chan Jr. e Tam (1982). Ambas têm funcionamento ótimo a pH 4,6 e 45 °C e são t ambém associadas ao processo de

amolecimento do mamão. Outra enzima que tem sido associada ao amaciamento da polpa do mamão é a beta-galactosidase, que provavelmente complementa a ação da poligalacturonase (LAZAN et al., 1995).

PADRÃO DE QUALIDADE DE FRUTOS DE MAMÃO

O padrão de qualidade de qualquer produto deve ser entendido como um processo que se inicia com o planejamento da lavoura, sendo construído durante as fases de produção. Para tanto, é fundamental que sejam conhecidos os elos da cadeia produtiva, visando minimizar os entraves que possam interferir na construção do padrão desejado. Assim, dentro das peculiaridades de cada produto, o padrão de qualidade será preservado com um adequado manuseio na colheita e na fase de pós-colheita.

Várias mudanças físicas e químicas que ocorrem nos frutos durante o amadurecimento podem afetar o seu padrão de qualidade e conservação. Essas mudanças deverão ser entendidas, visando um manuseio adequado dos frutos. São elas que proporcionam alterações na cor, na firmeza, no aroma e no sabor dos frutos. Todavia, o mecanismo do amadurecimento não pode ser generalizado, haja vista que alguns frutos não apresentam mudança na coloração durante o amadurecimento, enquanto em outros frutos diferentes rotas estão envolvidas na produção de pigmentos. O mecanismo do amolecimento varia em diferentes frutos, assim como o acúmulo e o metabolismo de compostos armazenados e a produção de compostos contribuintes do sabor e do aroma (GRIERSON, 1987).

O estádio de desenvolvimento do fruto no momento da colheita afeta o seu padrão de qualidade pós-colheita e a sua conservação. Por isso são necessários subsídios para a escolha de características indicativas do ponto ideal de colheita. Por ser um fruto climatérico, o mamão pode ser colhido quando atinge a maturidade fisiológica, com o objetivo de ser enviado para mercados distantes. Atualmente, a cor da casca é utilizada como indicativo para o estabelecimento do ponto de colheita do mamão, sendo fundamental para o estabelecimento de seu padrão comercial. O acompanhamento da evolução do conteúdo de etileno na cavidade do fruto de mamão mostra que o início de sua ascensão climatérica está correlacionado com o primeiro indício de amarelecimento da casca (AKAMINE e GOO, 1971). Essa evolução do amarelecimento da casca está associada com importantes transformações que ocorrem internamente no fruto e que determinam a sua maturidade fisiológica.

Um importante atributo associado à qualidade de frutos é o teor de açúcares.

No mamão, a concentração de açúcar total aumenta ligeiramente durante o seu desenvolvimento e bruscamente com o início do amadurecimento na planta (CHAN Jr. et al., 1979; SELVARAJ et al., 1982). Todavia, esse aumento se dá apenas enquanto o fruto está ligado à planta, uma vez que o mamão apresenta baixo teor de amido para ser hidrolisado durante o climatério. Assim, o ponto de colheita será fundamental para proporcionar acúmulo de açúcares no fruto enquanto ligado à planta, contribuindo para um melhor sabor.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICAS E MICROBIOLÓGICAS

Embora existam algumas peculiaridades quanto ao padrão de qualidade exigido pelos diversos mercados consumidores, há características que podem ser consideradas comuns. O ponto de colheita seguido da classificação dos frutos é fator determinante para a análise dessas características. Na análise do ponto de colheita, deve-se levar em consideração a distância entre a área de produção e o mercado consumidor, associando ambos ao meio de transporte. Deve-se buscar sempre associar o estádio de maturidade do fruto com o respectivo teor de sólidos solúveis e com a sua posterior capacidade de conservação.

Uma vez que o mamão não acumula amido para ser hidrolisado após a colheita, é fundamental considerar um teor mínimo de açúcar em sua polpa para se proceder à colheita. Neste caso, Akamine e Goo (1971) verificaram que frutos de mamão com 6% da superfície da casca com coloração amarela facilitam a visualização da mudança da cor da casca pelo coletador e nesse ponto há um teor de 11,5% de sólidos solúveis. Esse valor é considerado como um teor mínimo segundo padrões havaianos e pode ser também adequado para as nossas condições. Assim, como o teor de açúcar é componente fundamental no padrão de qualidade dos frutos, pode-se colhê-los com esse mínimo de coloração. Esse estádio de maturidade permitirá o transporte e o manuseio adequado entre a produção e o consumidor. Entretanto, deve-se considerar que, com o aumento da intensidade da coloração da casca do fruto na planta, aumenta o teor de sólidos solúveis até que a superfície da casca se encontre 80% amarelada.

Birth et al. (1984) encontraram 5,6% de sólidos solúveis em frutos imaturos; 11,9% em frutos verdes, mas fisiologicamente maduros; 14,3% em frutos com 25% de sua superfície amarelada; e 15,1% em frutos completamente maduros. Assim, a característica de coloração externa da casca é atributo prático fundamental para determinar o ponto de colheita, podendo ser associado com características qualitativas intrínsecas do fruto e com a sua uniformização na embalagem quanto ao estádio de

maturidade.

Além do aumento no teor de sólidos solúveis, o amarelecimento da casca também está associado ao aumento nos teores de vitamina A e C e com a redução de acidez na polpa (SELVARAJ et al., 1982; SELVARAJ e PAL, 1982).

Dentre as características físicas o tamanho do fruto é outro aspecto importante, principalmente quando se visa a exportação para outros países, pois há exigência específica pelos importadores quanto a esse atributo, dentro do padrão de qualidade. Nesse caso, deve-se observar que o tamanho dos frutos ao longo da produção anual tem de ser considerado para a programação das exportações para cada país e esse atributo é variável em função das condições climáticas. O mercado suíço tem preferência por frutos na faixa de 290 a 349 g, enquanto os mercados alemão e francês, por frutos na faixa de 350 a 439 g e o português, por frutos maiores, em média com 449 a 650 g.

A firmeza da polpa também deve ser considerada, visando melhor manuseio. Após a colheita, ocorre redução gradativa na firmeza da polpa. Inicialmente essa redução é lenta, até que o fruto atinja entre 40 a 50% da superfície amarela. Daí em diante, com a progressão da cor da casca, a queda da firmeza da polpa se acentua até que o fruto alcance o completo amarelecimento (BALBINO, 1997).

Várias doenças ou podridões podem surgir no mamão após a sua colheita. A intensidade e severidade dessas doenças estão associadas ao manejo efetuado nas fases de pré e pós-colheita, bem como à pouca consistência da casca, não impedindo a penetração de fungos e bactérias.

As doenças que ocorrem durante o desenvolvimento do fruto no campo e na fase de pós-colheita são muito importantes na redução do rendimento e do padrão de qualidade do mamão (LIBERATO et al., 1993). Das doenças de pós-colheita que ocorrem nos frutos, destacam-se a podridão-do-pedúnculo e a antracnose. Ambas de ocorrência mais freqüente em períodos chuvosos. Observações levantadas nas regiões produtoras de mamão do Espírito Santo têm indicado que nos meses entre novembro e fevereiro as freqüências das doenças e as perdas são as mais elevadas, havendo até casos de perda total do valor da produção comercial após a colheita.

As principais doenças do mamão são: podridões superficiais dos frutos, podridões pedunculares e infecções internas do fruto. Dentre essas doenças destacam-se as podridões denominadas de antracnose, pelos prejuízos que causam após a colheita. Embora as podridões ocasionadas pela antracnose sejam apresentadas no grupo de doenças pós-colheita, manifestando-se nos frutos maduros, como um dos

principais problemas em sua conservação, elas são provocadas por um patógeno que pode penetrar nos frutos ainda na fase de pós-florescimento. Ele permanece no mamão de forma latente até que sobrevenham as condições favoráveis para o seu desenvolvimento, por ocasião do amadurecimento do fruto. O fungo sobrevive de um ano para o outro nas lesões velhas dos frutos e das folhas do mamoeiro, sobre a planta ou no solo (DICKMAN e ALVAREZ, 1983). Por isso o controle da antracnose deve ser iniciado no campo com a aplicação de fungicidas. Para complementar o tratamento químico, deve-se proceder aos tratamentos recomendados na fase de pós-colheita.

Outro importante cuidado que se deve ter no sentido de manter um desejável padrão de qualidade para o mamão é o controle da mosca-das-frutas, principalmente quando a fruta se destina à exportação para os Estados Unidos. É indispensável manejo eficaz, devendo os cuidados iniciarem-se no campo e serem complementados durante o manejo pós-colheita.

REFERÊNCIAS

ABOU AZIZ, A. B.; EL-NABAWY; ZAKI, H. A. A effect of different temperatures on the storage of papaya fruits and respiracional activity during storage. **Scientia Horticulture,** v. 3, p. 173-177, 1975.

ABOU AZIZ, A. B.; EL-NABAWY; ZAKI, H. A. Seasonal changes in the physical chemical properties of papaya fruits. **Egypt. J. Hort.** v. 3, n. 1, p. 89-97, 1976.

AKAMINE, E.K.; GOO, T. Relationship between surface color development and total soluble solids in papaya. **Hortscience**, v. 6, n. 6, p. 567 - 568, 1971.

AN, J.F.; PAULL, R.E. Storage and ethylene influence on ripening of papaya fruit. **Journal of American Society of Horticultural Science,** v. 115, p. 949 – 953, 1990.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993

BALBINO, J. M. de S. **Efeitos da hidrotermia, refrigeração e ethephon na qualidade pós-colheita do mamão** (*Carica papaya* L.). 1997. 104 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BIALE, J. B.; YONG, R. E.; OLMSTEAD, A. J. Fruit respiration and ethylene production. **Plant Physiology**, p. 168 - 173, 1953.

BIRTH, G. S.; DULL, G. G.; MAGEE, J. B. et al. An optical method for estimating papaya maturity. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v.109, n. 1, p. 62-66, 1984.

BRETT, C.; WALDRON, K. **Physiology and biochemistry of plant cell walls**. London: Unwion Hyman Ltda., 1990. 194 p.

BROWN, B.I. Effects of maturity at harvest and ripening on the quality of papaya fruit. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences**., v. 44, n. 1, p. 31-36, 1987.

CALEGARIO, F., F. **Características físicas e químicas do fruto do mamão** (*Carica papaya* L.) **em desenvolvimento**. 1997. 54 f. Disertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CHAN Jr., H. T.; CHANG, T. S. K.; STAFFORD, A. E. et al. Nonvolatile acides of papaya. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 19, p. 263-265, 1974.

CHAN Jr., H.T; HIBBARD, K. L; GOO, T. Sugar composition of papayas during fruits development. **HortScience**, v. 14, n.2, p. 140-1, 1979.

CHAN Jr., H.T; KWOK, S. C. M. Importance of enzyme inactivation prior to extration of sugars from papaya. **Journal of Food Science,** v. 40, p. 770-771, 1975.

CHAN Jr., H.T; KWOK, S. C. M. Isolation and characterization of a β-fructofuranosidase from papaya. **Journal of Food Science,** v 41, p. 320-323, 1976.

CHAN Jr., H. T.; TAM, S.Y.T. Partial separation and caracterization of papaya endo- and exo-polygalacturonase. **Journal of Food Science**, v 47, p. 1478-1483, 1982.

COOMBE, B. G. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiol**., v. 27, p. 207-228, 1976.

DICKMAN, H. B. & ALVAREZ, A. M. Latent infection of papaya caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. **Plant Disease**, v. 67, p. 748-750, 1983.

DRAETTA, I. dos S.; SHIMOKOMAKI, M.; YOKOMIZO, Y.; FUJITA, J. T.; MENEZES, H. C. de; BLEINROTH, E. W. Transformações bioquímicas do mamão (*Carica papaya*) durante a maturação**. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v. 6, p. 395-408, 1975**.**

FINGER, F. L. Fisiologia do desenvolvimento de frutos. In: **Vi Congresso Brasileiro De Fisiologia Vegetal**. Belém – PA, 1997. p. 17-33

GRIERSON, D. Senescence in fruits. **HortScience**, v. 22, p. 859-862, 1987.

KUHNE F. A.; ALLAN, P. Seasonal variations in fruit growth of *Carica papaya* L. **Agroplantae**, v. 2, n. 3, p. 99-104, 1970.

LAZAN, H.; ALI, Z. M.; LIANG, K. S. et al. Polygalacturonase activity and variation in repening papaya fruit with tissue depth and heat treatment. **Physiologia Plantarum**, v. 77, p. 93-98, 1989.

LIBERATO, J.R.; VENTURA, J.A.; COSTA, H.; RODRIGUES, C.H. da. Papaya diseases in the Espírito Santo State, Brazil. In: **International Symposium on Tropical Fruits**, 1. Vitória: EMCAPA, 1993. p. 43. (Documentos, 79).

LUNA, J. V. U. **Intervalo entre a polinização e a maturação de cultivares de mamão** (*Carica papaya* L.). Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia (EPABA), 1979. 24p. (Comunicado técnico, 19).

NAZEEB, M.; BROUGHTON, W.J. Storage conditions and ripening of papaya Bentong and Taiping. **Scientia Horticulturae**, v. 9 p. 265-277, 1978.

PAL, D. K.; SELVARAJ, Y. Biochemistry of papaya (*Carica papaya* L.) fruit ripening: changes in RNA, DNA, protein and enzymes of mitochondrial, carbohydrate, respiratory and phosphate metabolism. **Journal of Horticultural Science**, v. 62, p. 117-124, 1987.

PAULL, R. E.; CHEN, N. J. Postharvest variation in cell wall-degrading enzymes of papaya (*Carica papaya* L.) during fruit ripening. **Plant Physiology**, v. 72, p. 382- 385, 1983.

ROLTH , I.; CLAUSNITZER, I. Desarrollo y anatomia del fruto y de la semila de *Carica papaya* L. (Lechosa). **Acta Botánica Venezuelica**, v. 7, n. 1/2/3/4, p. 187-206, 1972.

SELVARAJ, Y.; PAL, D.K. Changes in the chemical composition of papaya (Thailand variety) during growth and development. **Journal of Food Science and Technology**, v. 19, p.257- 9, 1982.

SELVARAJ, Y.; SUBRAMANYAN, M.D.; IYER, C.P.A. Changes in the chemical composition of four cultivars of papaya (*Carica papaya* L.) during growth and development. **Journal of Horticultural Science**, v. 57, n. 1, p. 135-143, 1982.

TERRA, N. N.; GARCIA, E.; LAJOLO, F. M. Starch-sugar transformation during banana ripening: the behavior of UDP glucose pyrophosphorylase, sucrose syntase and invertase. **Journal Food Science**, v. 48, p. 1097-1100, 1983.

WATADA, A. E. Effects of ethylene on the quality of fruits and vegetables. **Food Technology**, v. 40, p. 82-85, 1986.

WILLS, R. H. H.; LEE, T. H.; HALL, E. G. Physiology and biochemistry. In: **Postharvest:** an introduction to the physiology and handling of fruits and vegetables. Westport: AVI, 1981. p. 17-37.

Capítulo

13

COLHEITA, PÓS-COLHEITA E FISIOLOGIA DO AMADURECIMENTO DO MAMÃO

José Mauro de Sousa Balbino

INTRODUÇÃO

O padrão de qualidade de produtos perecíveis é obtido com base na aplicação do conhecimento de sua fisiologia. Esse conhecimento permite manipular com segurança o seu metabolismo, por meio de um conjunto de técnicas aplicadas nas fases da cadeia produtiva, e assim manter características mais desejáveis do produto, conforme as exigências dos mercados específicos.

O manejo adequado dos perecíveis, além de permitir um padrão adequado de qualidade, possibilita a redução de perdas de produtos nas diferentes etapas da cadeia produtiva, principalmente nas fases de colheita e pós-colheita. Perdas nessas fases causam prejuízos mais elevados, em razão dos investimentos aplicados nas etapas anteriores.

O mamão é um fruto que se caracteriza por uma vida pós-colheita relativamente curta, completando o seu amadurecimento em poucos dias ou semanas; sendo também extremamente sujeito a perdas pós-colheita por injúrias mecânicas, patógenos ou por fatores abióticos. Esses fatores podem se manifestar nos frutos, isoladamente ou em conjunto, proporcionando perdas quantitativas, qualitativas ou nutricionais nas diferentes fases da cadeia pós-colheita, ou seja, durante as etapas de tratamento, armazenamento, comercialização ou consumo.

No entanto, estas perdas podem ser minimizadas com a adoção de práticas, na colheita e em pós-colheita, como o uso da termoterapia e do pré-resfriamento, com a aplicação de defensivos e de cera na superfície dos frutos, complementando com acondicionamento adequado em embalagens apropriadas e armazenamento sob

refrigeração. Essas práticas se tornam mais importantes quanto mais distante e mais exigente quanto à qualidade do produto é o mercado consumidor.

PONTO DE COLHEITA E CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS, QUÍMICAS E FÍSICAS DOS FRUTOS MADUROS

O ponto de colheita é um dos principais fatores na qualidade do fruto, tanto para consumo *in natura* quanto para a indústria de processamento. O conhecimento da fisiologia pós-colheita do mamão é fator necessário para a determinação do ponto de colheita, para a prática de uma colheita racional, bom armazenamento e para a escolha do transporte adequado com a distância do mercado consumidor (Viegas, 1992).

O mamão é classificado como fruto climatérico (Figura 1). Segundo Akamine (1966), para frutos do grupo Solo com a cor da casca verde mas fisiologicamente maduros, esta respiração descreve uma curva que na primeira fase mostra um pequeno consumo na quantidade de O_2, sendo denominada pré-climatérica, com a presença de um pré-climatério mínimo. Em seguida, aumenta o consumo do O_2, descrevendo a ascensão climatérica, até atingir o seu máximo, quando então há pequena redução na taxa respiratória, descrita pela absorção de O_2. É durante o climatério que ocorrem importantes transformações químicas e físicas nos frutos, as quais irão determinar seu padrão de qualidade.

No entanto, não há concordância quanto ao momento da ascensão e o pico da produção de etileno em relação à respiração. Wills e Widjanarko (1995) verificaram que o pico de produção de etileno ocorria um a dois dias após o climatérico, enquanto os resultados de Nazeeb e Broughton (1978) indicaram que o pico da produção de etileno ocorre antes do pico da respiração climatérica. Esses valores da taxa de evolução respiratória e de etileno são antecipados com a elevação da temperatura ambiente.

A duração do ciclo de crescimento e desenvolvimento do mamão não é fixa, sendo dependente de fatores do meio, como temperatura média e umidade relativa do ar. Estudos acompanhando o desenvolvimento do mamão mostram que os frutos levam entre quatro e sete meses para completar os estádios de desenvolvimento, alongando-se o ciclo principalmente com a queda da temperatura (Kuhne e Allan,

1970; Luna, 1979). Assim, o número de dias decorridos da floração até a completa formação do fruto não pode ser levado em consideração como referência para a colheita. Neste contexto, considerando, por exemplo, a região produtora de mamão no Estado do Espírito Santo, verifica-se que a oferta dos frutos concentra-se principalmente entre os meses de setembro e abril, quando são colhidos 85% da produção de um ano. Em relação ao padrão, esses frutos apresentam menor peso médio e tamanho, casca mais lisa e brilhante, polpa menos consistente e mais saborosa. Os 15% de frutos restantes são colhidos de maio a agosto, quando aumentam o tamanho e peso médio dos frutos, a casca torna-se mais áspera e sem brilho e a polpa consistente e menos saborosa (Marin et al., 1993).

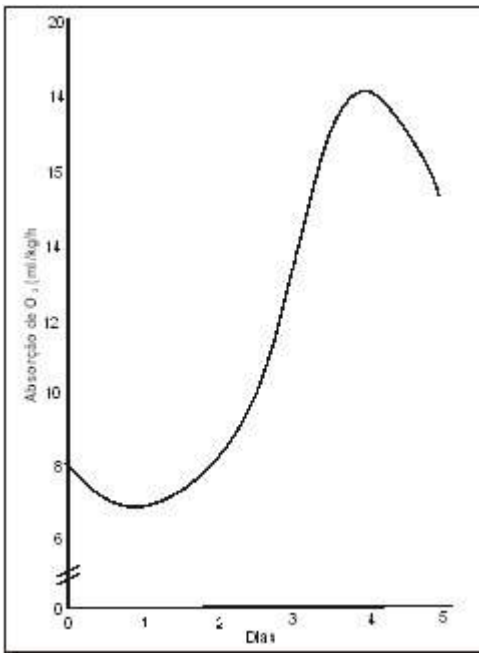


FIGURA 1 - Respiração do mamão fisiologicamente maduro (a 25 °C), após a colheita (Adaptado de Akamine, 1966).

Para a definição do ponto de colheita, devem-se levar em consideração, a distância e a exigência do mercado consumidor, bem como o meio de transporte (aéreo ou marítimo).

Os frutos no estádio inicial de maturação (menos do que 10% da casca amarela) podem ser destinados à exportação por via marítima. Optando-se pelo embarque aéreo, os frutos podem ser enviados num estádio mais maduro, pois mesmo assim atingirão o mercado em condições ideais de comercialização. Ressalta-se que esses

frutos apresentam melhor padrão de qualidade pós-colheita, considerando-se que têm melhor sabor, por possuírem teor de açúcar mais elevado do que frutos colhidos num estádio de maturação menos avançado.

Várias propriedades dos frutos têm sido usadas como índice de colheita e padronização para a comercialização. Para o mamão, um aspecto importante é o teor de sólidos solúveis totais, propriedade que permite estimar o conteúdo de açúcar do fruto. No entanto, em termos práticos, tem-se usado a coloração da casca como parâmetro para estimar o estádio de amadurecimento do fruto, já que o teor de sólidos solúveis apresenta correlação com a evolução da cor da casca na colheita (Akamine e Goo 1971). Nesse sentido, comercialmente os frutos podem ser colhidos quando apresentam 6% da superfície externa da casca com coloração amarelada, pois possuem, neste ponto, teor de sólidos solúveis de aproximadamente 11,5%, considerado como o mínimo aceitável para a comercialização pelas leis havaianas. No entanto, os autores afirmaram também que o estádio ideal para a colheita do mamão, em termos de teor máximo de sólidos solúveis, é quando o fruto apresenta pelo menos 33% da superfície da casca amarela. Assim, dentro da faixa de 6 a 33% da superfície da casca amarelada, a definição do ponto ideal de colheita deverá considerar a distância entre a região produtora e o mercado consumidor; a infra-estrutura de transporte e de armazenamento, e o tempo para a comercialização e para o consumo. Esses valores corroboram com resultados obtidos por Calegario (1997) com o cultivar Sunrise Solo Line 7212.

Durante os períodos do ano em que as médias de temperatura tendem a cair, o tempo para a completa maturação dos frutos é estendido. Nessas condições, para permitir um teor satisfatório de açúcares, o que lhes concederia um sabor apropriado, os frutos devem ser colhidos com a coloração da casca mais amarela em relação aos frutos colhidos no verão. Com a elevação da temperatura, os frutos amadurecem mais rápido e devem ser colhidos assim que se iniciam a coloração amarela na superfície da casca, podendo, no entanto, aguardar ainda para serem colhidos, dependendo da distância do mercado consumidor.

Mamões fisiologicamente maduros colhidos com a coloração da casca verde-escura apresentarão baixa qualidade organoléptica. Porém, aqueles colhidos com coloração mudando para a amarela apresentarão padrão adequado de qualidade organoléptica quando maduros e ainda período pós-colheita prolongado, com as aplicações das tecnologias apropriadas

A mudança da cor da casca do mamão de verde para amarela ou amarelo-alaranjada, dependendo do cultivar, se deve à destruição da clorofila da casa e ao

desenvolvimento de carotenóides. Para frutos do cultivar Improved Sunrise Solo colhidos com menos de 10% da casca amarela, foi verificado que apresentavam neste estádio do amadurecimento aproximadamente 52,9 mg/g de carotenóides e 244,1 mg/g de clorofila total da matéria fresca da casca, atingido, quando completamente amarelos,110,5 mg/g de carotenóides e 5,6 mg/g de clorofila total (Balbino, 1997). Para o cultivar Kapoho Solo, Birth et al. (1984) verificaram que os teores de carotenóides na casca dos frutos eram, no início do amadurecimento, de 24,1 mg/g de carotenóides na matéria fresca da casca, e quando completamente maduros, de 51,1 mg/g, enquanto os de clorofila passavam de 37,3 µg/g para 2,3 µg/g da matéria fresca.

Uma das mais importantes transformações bioquímicas no fruto de mamão durante a maturação relaciona-se com o aumento em seu conteúdo de açúcares, os quais variam em quantidade, dependendo do cultivar.

Chan Jr. et al. (1979), trabalhando com o cultivar do tipo solo Waimanalo do 10º ao 135º dia após a antese, observou que o teor de açúcar até aos 110 dias após a antese aumentou lentamente, atingindo 3,4 g/100 g da matéria fresca, ocorrendo alterações mais acentuadas a partir daí. Essas alterações no teor de açúcar total foram correspondentes à mudança da cor das sementes de branca para preta, seguida pela mudança da cor da polpa de branca para amarela na região da placenta dos frutos. Neste caso, os frutos alcançaram o estádio ideal para consumo no 135º dia após a antese, coincidindo com o máximo teor de açúcares, que foi de 9,8 g/100 g da matéria fresca.

Utilizando essa mesma metodologia, Selvaraj e Pal (1982) observaram em frutos da cultivar Tailândia que houve um aumento no teor de açúcares a partir do 130º dia após a antese de 5,6%, atingindo um valor máximo de 8,4%, havendo coincidência do início do aumento do teor de açúcares com o surgimento da cor amarela na casca.

Além das variações entre os cultivares, para um mesmo cultivar há variação no conteúdo de açúcar no fruto de acordo com as condições climáticas, a fertilidade do solo, a época do ano, o estádio de maturação, a porção da polpa etc. (Arriola et al., 1980). O teor de açúcar em frutos de mamão, no ponto de colheita, é uma importante característica associada ao seu padrão de qualidade, haja vista que o mamão acumula baixos teores de amido (menos do que 1%) durante o seu amadurecimento, quando comparado a frutos como a banana (Selvaraj et al., 1982), que pode apresentar normalmente acima de 20% de amido durante o seu desenvolvimento. Portanto, o mamão não apresenta quantidade significativa de amido para ser hidrolisado durante o climatério (Viegas, 1992), sendo um acumulador de açúcares durante o seu

desenvolvimento na planta (Selvaraj et al., 1982).

Outro componente importante para compor o sabor dos frutos são os ácidos orgânicos, no entanto no mamão o seu teor é baixo (Chan Jr. et al., 1974).

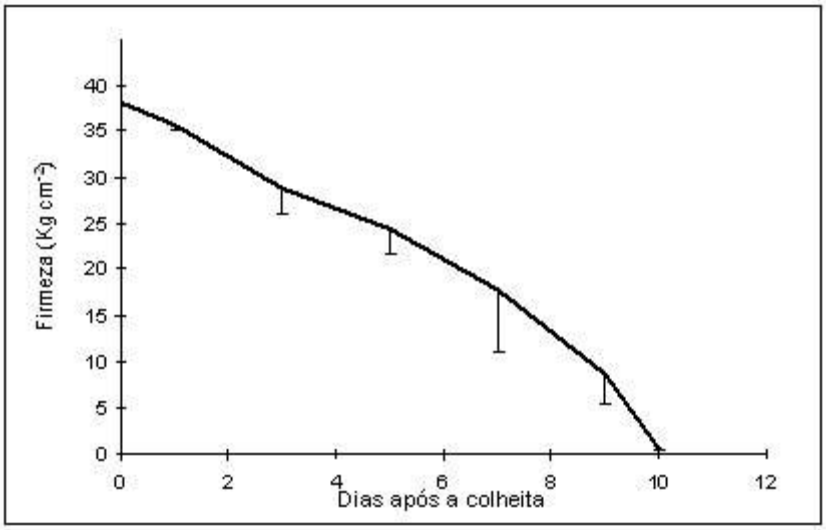
Durante o período pós-colheita, Viegas (1992) observou aumento após a colheita no teor de acidez total titulável expresso em ácido cítrico para os frutos de mamoeiro do cultivar Formosa colhidos no estádio inicial de maturação (100% de cor verde-clara). A variação foi de 0,01 para 0,03%, todavia o mesmo não foi observado para o cultivar Sunrise Solo colhido nesse estádio, que apresentou em média, durante o amadurecimento, teor de 0,03% de acidez total titulável em ácido cítrico. De maneira similar, Selvaraj e Pal (1982) obtiveram do cultivar Tailândia valor de aproximadamente 0,048% para acidez titulável em frutos completamente maduros.

Chan Jr. et al. (1974) identificaram os ácidos galacturônico, alfa-cetoglutárico, cítrico, málico, tartárico e ascórbico em frutos de mamoeiro, e determinaram que os ácidos málico e cítrico apresentavam-se em iguais quantidades no mamão Solo; o alfa-cetoglutárico em quantidade bem menor; e que os três, juntamente com o ácido ascórbico, contribuíam com 85% do total de ácidos presentes neste fruto.

Draetta et al. (1975) também relataram aumento de acidez, principalmente na parte superior da polpa, na região próxima à casca do mamão comum, com diminuição gradativa do pH. Esse acréscimo da acidez deve-se, provavelmente, à formação do ácido galacturônico, em conseqüência da hidrólise da pectina pela pectinametilesterase e poligalacturonase.

Durante o amadurecimento do mamão, é observada redução na firmeza de sua polpa. Essa alteração tem sido atribuída à ação de enzimas pécticas sobre substâncias pécticas da parede celular. Essas enzimas hidrolisam as ligações glicosídicas das substâncias pécticas, resultando no amaciamento do fruto (Chan Jr. et al., 1981). O conhecimento dessa característica é importante, pois, com o amadurecimento do fruto, há redução de sua firmeza, aumentando a susceptibilidade às injúrias durante o manuseio tanto na colheita quanto nas etapas de pós-colheita.

Para frutos de mamão mantidos em condições ambiente, a firmeza da polpa sofre redução contínua, mas lenta, até que ele atinja a faixa de 40 a 50% da superfície da casca amarelada. Daí em diante, a queda da firmeza da polpa se acentua até o completo amarelecimento da casca (Figura 2) (Balbino, 1997).



As barras indicam o erro da média.

FIGURA 2 - Firmeza da polpa do mamão, do grupo Solo, durante a fase de pós-colheita.

A característica de tamanho do fruto é outro aspecto importante, principalmente quando se visa à exportação para outros países, pois há uma exigência específica quanto a esse atributo. Nesse sentido, deve-se observar que o tamanho dos frutos ao longo da produção anual deverá ser considerado para a programação das exportações para cada país e que esse atributo é variável em função das condições climáticas.

Em condições climáticas favoráveis e dependendo dos tratos culturais empregados na cultura, a primeira colheita do mamão ocorre entre 9 e 10 meses após o plantio. Daí em diante, os frutos levam, a partir das diversas floradas, entre quatro e sete meses para completarem seu desenvolvimento. Existem alguns fatores que afetam o tempo necessário para que o mamão amadureça (Allan, 1967, citado por Medina, 1989). Esses fatores são:

- condições climáticas da região – em condições quentes, os mamões desenvolvem-se mais rapidamente do que em áreas mais frias;
- época de frutificação – frutos que se formam no início da primavera levam menos tempo para se desenvolver, enquanto os que se desenvolvem no final do verão e no outono desenvolvem-se muito lentamente durante o inverno e levam mais tempo para amadurecer;
- competição dos frutos entre si – quanto maior for a competição dos frutos entre si numa mesma planta, mais longo será o seu período de desenvolvimento; e

- efeito hereditário – há linhagens de mamoeiro mais precoces que outras.

Essas considerações são importantes para que se possa programar as colheitas durante o ano.

Embora a produtividade por área seja variável, na região Norte do Espírito Santo estima-se que as colheitas se distribuam ao longo do ano da seguinte forma: de outubro a abril, ocorre alta produção, obtendo-se até 5,2 Kg de frutos por planta, por mês, os quais apresentam peso médio variando de 400 a 430 g. Nos meses de maio a agosto, estima-se produção de 1,1 a 1,9 Kg de frutos por planta, por mês, com peso médio variando de 480 a 600 g (Marin et al., 1995).

Outra estimativa importante obtida de produtores/exportadores e técnicos da região produtora do Espírito Santo é de que, para o cultivar Sunrise Solo, pouco mais de 20% da produção de frutos está disponível para as exportações. Esse fato resulta da falta de padronização dos frutos quanto a formato, presença de manchas na superfície da casca, tamanho que extrapola as faixas de aceitação dos diferentes mercados, estádio de maturação, deformações etc. Todavia, esse valor pode ser ampliado adotando-se algumas medidas pré-colheita, na colheita e pós-colheita. Como medidas pré-colheita, citam-se: seleção de plantas matrizes que permitam maior percentagem de frutos piriformes (mais adequados para exportação) e manejo adequado das necessidades nutricionais e hídricas, as quais afetam o tamanho dos frutos, característica importante para os diferentes mercados europeus. Em seguida, adotar as medidas quanto ao ponto de colheita, visando obter maior vida pós-colheita; associar cuidados pós-colheita ao manuseio dos frutos, evitando provocar injúrias que os depreciam para a comercialização, aceleram o seu amadurecimento e tornam-se porta de entrada para microrganismos que contribuirão para seu apodrecimento. No entanto, várias dessas características que inviabilizam os frutos para a exportação não interferem completamente em sua comercialização no mercado interno.

Frutos de mamão com baixo padrão de qualidade e que se encontram em estádio de amadurecimento incompatível com a comercialização *in natura* poderão ainda ser destinados à industrialização. Para tanto, deverá ser feita uma pré-seleção, descartando-se aqueles que apresentarem podridões, danos mecânicos ou os amassados. Após essa pré-seleção, os frutos deverão ser transportados rapidamente para a indústria, que procederá à seleção definitiva, ao acondicionamento e armazenamento deles até o momento da comercialização ou do processamento.

COLHEITA E MANEJO DOS FRUTOS

O método de colheita do mamão tem sido manual. No processo, o fruto é retirado individualmente da planta, com uma leve torção, e colocado em caixas plásticas forradas com “plástico-bolha”, visando evitar atrito com o fundo e as laterais do recipiente durante o manuseio e o transporte para a casa de embalagem. Pode-se também proceder à colheita com o auxílio de baldes plásticos, também forrados, para que os frutos sejam transportados até as caixas plásticas colocadas em tratores ou em local adequado.

Quando as plantas atingem porte elevado, o que ocorre geralmente após 24 meses do transplantio, usam-se tratores com plataformas reguláveis, para auxiliar na colheita, facilitando o trabalho dos coletores. Neste caso, podem trabalhar simultaneamente sobre o trator até quatro operários (Figura 3). Os funcionários que fazem a coleta dos frutos devem ser treinados e terem à disposição luvas plásticas e vestuário de manga comprida, para evitar queimaduras provocadas pela exsudação do látex.

É apropriado o uso de caixas plásticas para as coletas dos frutos, com as dimensões externas de 55,5 x 35,5 x 30,5 cm (comprimento x largura x altura), com capacidade para 21,0 kg. Os frutos devem ser distribuídos nas caixas em poucas camadas, evitando-se ultrapassar quatro a cinco, com o pedúnculo voltado para o fundo da caixa e separados por papel, evitando o atrito, que poderá causar injúria. Em seguida, são transportados para a casa de embalagem (*packing-house*), onde serão eliminados os frutos deformados, aqueles que apresentam defeitos leves ou graves e os excessivamente maduros ou verdes. Pode-se também nessa etapa proceder à primeira seleção dos frutos por tamanho.

FIGURA 3 - Colheita e manejo dos frutos de plantas com porte baixo e alto.

TRATAMENTOS PÓS-COLHEITA

Há um conjunto de situações que, isoladamente ou associadas, predispõem ou favorecem a perda do padrão de qualidade dos frutos. Atualmente, com a crescente demanda do mercado externo e maior exigência dos consumidores no mercado interno por padrão de qualidade, tem-se verificado maior preocupação dos empresários agrícolas quanto à adoção de tecnologias pós-colheita.

Para o mamão, principalmente quando o objetivo é o mercado externo, os exportadores adotam uma seqüência de práticas, iniciada com adequado planejamento de construção da infra-estrutura de uma casa de embalagem (galpão de embalagem, barracão de embalagem ou *packing-house*) passando pelas práticas de pós-colheita, que englobam principalmente a lavagem e seleção dos frutos, a termoterapia seguida do pré-resfriamento, o emprego da imersão dos frutos em calda fungicida e em cera, a classificação e o armazenamento em câmara fria. Embora várias dessas práticas possam ser necessárias e perfeitamente aplicadas em frutos destinados ao mercado interno, a relação custo-benefício, associada à demanda de mercado, faz com que várias delas sejam restritas ao produto destinado ao mercado externo.

INFRA-ESTRUTURA DA CASA DE EMBALAGEM

Para que as etapas de pós-colheita sejam adequadamente realizadas, são necessários o planejamento e a construção de uma infra-estrutura básica de uma casa de embalagem (galpão de embalagem, barracão de embalagem ou *packing-house*) (Figura 4).

A infra-estrutura da casa de embalagem deve permitir eficiência no desempenho das etapas de pós-colheita, evitando perda de tempo nas ações de manuseio e desperdício de energia. Ou seja, deve facilitar o desempenho das atividades por parte dos funcionários, auxiliando no rápido manuseio dos frutos, não permitindo condições que interfiram na cadeia de frio e leve a acelerar o seu metabolismo, resultando na antecipação de sua perecibilidade.

Neste planejamento, o ideal é que o ambiente para a realização das etapas seguintes ao pré-resfriamento seja climatizado. Mas caso não haja o controle da temperatura, a construção deverá ter boa ventilação e constituir-se de materiais que evitem ao máximo o aquecimento interno, fator prejudicial à conservação dos frutos. O interior da casa de embalagem deve também ser bem iluminado, de forma a permitir eficiente trabalho dos funcionários nas tarefas de pós-colheita.

O rigor com a higiene dos funcionários e do ambiente de trabalho é

indispensável, pois refletirá nos demais cuidados a serem tomados com os frutos, trazendo como conseqüência produtos com melhor aparência e melhor padrão de qualidade (Figura 4). Além disso, a higiene reduzirá os riscos de contaminação dos consumidores por organismos patogênicos através da ingestão de frutos contaminados, bem como reduzirá o índice de podridões nos frutos e, conseqüentemente, as perdas por ação de fungos e bactérias, patogênicos ou oportunistas, presentes no ambiente, nos equipamentos de manejo, nos restos de frutos deixados no local ou através do manuseio pela própria mão-de-obra.

Ainda para atender ao requisito de sanidade dos frutos, deve-se planejar a capitação e o tratamento da água, evitando que seja uma fonte de contaminação dos frutos.

Respeitadas as restrições técnicas, a casa de embalagem deve ser o mais próximo possível da área de produção, ser de fácil acesso para os veículos que transportam o produto a partir do campo e dela para a distribuição, devendo também facilitar os processo de embarque e desembarque das embalagens individuais ou dos paletes.

Deve também fazer parte do planejamento a destinação da água residuária dos tratamentos em pós-colheita.

FIGURA 4 - Infra-estrutura básica interna do setor de embalagem e manuseio pós-colheita do mamão.

LAVAGEM DOS FRUTOS

A lavagem dos frutos (Figura 5) visa a retirada de impurezas mais grosseiras oriundas do campo, como poeira, restos superficiais de caldas de adubos e agroquímicos, de látex etc. Essa retirada dos detritos superficiais auxilia a tornar mais

eficientes as etapas posteriores dos tratamentos, pois a água dos banhos fica mais limpa e isenta de constituintes orgânicos.

Na seqüência desta etapa, poderá também ser feita uma seleção e classificação dos frutos por tamanho.

FIGURA 5 - Lavagem dos frutos em água clorada (Foto cedida por Adelaide de F. S. da Costa).

TRATAMENTO TÉRMICO

Após a colheita e uma primeira seleção, os frutos são acondicionados em caixas com capacidade para 21 Kg de mamão, de acordo com as dimensões já especificadas para a colheita, as quais são colocadas em gaiolas de ferro, sendo transportadas por talhas e colocadas em tanques com água quente para serem os frutos submetidos a tratamento térmico (Figura 6). Desde 1939, vários tratamentos térmicos têm sido usados para desinfestação dos frutos de mamão quanto à mosca-das-frutas e para o controle de doenças pós-colheita (Nishijima, 1995).

Os tratamentos térmicos em frutos de mamão podem ter como objetivos a eliminação de problemas causados pelas moscas-das-frutas (mosca-oriental, *Daucus dorsalis*; mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata*; a mosca-do-melão, *D. curcubitae*) (Couey e Hayes, 1986) e pelas doenças fúngicas (Akamine e Arisumi, 1953; Couey et al., 1984). Além disso, propicia melhoria do padrão de qualidade dos frutos e evita o desenvolvimento de raças resistentes de fungos e bactérias, algo que pode ocorrer com o uso de defensivos agrícolas. O tratamento promove também a lavagem dos frutos, removendo da superfície o látex e outros resíduos (Akamine e Arisumi, 1953; Akamine, 1967 e 1975).

Um dos maiores problemas do uso do tratamento térmico para o mamão se

deve ao fato de que é requerido o emprego de temperaturas próximas àquelas prejudiciais aos frutos, sendo, portanto, necessário rigoroso controle do binômio tempo-temperatura (Silva, 1988; Barkai-Golan e Phillips, 1991). Nesse sentido, o sintoma mais evidente é o aparecimento de escaldaduras, quando não se respeitam as recomendações. As escaldaduras manifestam-se por uma coloração amarronzada da casca do mamão. Além dos danos que pode provocar ao produto, a falta de proteção residual, que permite a recontaminação por patógenos, é uma das grandes limitações do uso dessa técnica.

No tratamento térmico, o calor pode ser fornecido por vapor ou água quente. Quanto ao uso de vapor, o seu conteúdo de água influencia a transferência de calor, mas o ar quente e úmido usualmente mata patógenos mais efetivamente do que o ar quente e seco, para uma mesma temperatura (Teitel et al., 1989). Embora tanto o uso de vapor quanto de água possa ser eficiente, para o emprego de determinado método deve-se considerar fatores como a necessidade de controlar a perda de água e hidratação dos frutos e o tempo demandado para a aplicação do tratamento.

Para frutos de mamão, embora os tratamentos usando vapor quente (VH) e usando ar quente seco forçado (FADH) sejam eficientes para o controle de mosca-das-frutas, não apresentam a mesma eficiência para o controle de doenças. O tratamento usando vapor quente foi demonstrado ser ligeiramente melhor no controle de doenças do que o FADH com um padrão de qualidade dos frutos equivalentes (Nishijima, 1995).

TRATAMENTO TÉRMICO POR IMERSÃO

O tratamento térmico por imersão foi desenvolvido na Universidade do Havaí em 1952, quando a antracnose era a maior causa de podridões em mamão armazenado (Akamine, 1975).

Inicialmente, o tratamento térmico-padrão para o mamão consistia em sua imersão em água quente (48 ± 1 °C por 20 minutos), p ara o controle de fungos, seguida da fumigação com EDB (Dibrometo de Etileno, na dosagem de 8 g/m^3), para o controle das moscas-das-frutas (Akamine, 1975; Couey et al., 1984). O banho em água quente não era essencial, mas era usado para melhorar o controle de doenças. Não havia restrição quanto ao ponto de maturação dos frutos, ou seja, frutos “quase ou meio maduros” poderiam ser usados. A partir de setembro de 1984, a Agência de Proteção ao Meio Ambiente dos Estados Unidos (EPA -USA) proibiu o uso do EDB e

os exportadores havaianos de mamão foram forçados a utilizar métodos alternativos de tratamento (Nishijima, 1988).

Algumas alternativas vêm sendo testadas e sugeridas para o uso do tratamento térmico do mamão. No Brasil, essa técnica, restrita a exportadores, consiste tradicionalmente na imersão dos frutos em água, a temperatura de 47 a 49 °C, por 20 minutos. Alguns resultados satisfatórios têm sido observados com a adição de fungicidas à água de resfriamento (Couey et al., 1984), ou misturados à cera, quando é aplicada, ou ainda em recipiente à parte.

Outra técnica que pode ser usada consiste no duplo tratamento térmico dos frutos em água, com temperatura de 42 °C, por 30 ou 40 minutos, seguida de imersão na água a 49 °C, por 20 minutos (Couey e Hayes, 1986). Essa técnica, ao ser aplicada, visa atender a exigência quanto à erradicação das moscas-das-frutas (Nishijima, 1988).

Considerando-se que os cuidados quanto à ocorrência da mosca-das-frutas no mamão vêm sendo recomendados e adotados com medidas de acompanhamento pré-colheita e pós-colheita, mas sem a exigência da termoterapia (*System Approach*), e que o controle de doenças tem sido satisfatório, quando se adota o tratamento de imersão dos frutos em água com temperatura na faixa de 47 a 49 °C, por 20 minutos, seguido de tratamento químico em solução fungicida, e considerando ainda que a utilização dessa faixa de temperatura reduz os riscos de injúria nos frutos provocada pelo calor, recomenda-se a temoterapia com apenas uma imersão dos frutos na água.

FIGURA 6 - Sistema de tratamento térmico e de pré-resfriamento por imersão (Fotos cedidas por Adelaide de F. S. da Costa).

ALTERAÇÕES NO METABOLISMO DOS FRUTOS

Segundo Akamine (1960), citado por Couey et al. (1984), a utilização comercial do tratamento térmico por imersão pode provocar injúrias no fruto pelo calor, usualmente na forma de escaldadura, além de inibir o desenvolvimento da cor e aumentar a susceptibilidade à podridão por *Stemphylium*. No entanto, esses efeitos sobre os frutos são relatados por Nishijima (1995) como pouco expressivos, o qual considera esse tratamento térmico como simples e ótimo para o controle de doenças de frutos de mamão.

De modo geral, o tratamento térmico, além de poder alterar os componentes do amadurecimento, como a cor do fruto (Couey et al., 1984) e a susceptibilidade a patógenos (Couey et al., 1984; Barkai-Golan e Phillips, 1991), pode afetar a produção de etileno e a atividade de enzimas (Chan Jr., 1991; Suzuki et al., 1991) e atrasar o amadurecimento dos frutos (Balbino, 1997).

Temperaturas acima de 32,2 °C causam atraso no início do ap arecimento da coloração amarela e no amadurecimento do fruto, abundância de látex, alteração da consistência da polpa e tornam a superfície do fruto mais bronzeada (Akamine, 1977, citado por An e Paull, 1990). Neste contexto, Couey et al. (1984) consideram que a descoloração e o aumento da susceptibilidade do mamão a microrganismos sejam conseqüências de danos provocados pelo tratamento térmico.

AMACIAMENTO DA POLPA DOS FRUTOS E ATIVIDADE ENZIMÁTICA

Usando o tratamento térmico para a desinfestação dos frutos contra a mosca-das-frutas, Couey e Hayes (1986) observaram redução no amaciamento da polpa, enquanto Chan Jr. (1986) e Paull e Chen (1990) constataram que esse distúrbio se apresentava mais freqüentemente no interior do mesocarpo.

O amolecimento do mamão durante o amadurecimento tem sido atribuído à ação de enzimas pécticas sobre substâncias pécticas presentes na parede celular. A atividade da poligalacturonase em frutos de mamoeiro aumenta com o amadurecimento do fruto, sendo maior na porção interna e decrescendo daí até o exocarpo (Chan Jr., 1986; Lazan et al., 1989; Paull e Chen, 1990).

Frutos de mamão com mais de 25% da superfície da casca amarelada são mais sensíveis ao tratamento com calor, apresentando menor atividade da poligalacturonase (Chan Jr. et al., 1981) e polpa mais endurecida do que aqueles cujo estádio de amadurecimento esteja menos avançado (iniciando o amarelecimento) (Paull

e Chen, 1990).

Estudos sobre o prolongamento do tempo do tratamento térmico (46 °C por 65 e 90 minutos) propiciaram menor amolecimento do fruto, motivando o desenvolvimento de uma porção interna de tecido endurecido, próxima 1,0 a 1,5 cm da cavidade do fruto (Chan Jr. et al., 1981). Sintoma similar foi também descrito por Paull e Chen (1990), ao submeterem os frutos a tratamento com temperatura a 42 °C por 30 minutos e em seguida a 49 °C por 40 minutos ou mais. A manifestação de injúria descrita por Chan Jr. et al. (1981) aumentou em extensão com o aumento do tempo de exposição ao calor. Esses aspectos foram correlacionados com decréscimo na atividade da poligalacturonase (PGase) após o tratamento térmico. Esse decréscimo na atividade da PGase foi mais severo em frutos mais maduros (com 25% ou 50% da casca amarela) do que em frutos em estádio inicial de amadurecimento. Todavia, após seis dias armazenados em câmara fria, esses frutos apresentavam sinais de amolecimento da polpa. O amolecimento coincidia com a recuperação parcial na atividade da PGase, indicando que uma provável queda na atividade dessa enzima pelo calor promova alterações durante o amadurecimento dos frutos. Por outro lado, frutos não-tratados ou tratados a 46 °C por 40 minutos amadureceram normalmente, tendo um amaciamento normal do tecido ao redor da cavidade central do fruto.

Tratamento de frutos de mamão com vapor quente úmido (47,2 °C por sete horas) também propiciou redução no amolecimento da polpa dos frutos, semelhantemente ao tratamento por imersão em água, indicando o envolvimento da PGase (Suzuki, 1991).

A exo e endo-poligalacturonase estão presentes em frutos de mamoeiro, tendo sido extraídas, purificadas e caracterizadas por Chan Jr. e Tam (1982). Ambas têm atividade ótima a pH 4,6 e 45 °C. Devido a essas informações, Paull e Chen (1990) acreditam ser bastante improvável que o tratamento térmico tenha um efeito deletério direto sobre a PGase, pela aplicação de 46 °C, haja vist a que essa temperatura é quase idêntica à ótima para a enzima. Daí os autores supõem que a queda nos níveis da PGase pelo tratamento térmico seja devida à desnaturação ou interrupção da síntese da enzima. Essa falha no amaciamento possivelmente seria conseqüência de supressão no mRNA para enzimas de amolecimento da parede celular, como em tomate, conforme relato por Paull e Chen (1990). Todavia, vale ressaltar que Lazan et al. (1989), aplicando tratamento térmico de 48 °C por 20 minutos sobre mamão, não constataram correlação entre a atividade da PGase e o amolecimento do tecido da polpa dos frutos.

TEORES DE AÇÚCAR E ALTERAÇÕES NA ATIVIDADE DA INVERTASE

Trabalhando com diversos cultivares de mamoeiro, Selvaraj et al. (1982) observaram variações nos teores percentuais de sacarose nos frutos. Consideraram causa dessas variações a alta atividade da invertase presente na polpa dos frutos.

A invertase é uma enzima que atua na hidrólise da sacarose, reduzindo o seu teor e aumentando o de glicose e frutose (Chan Jr. e Kwok, 1975).

A invertase, caracterizada como beta-frutofuranosidase, é também uma enzima cuja atividade é propensa a ser afetada pelo tratamento térmico (Chan Jr. e Kwok, 1976). Comparando a sua atividade entre frutos de mamoeiro não-tratados e frutos danificados por tratamento com vapor quente úmido (47,2 °C por sete horas), observou-se que a enzima apresenta nível quase fixo durante os quinze dias de armazenamento em câmara fria, em frutos não submetidos ao tratamento térmico. Por outro lado, em frutos com injúrias causadas pelo vapor quente, observou-se que, a partir do quinto dia de armazenamento, a atividade da invertase era maior do que nos frutos não-tratados (Suzuki et al., 1991).

EFEITO DA TEMPERATURA NA EMANAÇÃO DE ETILENO

O conteúdo de ACC (ácido 1-carboxílico 1-amino ciclopropanico) na polpa do mamão aumenta durante o seu amadurecimento. Em frutos com injúrias causadas por tratamento a 42 °C por 30 minutos, seguido por 49 °C por 70 minutos, o conteúdo de ACC no mesocarpo apresentou um pico mais alto e dois dias mais cedo do que em tratamento mais suave (49 °C por 20 minutos). Esse aumento na produção de ACC refletiu-se na maior concentração de etileno três dias após o tratamento térmico. No entanto, estas alterações não se refletiram na antecipação do amolecimento ou na mudança da cor da casca ou da polpa (Paull e Chen, 1990).

Inativação por calor foi também observada sobre a enzima formadora do etileno (EFE), a qual converte o ACC em etileno. Em frutos de mamoeiro em diferentes estádios de maturidade, foi constatado que, no mesocarpo e endocarpo, a EFE, em frutos com 25 e 50% da casca amarelada, foi mais sensível do que em frutos verdes e em início de amadurecimento (Chan Jr., 1991).

Outra constatação em relação à EFE é que após a sua atividade ter sido rapidamente reduzida a 10% da atividade inicial sob a ação de um tratamento térmico injuriante e a 40% sob a ação de um tratamento térmico não-injuriante, ela retornou ao seu estado original três e dois dias depois, respectivamente (Paull e Chen, 1990).

EFEITO DA TERMOTERAPIA NOS TEORES DE CLOROFILA E CAROTENÓIDES

A mudança da cor da casca do mamão de verde para amarela ou amarelo-laranja, dependendo do cultivar, se deve à destruição da clorofila e ao desenvolvimento de carotenóides na casca (Lassoudiere, 1969).

A exposição de frutos de mamoeiro a 42 °C por 30 minutos, e em seguida a 49 °C por 70 minutos, permitiu o desenvolvimento normal da cor amarela na casca, entretanto os frutos aquecidos por 70 minutos a 49 °C desenvolveram mais lent amente a cor interna. Esse desenvolvimento da cor interna foi sempre inferior ao obtido com outros tratamentos com tempos menores de exposição à temperatura de 49 °C, utilizados para comparação, indicando que a síntese interna de carotenóides foi alterada pelo tratamento dos frutos de mamoeiro a altas temperaturas (Paull e Chen, 1990).

EFEITOS DO TRATAMENTO TÉRMICO NO CONTROLE DE DOENÇAS DE PÓS-COLHEITA

Após a colheita do mamão, várias doenças podem se manifestar nos frutos, reduzindo o padrão de qualidade do produto, impedindo muitas vezes a sua comercialização, principalmente em mercados mais exigentes. Uma vez que essas doenças podem reduzir parcialmente ou totalmente os valores a serem recebidos pelos produtores, torna-se indispensável o uso de medidas preventivas ou curativas que impeçam a sua proliferação.

Algumas destas doenças que se manifestam na fase pós-colheita são oriundas de infecções que ocorreram no campo, outras de ferimentos provenientes do manejo na colheita, durante o transporte do campo para a casa de embalagem ou durante os tratamentos pós-colheita. Dentre essas doenças, a podridão-peduncular, a manchas chocolate e a antracnose constituem os principais casos. Embora o manejo deva ser iniciado no campo, procurando-se atuar com ações integradas, é necessário, na fase pós-colheita, empregar outras medidas que possam impedir a proliferação das podridões. Assim, para complementar o manejo integrado no campo, uma prática importante é uso do tratamento térmico na fase de pós-colheita.

De modo geral, a efetividade do tratamento térmico não depende apenas do controle rigoroso em sua aplicação. Devem-se considerar, ainda, as características físicas, químicas, fisiológicas e genéticas do patógeno, bem como a estrutura morfológica do fruto – que influencia a transferência de calor –, a localização do patógeno no fruto, o cultivar, seu estádio de maturidade e as condições pré-colheita e atmosférica. Portanto, esses fatores irão determinar a combinação patógeno-

hospedeiro e a efetividade do tratamento (Barkai-Golan e Phillips, 1991). Em estudo visando avaliar o efeito da termoterapia sobre *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, *in vitro*, foi verificado serem necessárias temperaturas acima de 49 °C por período superior a cinco minutos para promover a morte do micélio. Outros binômios com temperatura abaixo de 49 °C reduziram o seu crescimento inicial, que, posteriormente, retornou a taxa de crescimento similar àquela dos frutos não-tratados. Isso sugere que o tratamento térmico, não sendo efetivo na morte do patógeno, leva a um atraso na evolução da doença (Balbino, 1997).

Segundo Couey et al. (1984), para frutos submetidos a tratamento hidrotérmico a 49 °C/20 minutos, o limite de temperatura a 4 mm da superfície da casca do mamão foi de 45,2 °C, sendo bem inferior à temperatura de 49 °C, requerida para morte de C. *gloeosporioides in vitro*.

PRÉ-RESFRIAMENTO POR IMERSÃO

Após o tratamento térmico, os frutos deverão ser transportados para tanques com água fria para serem submetidos ao pré-refriamento (Figura 6). O pré-resfriamento consiste na rápida remoção do calor de um produto, antes de ser transportado, armazenado ou levado ao processamento, sendo essencial para a maioria dos produtos perecíveis (Silva et al., 1992). É uma prática pós-colheita fundamental para uma adequada manutenção do padrão de qualidade do mamão, desacelerando uma série de processos metabólicos associados a temperaturas elevadas. A aplicação do pré-resfriamento após o tratamento térmico deve procurar reduzir a temperatura do fruto para valores, economicamente viáveis, próximos à temperatura de armazenamento. Além de contribuir para a manutenção do padrão de qualidade do fruto, o pré-resfriamento contribui para prolongar a sua vida útil.

Ao ser colocado na câmara fria, o produto irradiará para o seu ambiente o calor que traz das tapas anteriores, juntamente com o liberado do metabolismo respiratório. Assim, enquanto não atingir a temperatura ótima de armazenamento, não estará controlada a respiração, diminuindo o potencial de armazenamento. O processo de redução da temperatura consiste em que o calor liberado pelo produto é transmitido para o ar, que, por sua vez, irá transmitir ao evaporador, que o elimina no ciclo normal de refrigeração (Silva et al., 1992). Portanto, é importante que os frutos sejam resfriados, até próximo da temperatura de armazenagem, sendo o método do hidro-resfriamento a tecnologia ideal, por ser rápido e evitar a evaporação de umidade durante o processo.

O uso do pré-resfriamento para o mamão teve como objetivo inicial evitar a ocorrência da escaldadura, que normalmente era observada na superfície dos frutos, após o tratamento térmico (Akamine, 1967). No entanto, sabe-se hoje que é uma tecnologia que concede inúmeros benefícios para a conservação e manutenção do padrão de qualidade dos frutos. O sistema normalmente em uso consiste na imersão do mamão em água, com a temperatura na faixa de 15 a 20 ºC, por 20 minutos. A maior ou menor retirada de calor vai depender da capacidade do sistema. No entanto, a temperatura mais baixa favorece a mais rápida estabilização da temperatura na câmara e, conseqüentemente, a redução das atividades metabólicas do fruto.

De maneira geral, o tratamento térmico, seguido do pré-resfriamento, traz as seguintes vantagens: e reduz a incidência de doenças; retarda a perda de qualidade, uma vez que inibe o crescimento de microrganismos; restringe as atividades enzimáticas e respiratória; reduz a produção de etileno, a perda de água e os danos aparentes no produto (Silva et al., 1992). Portanto, são vários os fatores que levam a considerar importante e eficiente o emprego desses tratamentos em frutos de mamoeiro.

A retirada do calor pelo pré-resfriamento é fundamental para a redução da perda de peso do mamão, evitando decréscimo do padrão de qualidade dos frutos, principalmente pelo enrugamento na casca (Balbino, 1997).

Para um mesmo produto, a perda de água é função da diferença de pressão de vapor existente entre o ar nos espaços intercelulares do fruto e no seu ambiente de armazenamento. Quanto maior essa diferença de pressão de vapor, maior será a perda d'água, sendo importante a redução dessa diferença de pressão. Na prática, isso é obtido reduzindo-se a temperatura do produto por meio do pré-resfriamento ou do armazenamento, uma vez que a pressão de vapor é dependente desses dois parâmetros (Scheer, 1994).

Alguns fatores determinam a taxa de pré-resfriamento de um produto, que segundo Silva et al. (1992), são:

- temperatura inicial e final do produto;
- temperatura do meio refrigerante e sua capacidade de absorver calor;
- tamanho, forma e área específica do produto;
- propriedades térmicas do fruto, como o calor específico, condutividade térmica e resistência da superfície a transferência de calor;
- volume e velocidade do meio refrigerante; e

- acessibilidade do produtor ao meio refrigerante;

No entanto, a prática de pré-resfriamento adotada atualmente para o mamão não considera qualquer outro fator que não seja um definido binômio de tempo e temperatura tradicionalmente estabelecido. Possivelmente, a utilização do pré-resfriamento dessa forma não seja adequada para a retirada imediata do calor do fruto após o tratamento térmico, podendo ser atribuído como um dos fatores responsáveis pelas mudanças em parâmetros físicos e químicos que ocorrem nos primeiros dias de armazenamento em câmara fria (Balbino, 1997).

TRATAMENTO QUÍMICO

Normalmente, após o pré-resfriamento, os frutos são submetidos ao tratamento químico com fungicida. É um tratamento complementar ao manejo de campo empregado para o controle das doenças e ao tratamento térmico na fase de pós-colheita. Para tanto, é indispensável a verificação de todos os protocolos associados a sua utilização.

Embora seja uma das práticas empregadas, o uso do tratamento químico pós-colheita apresenta dificuldades quanto a sua recomendação técnica, devido à carência de produtos registrados que sejam eficientes contra doenças que se manifestam nessa fase de desenvolvimento do mamão, principalmente contra a antracnose.

APLICAÇÃO DE CERA E O PADRÃO DE QUALIDADE DO MAMÃO

Após as etapas anteriores, os frutos são encaminhados para uma esteira com sistema de secagem por ventilação forçada e em seguida a aplicação de cera. No entanto, a aplicação de cera nem sempre é empregada, todavia, quando usada adequadamente traz, diversos benefícios aos frutos quanto à aparência e conservação. Na ausência de um sistema mecanizado para a aplicação da cera por pulverização, os frutos poderão ser imersos e posteriormente secos por ventilação forçada, evitando-se o escorrimento da cera. Na ausência desse sistema de secagem, não se recomenda sua aplicação.

A denominação cera tem sido dada a produtos aplicados como coberturas na superfície de frutos e hortaliças, com a finalidade de melhorar a sua aparência. Muito embora haja na literatura extensiva relação de propriedades associadas ao uso da cera, são poucas as características consideradas na sua escolha (Hagenmaier e Shaw, 1992).

Durante o armazenamento em câmara por dezessete dias, frutos de mamão submetidos a tratamento hidrotérmico a 49 °C por 20 minutos, e tratamento com fungicida, mostraram redução na perda de peso de 4,2 para 1,7% com a aplicação de cera de carnaúba diluída em água (três partes de água para uma de cera). Após o armazenamento e completo amadurecimento, os valores de perda de peso total em condições ambiente (temperatura média de 24,8 ± 0,8 °C e 65,2 ± 3,7% de umidade relativa) variaram de 12,9 para 6,5% com o uso da cera (Balbino, 1997).

O emprego da cera tem sido também estudado com relação a seu efeito na redução de injúrias, especialmente as causadas pelo frio. Em vários desses casos, frutos encerados apresentaram menos injúria do que amostras não-enceradas (Hagenmaier e Shaw, 1992).

Talvez a característica mais estudada com uso da cera em frutos seja a perda de peso durante o armazenamento, sendo às vezes utilizada como critério para se definir uma boa cera (Hagenmaier e Shaw, 1992). Paull e Chen (1989) verificaram que a perda de peso é devida à perda de água e ocorre principalmente através da casca. Neste caso, os principais responsáveis são a grande área superficial e o rompimento da cutícula, especialmente após os frutos atingirem o estádio de 50% maduro. Verificaram redução de perdas de peso na faixa de 14 a 40% adotando a aplicação de várias ceras contendo tiabendazole. Observaram ainda que, quando a perda de peso do mamão é superior a 8%, os frutos tornam-se “borrachentos” e sem sabor. Assim, a barreira contra a perda de água, produzida pela aplicação da cera, é de grande importância para manter a qualidade do mamão. Outro benefício da aplicação de cera é a retenção da firmeza. Frutos encerados são usualmente mais firmes do que os não-encerados (Balbino, 1997; Hagenmaier e Shaw, 1992).

O uso da cera também retarda o aparecimento do enrugamento da casca e propicia melhora na aparência do mamão, além de modificar a atmosfera interna dos frutos (Mosca e Durigan, 1995). Assim, torna-se efetiva em retardar a maturação dos frutos, uma vez que altera a composição gasosa de O_2 e CO_2 em seu interior (Paull e Chen, 1989; Mosca e Durigan, 1995; Medina e Silva, 1994). Balbino (1997) verificou aumento de dois dias na vida pós-colheita de frutos de mamão submetidos a aplicação de cera de carnaúba.

O efeito da aplicação da cera tem sido correlacionado aos níveis internos de CO_2, O_2 e de etileno (Hardenburg, 1971), uma vez que a sua aplicação atuaria na redução da permeabilidade a esses gases. Associada ao processo respiratório do tecido vegetal, a cera se encarregaria de modificar a atmosfera interna do fruto, aumentando o nível de CO_2 na cavidade do mamão (Paull e Chen, 1989) e diminuindo

o de O_2 (Zagory e Kader, 1988), constituintes associados à síntese de etileno e amadurecimento dos frutos.

O uso inadequado da cera pode também trazer algumas desvantagens. A principal delas é a possibilidade do desenvolvimento de odores anormais (Paull e Chen, 1989). Mudanças adversas no aroma e sabor dos frutos têm sido atribuídas à redução das trocas gasosas de O_2 e CO_2, resultando em respiração anaeróbia e elevado conteúdo de etanol e acetaldeído (Chen e Paull, 1986). Paull e Chen (1989) verificaram que o nível crítico para a ocorrência de dano se dá quando o conteúdo de CO_2 na cavidade do fruto atinge a faixa de 7 a 8%.

SELEÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E ACONDICIONAMENTO DE FRUTOS PARA OS DIFERENTES MERCADOS

Após os diferentes tratamentos, é efetuada a remoção de restos de pedúnculo e a classificação definitiva dos frutos por peso e estádio de maturidade, quando então será definido o destino deles: para o mercado interno ou para exportação.

A classificação dos frutos pode ser feita manualmente ou com o emprego de classificadoras por peso, normalmente mais eficientes (Figura 7).

FIGURA 7 - Classificação do mamão com o uso de classificadora por peso.

Quanto ao tamanho, os frutos são classificados de 6 a 12, para o mercado externo, e de 7 a 20 para o mercado interno. Esses números representam a quantidade de frutos nas embalagens, com capacidade para 3,5 Kg e 6,0 kg, respectivamente

(Tabela 1). Para o mercado interno, a embalagem de 6 kg apresenta as dimensões de 40,5 cm de comprimento x 30,0 cm de largura x 15,0 cm de altura. Atualmente, são também utilizadas no mercado interno embalagens com capacidade para 1,8 Kg de frutos, contendo quatro, cinco ou seis frutos, dependendo do tamanho.

TABELA 1 - Classificação do mamão "Solo" em tipos utilizados para o mercado interno e diferentes mercados externos

Tipo	Peso Médio (g)	
	Mercado Interno	Mercado Externo
6	-	560-650
7	790-860	500-559
8	680-789	440-499
9	610-679	390-439
10	550-609	350-389
11	500-549	320-349
12	460-499	290-319
13	420-459	
14	390-419	
15	370-389	
16	340-369	
17	320-339	
18	310-319	
19	290-309	
20	280-289	

Fonte: Marin et al. (1995).

Para o mercado externo, uma vez selecionados e classificados, os frutos são etiquetados, envolvidos em papel de seda apropriado e acondicionados em caixas de papelão. A posição adotada para os frutos na caixa é a vertical ou levemente inclinado, com a posição do pedúnculo voltada para baixo. As caixas de papelão de 3,5 Kg apresentam as dimensões de 35,0 cm de comprimento x 26,5 cm de largura x 13,0 cm de altura (Figura 8). Essas embalagens devem ser paletizáveis, sendo adotados

no Brasil os paletes com capacidade para 132 caixas, com 11 caixas de altura, ou 144, com 12 caixas de altura (Figura 8).

Tanto nas embalagens destinadas ao mercado interno, quanto para exportação, deve-se proteger os frutos, evitando-se injúrias por choques e por abrasões pelo seu contato com o fundo, as laterais e a parte superior das caixas. Para isso, recomenda-se colocar papel entre os frutos e entre eles e as partes das caixas.

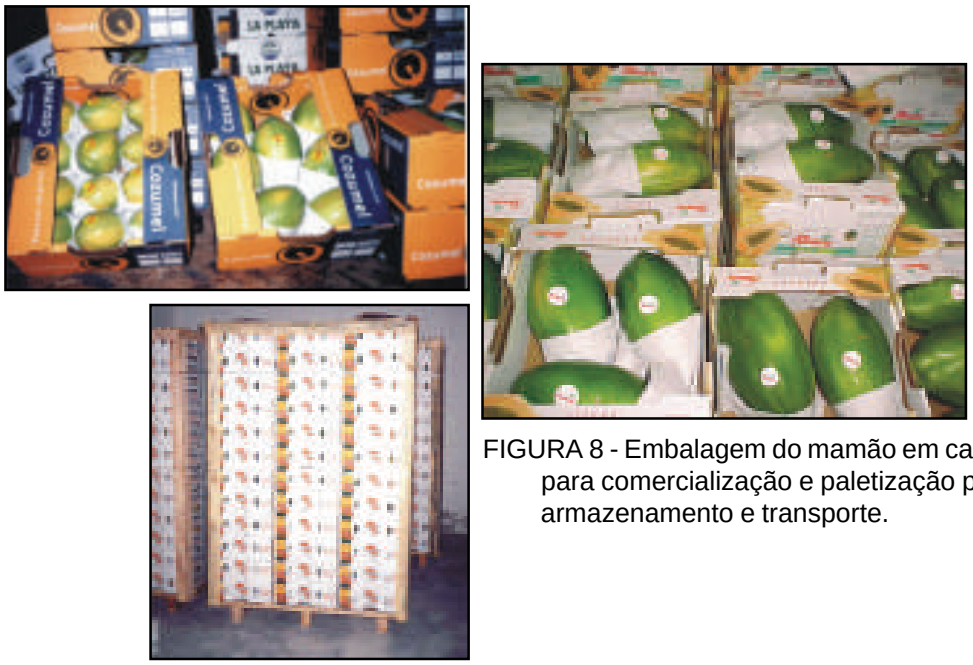


FIGURA 8 - Embalagem do mamão em caixas para comercialização e paletização para armazenamento e transporte.

Para exportação ou para alguns mercados específicos, após o adequado acondicionamento dos frutos, as caixas são pesadas e rotuladas, para serem em seguida paletizadas e transportadas para uma câmara fria, regulada para aproximadamente 10 ^{o}C. Neste ambiente, os frutos permanecem até o momento do transporte para embarque ou diretamente para o mercado. A partir de então, recomenda-se não mais retirar os frutos do ambiente refrigerado até o seu destino, fato que poderia predispô-los à recontaminação por patógenos, condensação de água em sua superfície e absorção de calor do ambiente externo, prejudicando a cadeia de frio.

Quando os frutos são destinados à exportação, devem ser verificadas as exigências específicas de cada mercado quanto ao tamanho.

Outra característica da classificação que deve ser considerada é o estádio de amadurecimento dos frutos. Existem várias tabelas para a classificação do mamão, considerando diferentes amplitudes para as faixas dentro dos estádios de amadurecimento. Todavia, os classificadores têm considerado os estádios descritos por Marin et al. (1995):

- Estádio 0 - inclui os frutos cuja coloração da casca passou de verde-escura para verde-clara, consistindo-se no início da maturidade fisiológica. Internamente, a polpa apresenta a coloração branca amarelada entremeada por porções rosa-claras. Essa característica é difícil de ser observada no campo, por isso não é atualmente utilizada. Predispõe a colheita de frutos imaturos e, dessa forma, a desuniformidade nas embalagens. Quando esse estádio era observado para se iniciar a colheita, visava-se ao embarque de frutos por via marítima, tendo sido muito empregado durante as primeiras exportações de frutos oriundos do Espírito Santo. Atualmente, mesmo quando se utilizam os embarques marítimos os frutos neste estádio não são utilizados.

- Estádio I - inclui os frutos em que a coloração da casca esteja variando de verde-escura para verde-clara, apresentando uma estria amarela, quase imperceptível, localizada na lateral dos frutos. Internamente, a polpa tem coloração branco-amarelada próximo à casca e amarelo-pálida bem acentuada próximo à cavidade ovariana. Compreendem frutos com até 10% da superfície da casca amarelecida (Balbino, 1997). Frutos com essas características podem ser utilizados para exportação em transporte marítimo e, ou, rodoviário para mercado interno distante (1.000 a 2.000 km).

  Estádio II - os frutos apresentem duas estrias bem amareladas na casca. Internamente, a polpa desses frutos apresenta coloração amarelo-pálida próximo à casca e amarelo-avermelhada próximo à cavidade ovariana. Inclui os frutos com 10 a 25% da superfície da casca amarelecida (Balbino, 1997). São adequados para exportação por via aérea e, ou, mercado interno distante em média 500 a 1.000 km da região produtora.

- Estádio III – os frutos apresentam três ou quatro estrias amarelas bem perceptíveis na casca, partindo da base para o pedúnculo do fruto. Internamente, quase não se observa a camada branco-amarelada da polpa próximo à casca. A polpa apresenta coloração amarelo-avermelhada próximo à casca e vermelho-alaranjada próximo à cavidade ovariana. Encontram-se neste estádio os frutos com 25 a 40% da superfície da casca amarelecida (Balbino, 1997). São apropriados para comercialização no mercado interno, distantes em média até 500 km da região produtora.

Assim, para exportação, normalmente devem ser verificados os seguintes caracteres dos frutos (Marin et al., 1995):

- peso variando entre 320 e 650 g;
- formato periforme alongado, com ou sem pescoço;
- casca lisa e sem manchas externas;
- ausência de lesões de varíola, da mancha-prateada, da mancha-fisiológica, de lesões causadas por ácaros; e
- ponto de maturação em estádio 1 (transporte marítimo) e estádio até 2 (transporte aéreo).

Já para o mercado interno, a classificação dos frutos do grupo 'Solo', segundo Marin et al. (1995), devem seguir os seguintes critérios:

- peso variando entre 280 e 860 g;
- formato periforme alongado a oblongo abovado;
- casca lisa com poucas manchas externas;
- ausência ou ocorrência mínima de lesões de varíola, da mancha-prateada, da mancha-fisiológica e de lesões causadas por ácaros;
- ausência de danos mecânicos na casca; e
- ponto de maturação em estádio 1, 2 ou 3.

ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

Alguns perecíveis de clima tropical são danificados quando submetidos a baixas temperaturas durante o armazenamento. O dano é causado por temperaturas acima do ponto de congelamento, porém abaixo daquela adequada para o armazenamento. O dano depende, além do binômio tempo/temperatura, da espécie e do cultivar e do estádio de amadurecimento do fruto (Silva et al., 1992). Na prática, a temperatura mínima para armazenamento de frutos de mamoeiro é determinada por sua susceptibilidade à injúria por frio (*chilling*). A temperatura na faixa de 9 a 12 °C é geralmente utilizada para o armazenamento do mamão.

As injúrias por frio se caracterizam por sintomas semelhantes às escaldaduras

na casca, áreas endurecidas na polpa ao redor dos feixes vasculares, presença de tecido aguado na polpa (Chen e Paull, 1986), atraso e desuniformidade no amadurecimento, destruição de estrutura celular acompanhada da liberação de substâncias que devem tornar os frutos mais susceptíveis a microrganismos que normalmente não contribuem para as perdas pós-colheita do mamão. Danos mais severos podem se constituir em total falta de amadurecimento, odores atípicos e ausência de flavor (Morris, 1982).

A injúria por frio está associada a alterações na estrutura e no funcionamento das membranas lipoprotéicas das células, comprometendo a integridade celular, causando alteração na taxa e no modelo respiratório, na síntese de etileno, induzindo dessa forma a manifestação de efeitos secundários (Morris, 1982).

Chen e Paull (1986) verificaram que, para o mamão, a ocorrência da injúria por frio foi dependente basicamente do estádio de amadurecimento e do período de armazenamento em determinada temperatura. Verificaram que frutos verdes fisiologicamente maduros eram mais sensíveis ao *chilling* e apresentavam injúria após 10 dias de armazenamento a 2 °C, enquanto em frutos com 60% da superfície amarela esses sintomas só se manifestavam após 17 dias de armazenamento. Verificaram ainda que o pré-condicionamento de frutos de mamoeiro a 12,5 °C, por quatro dias, antes do armazenamento a 2 °C, reduzia a sensibilidade ao *chilling*. Esse decréscimo na sensibilidade ao "chilling" com o pré-condicionamento foi associado com um amadurecimento parcial do fruto. Morris (1982) afirma que *chilling* brando pode ocorrer durante o armazenamento de frutos de mamoeiros mesmo na faixa de temperatura de 10 a 12 °C.

Durante o armazenamento do mamão sob refrigeração, várias alterações metabólicas podem ser observadas, como mudança na taxa respiratória (Abou Aziz et al., 1975), na perda de peso, no conteúdo de clorofila e carotenóides na casca, (Abou Aziz et al., 1975; An e Paull, 1990), na firmeza da polpa (Chen e Paull, 1986; An e Paull, 1990) etc. Todavia, com o armazenamento de frutos de mamoeiro a 10 °C, Nazeeb e Broughton (1978) verificaram que tanto a taxa de evolução de etileno como a taxa de evolução de CO_2 foi mantida num valor constante, sem qualquer aumento drástico.

Com o prolongamento do período de armazenamento a 10 °C, verificou-se efeito significativo no aumento da perda de peso do mamão, sendo essa perda gradual nos primeiros 12 dias, e um aumento expressivo entre o 12º e o 16º dia. Constatou-se também que a perda de peso foi maior em frutos armazenados a 15 °C do que a 10 °C (Abou Aziz et al., 1975).

Também a umidade relativa do ar, em uma câmara frigorífica, afeta diretamente a manutenção do padrão de qualidade dos perecíveis nela armazenados. Durante o processo de maturação do fruto, ela deve estar na faixa de 85 a 95%. Abaixo desses percentuais, poderá haver perda no padrão de qualidade do fruto, cuja casca, além de se tornar enrugada, apresenta perda do brilho, e a polpa perde a sua consistência (Silva et al., 1992). Acima de 95%, a umidade favorece o desenvolvimento de fungos que provocam o apodrecimento rápido dos frutos.

Os frutos perdem água, diminuindo o seu volume, durante os períodos quentes e secos do dia, mas, se ainda estão presos à planta, recuperam o conteúdo de água durante a noite. Todavia, depois da colheita, o processo de transpiração continua, mas não há como recuperar a água. Desse modo, as condições inadequadas de transporte e armazenamento afetam seriamente o valor comercial do fruto. E como a grande maioria dos produtos perecíveis contém de 75 a 95% de água e a umidade relativa, nos espaços intercelulares, é próxima a 100%, a tendência é a perda do vapor d'água dos tecidos. Esse peso perdido durante o armazenamento dependerá do tipo de fruto, de sua temperatura, de seu tamanho, composição e estrutura, e da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar durante o armazenamento (Silva et al., 1992).

Em termos de modificações na coloração externa dos frutos, Abou Aziz et al. (1975) verificaram que a elevação da temperatura ambiente de 10 para 15 °C acelerou o desenvolvimento da cor da casca dos frutos, medido pela quantidade de clorofila e carotenóides, sendo, portanto, mais favoráveis à obtenção da completa coloração da casca, num intervalo de tempo mais curto. Constataram que o conteúdo de clorofila decresceu com o prolongamento do período de armazenamento e pela elevação da temperatura. A elevação da temperatura ativa as enzimas responsáveis pela destruição da clorofila. O processo inverso foi verificado em termos do conteúdo de carotenóides na casca, o qual aumentou durante o armazenamento, sendo a taxa maior para temperaturas de 15 °C em relação a 10 °C.

Após o armazenamento do mamão em câmara fria a 10°C, An e Paull (1990) verificaram que o amolecimento dos frutos foi mais lento nos quatro primeiros dias depois de retirados da câmara fria e colocados à temperatura de 25 °C, em comp aração a frutos não armazenados. Observaram também que a cor externa, o amolecimento do fruto, e o desenvolvimento da cor da polpa foram mais rápidos em frutos armazenados em câmara fria a 10 °C por 14 dias do que em frutos não armazenados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância dos estudos em pós-colheita visando a redução dos diferentes tipos de perdas e maior longevidade dos frutos tem levado à inclusão de novos pesquisadores e ao crescimento dos trabalhos nesta área. Para a cultura do mamão, isso não tem sido diferente, uma vez que a organização da cadeia produtiva, associada ao crescimento da demanda desse fruto para o mercado de exportação, retrata a sua importância para a economia do País. Dentre as novas linhas de pesquisa que vêm sendo desenvolvidas para a cultura, merece destaque os trabalhos com o 1-metilciclopropeno (1-MCP) bloqueador da ação do etileno.

A aplicação do 1-MCP mostrou ter a capacidade de aumentar a vida-de-prateleira de mamões, como conseqüência da capacidade dessa substância para inibir a ação do etileno nos tecidos e retardar o seu amadurecimento. Os estudos feitos com frutos armazenados em condições ambiente mostraram a capacidade do 1-MCP de aumentar o período de conservação do mamão de dois a três dias de vida-de-prateleira. Esse aumento é importante, pois pode possibilitar o transporte dos frutos a maiores distâncias e a ampliação do período de comercialização deles (Jacomino et al., 2002).

REFERÊNCIAS

ABOU AZIZ, A. B.; EL-NABAWY & ZAKI, H. A. A effect of different temperatures on the storage of papaya fruits and respiracional activity during storage**. Scientia Horticulture**., v. 3, p. 173-177, 1975.

AKAMINE, E.K. Respiration of fruits of papaya (*Carica papaya* L. var. Solo) with reference to the effect of quarantine disinfestations treatments. **American Society for Horticultural Science***,* v.89, p. 231-236, 1966.

AKAMINE, E.K. Hitory of the hot water treatment of papayas. **Hawaii Farm Science**, v. 16, n. 3, p. 4-6, 1967.

AKAMINE, E.K. The hot water treatment of papaw in Hawaii. **Food Technology in Australia**, v.27, n. 11, p.482-483, 1975.

AKAMINE, E.K.; ARISUMI, T. Control of posthrvest storage decay of fruits of papaya (*Carica papaya* L.) with special reference to the effect of hot water. **Proceedings of American Society for Horticultural Science**, v.61, p.270-274, 1953.

AKAMINE, E.K.; GOO, T. Relationship between surgace color development total soluble solids in papaya. **HortScience**, v. 6, n. 6, p. 567-568, 1971.

AN, J.F.; PAULL, R.E. Storage and sthylene influence on ripening of papaya fruit. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v.115, p.949-953, 1990.

ARRIOLA, M.C.; CALZADA, J.F.; MENCHU, J.F.; ROLZ, C.; GARCIA, R. Papaya. In: NAGY, S.; SHAWN, P.E. (Eds.). **Tropical and subtropical fruits**. Westport, Conn., AVI., 1980. p. 316-40.

BALBINO, J. M. de S. ***Efeitos da hidrotermia, refrigeração e ethephon na qualidade pós-colheita do mamão* (*Carica papaya* L.)**. 1997. 104 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BARKAI-GOLAN, R.; PHILLIPS, D. Postharvest heat treatment of fresh fruits and vegetables for decay control. **Plant Disease**, v. 75, n. 11, p. 1085-1089, 1991.

BIRTH, G. S.; DULL, G. G.; MAGEE, J. B. et al. Na optical method for estimating papaya maturity. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v.109, n. 1, p. 62-66, 1984.

CALEGARIO, F., F. **Características físicas e químicas do fruto do mamão** (*Carica papaya* L.) **em desenvolvimento**. 1997. 54 f. Disertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CHAN JR., H.T. Sugar composition of papayas during fruits development. **HortScience**, v.14, n.2, p.140-1, 1979.

CHAN JR., H.T. Effects of heat treatments on the ethylene-forming enzyme system in papayas. **Journal of Food Science**., v. 51, n. 3, p. 581-583, 1986.

CHAN JR., H.T. Ripeness and tissue depth effects on heat inactivation of papaya ethylene-forming enzyme. **Journal of Food Science**., v. 56, n. 4, p. 996-998, 1991.

CHAN JR., H.T; CHANG, T.S.K.;STAFFORD, A. E.; BREKKE, J. E. Nonvolatiles acids of papaya. **Journal of Agriculturae and Food Chemistry** , v. 21: 156-159, 1974.

CHAN JR., H.T.; HIBBARD, K.L.; GOO, T. YEE, K. L. Sugar composition of papayas during fruit development. **HortiScience**, v. 14, n. 2, p. 140-141, 1979.

CHAN JR., H.T.; KWOK, S. C. M. Importance of enzyme inactivation prior to extration of sugars from papaya. **Journal of Food Science**, v.40, p. 770-771, 1975.

CHAN JR., H.T; KWOK, S. C. M. Isolation and characterization of a b-fructofuranosidase from papaya. **Journal of Food Science,** v 41, p. 320-323, 1976.

CHAN JR., H. T.; TAM, S.Y.T. Partial separation and caracterization of papaya endo- and exo-polygalacturonase. **Journal of Food Science**, v 47, p. 1478-1483, 1982.

CHAN JR., H. T.; TAM, S.Y.T.; SEO, S.T. Papaya polygalacturonase and its role in thermally injured ripening fruit. **Journal of Food Science**, v 46, p. 190-191-197, 1981.

CHEN, N.M.; PAULL, R.E. Development and prevention of chilling injury in papaya fruit. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v.111, p. 639-643, 1986.

CHITARRA, J.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças.** Fisiologia e manuseio. São Paulo-SP: Editora Gráfica NAGY Ltda., 1990. 293p.

COUEY, H.M; ALVAREZ, A. M.; NELSON, M. G. Comparison of hot-water spray and immersion treatments for control of phostharvest decay of papaya. **Plant Disease**, v. 68, n. 5, p. 436-437, 1984.

COUEY, H. M.; LINSE, E. S.; NAKAMURA, A. N. Quarantine procedure for Hawaiian papayas using heat and cold treatments. **Journal of Economic Entomology**, v 77, n. 4, p. 984-988, 1984.

COUEY, H.M.; HAYES, C.F. Quarantine procedure for Hawaiian papaya using fruit selection and a two-stage hot-water immersion. **Journal of Economic Entomology**, v 79, p. 1307-1314, 1986.

DRAETTA, I. dos S.; SHIMOKOMAKI, M.; YOKOMIZO, Y.; FUJITA, J. T.; MENEZES, H. C. de; BLEINROTH, E. W. Transformações bioquímicas do mamão (*Carica papaya*) durante a maturação. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas. v. 6, p. 395-408, 1975.

HAGENMAIER, R. D.; SHAW, P. E. Gas permeability of fruit coating waxes. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v.117, p. 105-109, 1992.

HARDENBURG, R. E. Effect of in-package environment on keeping quality of fruit and vegetables. **HortScience**, v. 6, p. 198-201, 1971.

JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A.; BRACKMANN, A.; CASTRO, P. R. de C. Amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. **Scientia agricola**, v. 59, n. 2, p.303-308, 2002.

KUHNE F. A. ; ALLAN, P. Seasonal variations in fruit growth of *Carica papaya* L. **Agroplantae**, v. 2, n. 3, p. 99-104, 1970.

LASSOUDIERE, A. Le papayer fruits. **Fruits**, v. 24, p.105-13, 1969.

LAZAN, H.; ALI, Z. M.; LIANG, K. S. ; YEE, K. L. Polygalacturonase activity and variation in repening papaya fruit with tissue depth and heat treatment. **Physiologia Plantarum**, v. 77, p. 93-98, 1989.

LUNA, J. V. U. **Intervalo entre a polinização e a maturação de cultivares de mamão (*Carica papaya* L.)**. Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia (EPABA), 1979. 24p. (Comunicado técnico, 19).

MARIN, S.L.D.; GOMES, J.A.; SILVA, J.G. da. A colheita e a qualidade do mamão do grupo Solo. In: **International Symposium on Tropical Fruits**, 1. Vitória: EMCAPA, 1993. p. 29. (Documentos, 79).

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

MEDINA, J.C. Mamão. I. Cultura. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, Campinas, SP. **Mamão: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2. ed. Campinas, SP. p. 1-177. (ITAL. Frutas Tropicais, 7).

MEDINA, V. M.; SILVA, J. R. R. Revestimento do mamão ´Sunrise Solo' com ceras de carnaúba e polietileno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 23, 1994, Slavador. **Anais...** Salvador. v. 2, p.681-682, 1994.

MORRIS, L. L. Chilling injury of horticultural crops: an overview. **HortiScience**, v. 17, n. 2, p. 161-162, 1982.

MOSCA, J. L.; DURIGAN, J.F. Post-harvesting conseration of papaya fruits *Carica papaya* L. ´Improved Sunrise Solo Line 72/12', with utilization of protector films and wax, associated with refrigeration. **Acta Horticulturae**, v. 370, p. 217-221, 1995.

NAZEEB, M.; BROUGHTON, W.J. Storage conditions and ripening of papaya Bentong and Taiping. **Scientia Horticulturae**, v.9, p.265-277, 1978.

NISHIJIMA, W. Doenças fúngicas do mamão e seu controle. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 2. 1988, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV, 1988. p. 333-345.

NISHIJIMA, W. Effect of hot-air and hot-water treatments of papaya fruits on fruit quality and incidence of diseases. **Acta Horticulturae,** v. 370, p. 121-127, 1995.

PAULL, R.E.; CHEN, N.J. Waxing and plastic wraps influence water loss from papaya fruit during storage and ripening. **Journal of American Society of Horticultural Science,** v. 114, p. 937-942, 1989.

PAULL, R.E.; CHEN, N.J. Heat shock in field grow ripening papaya fruit. **Journal of American Society of Horticultural Science,** v. 115, n. 4, p. 623-631, 1990.

SCHEER, A. Reducing the water loss of horticultural and arable products during long term storage. **Acta Horticulturae**, v. 368, p. 511-522, 1994.

SELVARAJ, Y.; PAL, D.K. Changes in the chemical composition of papaya (Thailand variety) during growth and development. **Journal of Food Science and Technology**, v. 19, p.257- 9, 1982.

SELVARAJ, Y.; SUBRAMANYAN, M.D.; IYER, C.P.A. Changes in the chemical composition of four cultivars of papaya (*Carica papaya*, L.) during growth and development. **Journal of Horticultural Science,** v. 57, n. 1, p. 135-143, 1982.

SILVA, T.M.W. 1988. ***Tratamento térmico e radiação gama no controle de Colletotrichum gloeosporioides (Penz.) Penz. et Sacc., agente causal da antracnose em frutos de mamoeiro* (*Carica papaya* L.).** 1988. 155 f. Dissertação (Mestrado) – USP – ESALQ, Piracicaba.

SILVA, J. de S. e; GOMES, F. de C.; AFONSO, A. D.L.; PARIZZI, F.C. **Introdução ao estudo da armazenagem de perecíveis**. Viçosa: UFV, v. 2. n.7. Série Caderno Didático, Engenharia na Agricultura, np. 1992.

SUZUKI, K.; YOSINAGA, T.; KANEKO, A.; ASANO, T.; TAKANO, S.; HASEGAWA, T. Studies on the ripening acceleration of vapor-heat treated papaya. Nippon. **Shokuhin Kogyo Gakkaisshi**, v. 38, n. 11, p. 1057-1062, 1991.

TEITEL, D.C.; AHARONI, Y.; BARKAI-GOLAN, R. The use of heat treatments to extend the shelf-life of 'Galia' melons. **Journal of Horticultural Science**, v. 64, p. 367-372, 1989.

VIEGAS, P.R.A. 1992. ***Características químicas e físicas do mamão* (*Carica papaya* L.) *cultivares Surise Solo e Formosa relacionadas ao ponto de colheita***. 1992. 82 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

WILLS, R. B. H.; WIDJANARKO, S. B. Changes in physiology, composition and sensory characteristics of Australian papaya during ripening. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 35, p. 1173-1176, 1995.

ZAGORY, D.; KADER, A. A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, v. 22, n.9, p. 70-77, 1988.

Capítulo

14

CUSTOS DE PRODUÇÃO DO MAMOEIRO

Rogério Della Costa Garcia

Enio Bergoli da Costa

Wolmar Roque Loss

ASPECTOS CONCEITUAIS

A análise dos custos de produção permite a avaliação das condições econômicas do processo de produção, inferindo sobre vários aspectos: rentabilidade dos recursos empregados, condições de recuperação destes recursos e perspectivas de decisões futuras sobre o empreendimento, como expansão, retração e extinção.

A composição dos custos, ao ser analisada e comparada com padrões, ou casos semelhantes, oferece subsídios à tomada de decisões sobre como melhorar as atividades produtivas para obter resultados mais satisfatórios.

Ressalta-se que toda a avaliação de custos é subjetiva e cercada de muitas dificuldades. Tais entraves estão ligados à avaliação correta de bens produtivos, e da vida útil dos bens, aos preços dos insumos e serviços, aos parâmetros a considerar como termo de comparação para retorno do capital, além do nível tecnológico empregado.

Para efeito de estimação de custo de produção, considera-se o processo de produção dentro de certo prazo suficiente para que se obtenha os resultados em forma do produto final. É preciso se estabelecer um ciclo que parte da entrada de recursos e se finaliza com saída de produtos. O somatório de todos estes recursos (insumos) e operações (serviços) utilizados no processo produtivo é contemplado para a análise do custo de produção.

No curto prazo, consideram-se os custos variáveis, resultantes de despesas, na safra, compostos por fatores que variam com quantidades produzidas. O longo prazo, expresso pelos fatores fixos ou que independem da escala da produção, constitui a série de gastos com investimentos e implantação a serem amortizados, no período da vida útil dos diversos recursos (benfeitorias e implementos) e na vida útil da atividade.

Os custos fixos permanecem inalteráveis no curto prazo, independem do nível

de produção e ocorrem mesmo que o recurso não seja utilizado. Portanto, deve ser considerada a depreciação dos recursos no período de uso e sua disponibilidade condiciona a capacidade de produção, ou escala. Enquadram-se nessa categoria os recursos: terra, benfeitorias, máquinas, equipamentos, impostos e taxas fixas sobre o imobilizado, obras de irrigação, calagem e/ou fertilização para recuperação no médio e longo prazos do solo, obras de drenagem, entre outros.

Os custos variáveis referem-se à valoração dos recursos totalmente incorporados ao processo de produção no curto prazo, variam conforme a quantidade de produção e podem ser alterados pela vontade do administrador. O conjunto desses itens de custo é denominado custeio da safra ou do ciclo de produção. Normalmente, os itens de custos variáveis são difundidos por meio de planilhas, comumente utilizadas por produtores e extensionistas, compostas de itens como: fertilizantes, defensivos, combustíveis, mão-de-obra, serviços de máquinas e equipamentos, terceirizados ou não, entre outros. Se aos custos variáveis for incluída a depreciação dos recursos fixos, surge a conceituação dos custos operacionais ou custos econômicos, que também se classificam em operacional fixo (depreciações) e operacional variável (desembolsos).

O somatório de todos os custos fixos e variáveis dos fluxos de serviços, de capital (depreciações) e de insumos (despesas) de produção denomina-se custo total. Quando o custo total do empreendimento é dividido pela quantidade produzida, obtém-se o custo total médio – CTMe. A mesma lógica se aplica para os custos variáveis, fixos e operacionais, obtendo-se os custos variáveis médios, os custos fixos médios e os custos operacionais médios, respectivamente.

A receita da produção depende basicamente da produtividade (rendimento) do cultivo e do preço de mercado, sendo constituída pelo valor das vendas do produto final e dos produtos secundários, do valor dos produtos estocados e, em alguns casos, do auto-consumo da exploração agropecuária. A receita média da produção, dada como a relação entre a receita da produção e a quantidade produzida (valor/quantidade), quando comparada aos custos médios, constitui-se na análise econômica ou de rentabilidade da atividade, por unidade do produto. O conceito de margem (resíduo) é a diferença entre receita e custos operacionais.

Visando a análise econômica exposta neste capítulo, três conceitos de lucro devem ser considerados:

- **Lucro Normal**: ocorre quando a receita é igual ao custo, ou seja, quando o

preço recebido pelo produto se iguala ao seu custo total médio. Ressalva-se que no custo total médio se incluem os custos alternativos ou custos de oportunidade, que correspondem ao rendimento dos recursos aplicados no empreendimento, caso fossem aplicados alternativamente no mercado financeiro, a uma taxa previamente estabelecida ou, ainda, em qualquer alternativa de remuneração consistente com o mercado (de trabalho, de insumos ou de máquinas e equipamentos).

- **Lucro Supernormal ou Econômico:** ocorre quando a receita de uma atividade é superior ao seu custo total, que inclui os custos alternativos. Nesse caso, além de se obter lucro, ocorre um adicional (preço > CTMe). Quando estiver acontecendo este lucro, a atividade em questão estará proporcionando o melhor lucro possível, em comparação a outras alternativas de emprego de capital e trabalho, ocorrendo possibilidade de expansão do negócio.

- **Lucro Sobre o Capital e Trabalho:** ocorre quando uma atividade apresenta receita média superior ao custo operacional médio e inferior ao custo total médio. Portanto, nesse caso, o preço é menor que o custo total médio, mas a renda é suficiente para compensar os gastos com os recursos de produção e ainda proporcionar um retorno, embora menor que os custos alternativos ou lucros normais. Esse retorno é o rendimento sobre o capital e trabalho efetivamente empregados na atividade e, nessa situação, considera-se que o empreendimento incorre em prejuízo econômico.

- **Ponto de Nivelamento:** é o nível de produção no qual uma atividade tem seus custos totais iguais às suas receitas totais. Mostra o nível mínimo de produção para que o empreendimento dê resultado com lucro normal.

A análise de custos de produção está diretamente ligada ao sistema de cultivo, às tecnologias de produção para a alocação eficiente de recursos e sua continuidade, com produtividade resultante, além dos preços dos diversos fatores e do produto. Um insumo variável deverá ser adicionado ao processo produtivo até o ponto em que a mudança na renda, devido ao uso da última unidade do insumo, for maior ou igual à mudança no custo resultante da última unidade empregada desse insumo.

No caso da cultura do mamoeiro, o rendimento da cultura sofre influência direta da adoção de tecnologias avançadas de produção, que, comercialmente, alcançam o seu ótimo após o primeiro ano de plantio, obtendo-se normalmente dois anos de produção comercial. Vale ressaltar a existência de plantios que, mesmo no terceiro ano de produção, continuam economicamente viáveis.

CONSIDERAÇÕES SOBRE A DETERMINAÇÃO DE CUSTOS E RECEITAS

Os custos e as receitas para implantação e condução da cultura do mamoeiro foram estimados a partir das seguintes considerações:

- Sistema de produção – utilizaram-se os mais comumente adotados pelos agricultores, tanto para o Grupo Solo quanto para o Formosa.
    - Grupo Solo – espaçamento de 3m X 2m (1.666 covas/ha), ciclo de três anos, produção comercializável de 100 t/ciclo.
    - Grupo Formosa – espaçamento de 3,8 X 2m (1.316 covas/ha), ciclo de dois anos, produção de 135 t/ciclo.
- Investimentos em máquinas e equipamentos – considerou-se o custo por hora vigente no mercado regional. Assim, não foi considerado o investimento inicial nem as depreciações decorrentes.
- Equipamento de irrigação – apropriou-se como custo a depreciação anual, não se considerando o investimento de aquisição.
- Custo de oportunidade – foi determinado à taxa de 12% ao ano, considerando-se que os dispêndios ocorrem regularmente, ao longo do ano.
- Preços:
    - Insumos e Serviços – valores do mercado regional, de setembro de 2003.
    - Produto (mamão) – média dos preços recebidos pelos agricultores de outubro de 2002 a setembro de 2003, livres de taxas e impostos.

ANÁLISE DE RENTABILIDADE DO MAMÃO GRUPO SOLO

CUSTOS DE PRODUÇÃO

O custo total de produção é de R$ 27.145,11 (vinte e sete mil, cento e quarenta e cinco reais e onze centavos) para cada hectare cultivado, durante o ciclo de três anos. Os custos variáveis de produção, efetivamente desembolsados, durante o período de três anos, apontam para um total de R$ 24.193,50 (vinte e quatro mil, cento e noventa e três reais e cinqüenta centavos). Os custos fixos são da ordem de R$ 1.500,00, representados pela depreciação de equipamentos, principalmente o de irrigação. Os encargos financeiros, representados pelo custo de oportunidade do capital investido, são da ordem de R$ 1.451,61 (hum mil, quatrocentos e cinqüenta e um reais e sessenta e um centavos).

Os custos de produção do mamão Grupo Solo, com espaçamento 3,00 x 2,00 (1666 covas / hectare) variaram significativamente nos três anos considerados. No primeiro ano, foi de R$9.743,62, sendo 51,36% desse custo gastos com serviços, 38,14% com insumos e o restante com depreciação e custo de oportunidade. No segundo ano, as despesas elevaram-se para R$11.859,91, representando, nesse período, 43,69% do custo total da atividade. No terceiro ano, esses custos reduziram-se substancialmente, totalizando apenas R$5.541,57, ou seja, 20,41% do custo total de produção da atividade (Tabela 1).

TABELA 1. Estimativa de custo para 1 ha da cultura do mamão do Grupo Solo (em R$)

Descrição	Valor
Ano I	**9.743,62**
Insumos	3.715,90
Serviços	5.004,50
Depreciação	500,00
Custo de Oportunidade	523,22
Ano II	**11.859,91**
Insumos	3.900,40
Serviços	6.816,50
Depreciação	500,00
Custo de Oportunidade	643,01
Ano III	**5.541,57**
Insumos	567,70
Serviços	4.188,50
Depreciação	500,00
Custo de Oportunidade	285,37
Subtotal Custos Variáveis (insumos + serviços)	**24.193,50**
Subtotal Custos Fixos (Depreciação)	**1.500,00**
Subtotal Custo de Oportunidade	**1.451,61**
Custos Totais	**27.145,11**

ANÁLISE ECONÔMICA

Para o estabelecimento do sistema de produção desta atividade, foram consideradas 10 toneladas/hectare no primeiro, 60 toneladas no segundo e 30 toneladas no terceiro ano, totalizando 100 toneladas de mamão, no ciclo de três anos (Tabela 2). Considerando o preço médio do mamão Grupo Solo de R$ 290,00 por tonelada, recebido pelos agricultores de outubro de 2002 a setembro de 2003, a atividade gera uma receita bruta de R$29.000,00, para cada hectare cultivado, nos

três anos de produção. Como o custo total, que inclui serviços, insumos, depreciações e custo de oportunidade, alcançou a cifra de R$27.145,11, houve um lucro por ha de R$1.854,89, montante um pouco acima da normalidade (Figura 1). Esse lucro é considerado, conceitualmente, como supernormal, haja vista que todos os custos foram cobertos, nos três anos de ciclo da cultura. Esse fato evidencia que, nessa condição, há rentabilidade suficiente para o fruticultor expandir o seu negócio, sob a ótica microeconômica.

TABELA 2. Análise econômica de um hectare de mamão do Grupo Solo

Período	Produção	Preço	Valor da Produção	Custo Variável Total	Margem Bruta	Custo Total	Ponto de Nivela-mento	Lucro/ Prejuízo
	(t)	(R$/t) (A)	(R$) (B)	(R$) (C)	(R$) (C - B)	(R$) (D)	(t) (D/A)	(R$/ha) (B - D)
1º ano	10	290	2.900	9.243,62	(6.343,62)	9.743,62	31,9	(6.843,62)
2º ano	60	290	17.400	11.359,91	6.040,09	11.859,91	39,2	5.540,09
3º ano	30	290	8.700	5.041,57	3.658,43	5.541,57	17,4	3.158,43
Total/Média	100	290	29.000	25.645,11	3.354,89	27.145,11	93,6	1.854,89

Nota: O custo variável total inclui serviços, insumos e custo de oportunidade.

Ao se analisar o fluxo de custos e receitas da produção, durante o período de três anos, observa-se que a margem bruta no primeiro ano é negativa em função do alto custo com a implantação e a produção bastante reduzida. Nos dois últimos anos, a margem se torna positiva, ou seja, a receita supera os custos de produção, haja vista o aumento da produção. Observa-se que a produção do total de 100 toneladas é pouco superior ao ponto de nivelamento da atividade, que é de 93,6 toneladas, durante os três anos de cultivo. Esse fato ratifica a lucratividade de 6,8% acima do normal, uma vez que, para a determinação dos custos, foram considerados, inclusive, aqueles relacionados à oportunidade de uso do capital e depreciações.

Finalmente, vale destacar que, embora tenha se evidenciado lucro acima do normal, a taxa de lucratividade obtida é baixa. Quaisquer alterações de produtividade e de preços de fatores relevantes, que são comuns nessa atividade, podem afetar a situação, passando para lucro normal ou mesmo remunerando apenas o capital e o trabalho.

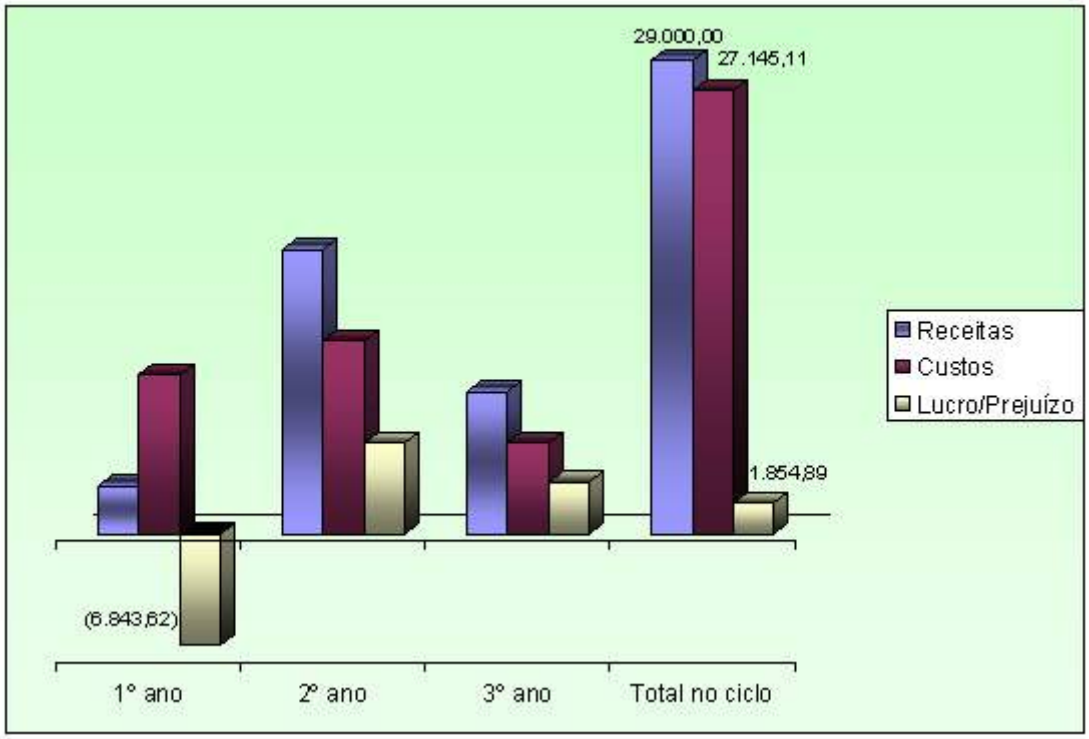


FIGURA 1 - Receitas, custos e rentabilidade do mamão do Grupo Solo, em R$.

ANÁLISE DE RENTABILIDADE DO MAMÃO GRUPO FORMOSA

CUSTOS DE PRODUÇÃO

Para a determinação dos custos de produção de mamão do Grupo Formosa, tomou-se por base os coeficientes técnicos mais comuns utilizados pelos agricultores da região de Pinheiros, no Norte do Espírito Santo. Nesse sentido, considerou-se um ciclo cultural de dois anos e preços de insumos e serviços praticados em setembro de 2003, no mercado regional, além de taxa de juros de 12% ao ano, no caso da apuração do custo alternativo ou de oportunidade.

O custo total de produção é de R$ 22.229,23 (vinte e dois mil, duzentos e vinte e nove reais e vinte e três) para cada hectare cultivado, durante o ciclo de dois anos (Tabela 3). Os custos variáveis de produção, correspondentes ao desembolso direto

dos fruticultores, representam cerca de 90% do total, ou seja, 20.027,58 (vinte mil e vinte e sete reais e cinqüenta e oito centavos). Os custos fixos são estimados em R$ 1.000,00, constituídos, principalmente, pela depreciação de equipamentos, especialmente o de irrigação. O custo de oportunidade de uso do capital é da ordem de R$ 1.201,65 (hum mil, duzentos e um reais e sessenta e cinco centavos).

Os custos de produção do mamão Grupo Formosa, com espaçamento 3,00 x 2,00 (1.666 covas/hectare) não variaram significativamente nos dois anos considerados. No primeiro ano, foi de R$10.094,31, sendo 60,13% desse custo gastos com insumos, 29,54% com serviços e o restante com depreciação e custo de oportunidade. No segundo ano, as despesas elevam-se para R$12.134,92, sendo os dispêndios com insumos (R$5.666,34) bastante próximos àqueles com serviços (R$5.310,00).

TABELA 3. Estimativa de custo para 1 hectare da cultura do mamão Grupo Formosa

Descrição	**Valor (R$)**
Ano I	**10.094,31**
Insumos	6.069,24
Serviços	2.982,00
Depreciação	500,00
Custo Alternativo	543,07
Ano II	**12.134,92**
Insumos	5.666,34
Serviços	5.310,00
Depreciação	500,00
Custo Alternativo	658,58
Subtotal Custos Variáveis (insumos + serviços)	**20.027,58**
Subtotal Custos Fixos (Depreciação)	**1.000,00**
Subtotal Custo Alternativo	**1.201,65**
Custos Totais	**22.229,23**

ANÁLISE ECONÔMICA

Para o estabelecimento do sistema de produção desta atividade, foram consideradas 25 toneladas/hectare no primeiro e 110 toneladas no segundo, totalizando 135 toneladas de mamão, no ciclo de dois anos (Tabela 4). Considerando o preço médio do mamão Grupo Formosa de R$ 180,00 por tonelada, recebido pelos agricultores de outubro de 2002 a setembro de 2003, a atividade gera uma receita bruta de R$24.300,00, para cada hectare cultivado, nos dois anos de produção. Como o custo total, que inclui serviços, insumos, depreciações e custo de oportunidade, alcançou a cifra de R$22.229,23, houve um lucro, por ha, de R$2.070,77, montante um pouco acima daquele obtido para o mamão Grupo Solo (Figura 2). Esse lucro é considerado, conceitualmente, como supernormal, haja vista que, para sua apuração, todos os custos foram descontados, durante ciclo da cultura. Esse fato evidencia que, sob a ótica microeconômica, há rentabilidade suficiente para o fruticultor expandir a área cultivada, no sentido de auferir maiores receitas líquidas.

TABELA 4. Análise econômica de um hectare de mamão do Grupo Formosa

Período	Produção	Preço	Valor da Produção	Custo Variável Total	Margem Bruta	Custo Total	Ponto de Nivela-mento	Lucro/ Prejuízo
	(t)	(R$/t) (A)	(R$) (B)	(R$) (C)	(R$) (C - B)	(R$) (D)	(t) (D/A)	(R$/ha) (B - D)
1º ano	25	180	4.500	9.594,31	(5.094,31)	10.094,31	56,1	(5.594,31)
2º ano	110	180	19.800	11.634,92	8.165,08	12.134,92	67,4	7.665,08
Total/Média	135	180	24.300	21.229,23	3.070,77	22.229,23	123,5	2.070,77

Nota: O custo variável total inclui serviços, insumos e custo de oportunidade.

O fluxo de custos e receitas da produção e receita desta atividade é negativo no primeiro ano, com déficit geral de R$ 5.594,31, devido ao alto custo com a implantação da lavoura. Contudo, no segundo e último ano do ciclo comercial da cultura, a margem é positiva, ou seja, a receita supera os custos de produção, haja vista o aumento substancial da produção, que passa de 25 para 110 t/ha. O ponto de nivelamento, que consiste no nível de produção que iguala as receitas aos custos da atividade, é de 123,5 toneladas, apenas 8,52% abaixo da produção esperada para o nível tecnológico considerado (135 t/ha). Esse fato também confirma a lucratividade acima do normal, tendo em vista que as receitas decorrentes da produção cobrem todos os itens de custo, inclusive aqueles inerentes à oportunidade de uso do capital.

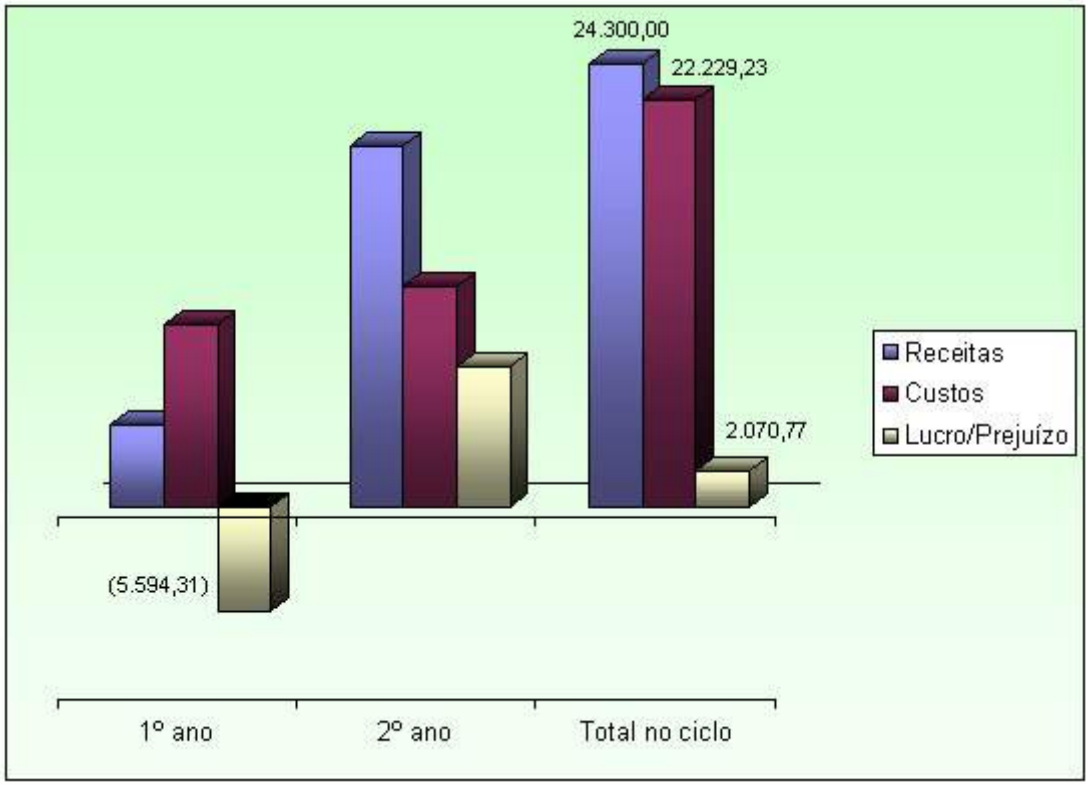


FIGURA 2. Receitas, custos e margem de lucro do mamão Grupo Formosa.

Da mesma forma que se verificou no caso do mamão Grupo Solo, a taxa de lucratividade acima do normal é considerada pequena, trazendo as mesmas implicações para a decisão do produtor rural quanto aos futuros investimentos.

Parece importante considerar, ainda, em face da proximidade do ponto de nivelamento, à produção esperada, uma análise mais apurada das expectativas de preços dos produtos, porquanto a decisão de investir antecede a viabilização da receita total (três anos para mamão Grupo Solo e dois anos, para o Grupo Formosa).

ANEXO 1. Coeficientes técnicos para a cultura do mamão do Grupo Solo (1 ha)

Especificação	Unidade	Ano I Quantidade	Ano II Quantidade	Ano III Quantidade
1. INSUMOS				
Mudas	ud	5.000	-	-
Calcário dol.	t	02	-	-
Torta de mam.	t	04	-	-
Superfosfato simples	sc	07	-	-
Superfosfato simples	sc	15	12	-
Uréia	sc	10	12	-
Cloreto potássio	sc	09	12	-
Fungicida	kg/l	16	24	06
Inseticida	kg/l	12	16	04
Esp. Adesivo	l	03	04	01
2. SERVIÇOS				
Roçagem/destoca	h/m	07	-	-
Gradagem	h/m	02	-	-
Aração	h/m	04	-	-
Aplicação calcário	h/m	01	-	-
Marcação área	d/h	03	-	-
Sulcamento profundo	h/m	04	-	-
Transporte mudas	d/h	02	-	-
Distribuição de Mudas	d/h	02	-	-
Adubação das covas	d/h	05	-	-
Fechamento covas	d/h	02	-	-
Plantio	d/h	13	-	-

Continua ...

Continuação

3. TRATOS CULTURAIS				
		-	-	-
Capinas	d/h	40	40	20
Desbrota	d/h	9	-	-
Desbaste das plantas	d/h	5	-	-
Desbaste de frutos	d/h	15	24	-
Erradicação	d/h	18	18	18
Limpeza de área	d/h	12	12	12
Adubação de cobertura	d/h	18	18	18
Pulverização	d/h	04	04	02
	h/m	12	12	06
Atomização	h/m	06	12	03
Irrigação	d/h	05	05	05
Energia elétrica	Kwh	3.500	3.500	3.500
4. COLHEITA		-	-	-
Manual	d/h	24	120	100
Transporte	h/m	16	64	50

Fonte: Dadalto et al. (1995).

ANEXO 2. Coeficientes técnicos para a cultura do mamão do Grupo Formosa.

Especificação	Unidade	Ano I	Ano II	Ano III
		Quantidade	Quantidade	Quantidade
1. INSUMOS				-
Sementes	g	52	-	-
Sacolas	mil	04	-	-
Calcário	t	01	-	-
Formicida	kg	02	-	-
Adubo Orgânico	t	2,50	-	-
Fertilizantes	sc	68,5	63,2	-
Inseticida	kg/l	12	12	-
Fungicida	kg/l	14	26	-
Herbicida	l	04	06	-
Esp. Adesivo	l	03	04	-
				-
2. SERVIÇOS				-
				-
Enchim. sacola / semente	d/h	03	-	-
Transporte de terra	d/h	2,5	-	-
Irrigação de viveiro	d/h	1,5	-	-
Preparo local viveiro	d/h	01	-	-
Preparo do canteiro	d/h	0,5	-	-
Transporte e dist. Mudas	d/h	02	-	-
Distrib. adubo orgânico	d/h	01	-	-
Distrib. adubo químico	d/h	0,50	-	-
Distribuição formicida	d/h	02	-	-
Preparo de covas	d/h	3,50	-	-
Plantio / replantio	d/h	05	-	-
Capinas	d/h	36	-	-
Sexagem	d/h	02	-	-
Desbrotas	d/h	01	-	-

Continua ...

... Continuação

Erradicação mosaico	d/h	07	09	-
Adubação de cobertura	d/h	12	12	-
Colheita / transporte	d/h	05	31	-
Irrigação	d/h	04	04	-
Pulverizações iniciais	d/h	03	-	-
Controle de ácaro branco	d/h	08	09	-
Transporte mat. Viveiro	h/m	0,2	-	-
Transp. de terra viveiro	h/m	0,3	-	-
Colheita / transporte	h/m	10	80	-
Pulverizações iniciais	h/m	02	-	-
Pulverizações	h/m	32	52	-
Capinas	h/m	01	-	-
Aplicação de herbicidas	h/m	01	02	-
Roçadas	h/m	02	02	-
Calagem	h/m	01	-	
Transporte de insumos	h/m	06	06	-
Subsolagem	h/m	2,3	-	-
Gradagens	h/m	0,6	-	-
Niveladora	h/m	0,3	-	-
Sulcamento	h/m	0,5	-	-

Fonte: Incaper – Pinheiros (ES), 2000.

ANEXO 3. Custo de produção de um hectare de mamão Grupo Solo, espaçamento de 3,00 m X 2,00 m (1.666 covas). Primeiro ano (em R$)

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Insumos				
Mudas (03 mudas / cova)	un	5.000	0,25	1.250,00
Calcário dolomítico	t	02	60,00	120,00
Torta de mamona	t	04	112,00	448,00
Superfosfato triplo	sc	07	25,20	176,40
Uréia	sc	10	41,50	415,00
Superfosfato simples	sc	15	22,00	330,00
Cloreto de potássio	sc	09	30,00	270,00
Adubo foliar	l	06	21,00	126,00
Fungicida	kg / l	16	43,40	694,40
Inseticida	kg / l	12	93,80	1125,60
Espalhante adesivo	l	03	6,50	10,50
Subtotal- Insumos				3.715,90
Serviços				
Roçagem e destoca	h/m	07	30,00	210,00
Aração	h/m	04	30,00	120,00
Aplicação de calcário	h/m	01	30,00	30,00
Gradagem	h/m	02	30,00	60,00
Marcação de área	d/h	03	12,00	36,00
Sulcamento profundo	h/m	04	30,00	120,00
Transporte de mudas	h/m	02	30,00	60,00
Distribuição de mudas	d/h	02	12,00	24,00
Adubação de covas	d/h	05	12,00	60,00
Fechamento das covas	d/h	02	12,00	24,00
Plantio	d/h	13	12,00	156,00
capinas	d/h	40	12,00	480,00
Desbrotas	d/h	09	12,00	108,00
Desbaste das plantas	d/h	05	12,00	60,00
Desbaste de frutos	d/h	15	12,00	180,00
Erradicação	d/h	18	12,00	216,00
Limpeza de área	d/h	12	12,00	144,00
Adubação de cobertura	d/h	18	12,00	216,00
Pulverização	h/m	12	30,00	360,00
	d/h	04	12,00	48,00
Atomização	h/m	06	30,00	180,00
Irrigação	d/h	05	12,00	60,00
Energia elétrica	kwh	3.500	0,367	1284,50
Colheita	d/h	24	12,00	288,00
Transporte	h/m	16	30,00	480,00
Subtotal				5.004,50
Total 1º Ano				8.720,40

ANEXO 4. Custo de produção de um hectare de mamão Grupo Solo, espaçamento de 3,00 m X 2,00 m (1.666 covas). Segundo ano (em R$).

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Insumos				
Uréia	sc	12	41,50	498,00
Superfosfato simples	sc	12	22,00	264,00
Cloreto de potássio	sc	12	30,00	360,00
Adubo foliar	l	10	21,00	210,00
Fungicida	kg / l	24	43,40	1.041,60
Inseticida	kg / l	16	93,80	1.500,80
Espalhante adesivo	l	04	6,50	26,00
Subtotal Insumos				**3900,40**
Serviços				
capinas	d/h	40	12,00	480,00
Desbaste de frutos	d/h	24	12,00	288,00
Erradicação	d/h	18	12,00	216,00
Limpeza de área	d/h	12	12,00	144,00
Adubação de cobertura	d/h	18	12,00	216,00
Pulverização	h/m	12	30,00	360,00
	d/h	04	12,00	48,00
Atomização	h/m	12	30,00	360,00
Irrigação	d/h	05	12,00	60,00
Energia elétrica	kwh	3.500	0,367	1.284,50
Colheita manual	d/h	120	12,00	1440,00
Transporte	h/m	64	30,00	1.920,00
Subtotal Serviços				**6.816,50**
Total 2ºano				**10.716,90**

ANEXO 5. Custo de produção de um hectare de mamão Grupo Solo, espaçamento de 3,00 m x 2,00 m (1.666 covas). Terceiro ano (em R$).

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Insumos				
Fungicida	kg / l	06	31,00	186,00
Inseticida	kg / l	04	93,80	375,20
Espalhante adesivo	l	01	6.50	6,50
Subtotal				**567,70**
Serviços				
Capinas	d/h	20	12,00	240,00
Erradicação	d/h	18	12,00	216,00
Limpeza de área	d/h	12	12,00	144,00
Adubação de cobertura	d/h	18	12,00	216,00
Pulverização	h/m	06	30,00	180,00
	d/h	02	12,00	24,00
Atomização	h/m	03	30,00	90,00
Irrigação	d/h	05	12,00	60,00
Energia elétrica	Kwh	3.500	0,091	318,50
Colheita manual	d/h	100	12,00	1200,00
Transporte	h/m	50	30,00	1500,00
Subtotal Serviços				**4.188.50**
Total 3ºano				**4.756,20**

ANEXO 6. Custo de produção de um hectare de mamão Grupo Formosa, espaçamento de 3,80 m x 2,00 m (1.316 plantas). Primeiro ano (em R$).

DISCRIMINAÇÃO	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Insumos				
Sementes	g	52	5,90	306,80
Sacolas	mil	04	3,50	14,00
Calcário	t	1	60,00	60,00
Formicida	kg	2	9,60	19,20
Adubo orgânico	t	2,50	180,00	450,00
Super simples	sc	10,50	22,00	231,00
Fertilizante 04 – 30 – 10	sc	15,80	37,00	584,60
Fertilizante 10 – 28 – 20	sc	21,10	37,00	780,70

Continua ...

Continuação ...

Fertilizante 10 – 05 – 20	sc	21,10	37,00	780,70
FTE BR 12	sc	0,80	42,00	33,60
Fertamim – m	l	0,80	79,50	63,60
Polipotássio	kg	7,20	8,00	57,60
Folicur	l	2,40	95,00	228,00
Cercobim	kg	1,60	67,00	107,20
Daconil	kg	2,40	54,00	129,60
Dacobre	kg	8,40	30,00	252,00
Espalhante adesivo	l	3,00	6,50	19,5
Carbax	l	4,80	23,00	110,40
Enxofre pó	kg	1,80	30,50	54,90
Torque	l	2,60	116,90	303,94
Sanmite	l	2,40	90,50	217,20
Roundup	l	4,00	13,40	53,6
Energia elétrica	kWh	3.300	0,367	1.211,10
Subtotal Insumos				**6069.24**
Serviços				
Enchimento de sacola / semente	d/h	03	12,00	36,00
Transporte de terra	d/h	2,5	12,00	30,00
Irrigação de viveiro	d/h	1,50	12,00	18,00
Preparo local viveiro	d/h	01	12,00	12,00
Preparo do canteiro	d/h	0,5	12,00	6,00
Transporte e dist. Mudas	d/h	02	12,00	24,00
Distribuição adubo orgânico	d/h	01	12,00	12,00
Distribuição adubo químico	d/h	0,5	12,00	6,00
Distribuição formicida	d/h	02	12,00	24,00
Preparo de covas	d/h	3,5	12,00	42,00
Plantio / replantio	d/h	05	12,00	60,00
Capinas	d/h	36	12,00	432,00

Continua ...

Continuação ...

Sexagem	d/h	02	12,00	24,00
Desbrotas	d/h	01	12,00	12,00
Erradicação mosaico	d/h	07	12,00	84,00
Adubação de cobertura	d/h	12	12,00	144,00
Colheita / transporte	d/h	05	12,00	60,00
Irrigação	d/h	04	12,00	48,00
Pulverizações iniciais	d/h	03	12,00	36,00
Controle de ácaro branco	d/h	08	12,00	96,00
Transporte mat. Viveiro	h/m	0,20	30,00	6,00
Transporte de terra para viveiro	h/m	0,30	30,00	9,00
Colheita / transporte	h/m	10	30,00	300,00
Pulverizações iniciais	h/m	02	30,00	60,00
Pulverizações	h/m	32	30,00	960,00
Capinas	h/m	01	30,00	30,00
Aplicação de herbicidas	h/m	01	30,00	30,00
Roçadas	h/m	02	30,00	60,00
Calagem	h/m	01	30,00	30,00
Transporte de insumos	h/m	06	30,00	180,00
Subsolagem	h/m	2,30	30,00	69,00
Gradagens	h/m	0,60	30,00	18,00
Niveladora	h/m	0,30	30,00	9,00
Sulcamento	h/m	0,50	30,00	15,00
Subtotal Serviços				**2.982,00**
Total Geral 1º ano				**9.051,24**

ANEXO 7. Custo de produção de um hectare de mamão Grupo Formosa, espaçamento de 3,80 m x 2,00 m (1.316 plantas). Segundo ano (em R$).

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Insumos				
Fertilizante 10 – 05 – 20	sc	63,20	37,00	2.338,40
FTE BR 12	sc	-	-	-
Fertamim – m	l	0,80	79,50	63,60
Polipotássio	kg	6,00	8,00	48,00
Folicur	l	3,20	95,00	304,00
Cercobim	kg	2,40	67,00	160,80
Daconil	kg	6,40	54,00	345,60
Dacobre	kg	14,00	30,00	420,00
Espalhante adesivo	l	4,00	6,50	26,00
Carbax	l	4,80	23,00	110,40
Enxofre pó	kg	1,80	30,50	54,90
Torque	l	2,60	116,90	303,94
Sanmite	l	2,40	90,50	217,20
Roundup	l	6,00	10,40	62,40
Energia elétrica	kwh	3.300	0,367	1211,10
Subtotal				**5.666,34**
Serviços				
Erradicação do mosaico	d/h	09	12,00	108,00
Adubação de cobertura	d/h	12	12,00	144,00
Colheita e transporte	d/h	31	12,00	372,00
Irrigação	d/h	04	12,00	48,00
Controle de ácaro branco	d/h	09	12,00	108,00
Colheita e transporte	h/m	89	30,00	2.670,00
Pulverizações	h/m	52	30	1560,00
Aplicação de herbicidas	h/m	02	30,00	60,00
Roçadas	h/m	2,00	30,00	60,00
Transporte de insumos	h/m	6,00	30,00	180,00
Subtotal				**5.310,00**
Total Geral 2° ano				**10.975,80**

REFERÊNCIAS

DADALTO, G.G.; BARBOSA.; COSTA, E.B. **Coeficientes Técnicos para o Custeio de Produtos Agrícolas no Estado do Espírito Santo**. (1º Aproximação). Vitória: SEAG, 1995. 32p.

LEFWICH, R.H. **O sistema de preços e alocação de recursos**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1973. 399 p.

MARIM, S.L.D; GOMES, J.A.; SALGADO, J.S. et al. Recomendações para a cultura do Mamão dos Grupos Solo e Formosa no Estado do Espírito Santo. 4. ed. rev. e Ampl. Vitória, ES: Emcapa, 1995. 57p. Emcapa (Circular técnica, 3).

MARTELLETO, L.A.P; MALDONADO, J.F.M.; VIEIRA, A. et al. **A cultura do mamão: Perspectivas, tecnologias e viabilidade**. Niterói: PESAGRO, 1997. 28 p. (PESAGRO – Rio – documento , 34).

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P.F. et al. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.

REIS, A.J dos; GUIMARÃES, J.M.P. Custo de produção na agricultura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 143, p. 15-22, novembro de 1986.

SANCHES, N.F; DANTAS, J.L.L. (Coord.). **O cultivo do mamão**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. 105 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura, 34).

SCHUH, G.E. Considerações teóricas sobre custo de produção na agricultura. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 97-122, 1976.

TRINDADE, A.V. Mamão. Produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura (C.A.B.A), Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 77p (Frutas do Brasil).

Capítulo

15

PROCESSAMENTO DE MAMÃO

Fernando César Akira Urbano Matsuura

Marília Ieda da Silveira Folegatti

INTRODUÇÃO

O mamão (*Carica papaya* L.) é um fruto de sabor agradável e de baixa acidez. Poucas frutas apresentam esta característica de baixa acidez, sendo muito indicada para pessoas com problemas gástricos, ligados ao estresse, comuns nos dias de hoje.

O rápido amadurecimento e a baixa resistência mecânica do mamão exigem várias práticas e cuidados para seu manuseio e sua comercialização *in natura* que, por vezes, não são executados, contribuindo para as perdas pós-colheita, demonstrando a importância e necessidade do processamento desta fruta.

O mamão possui uma cavidade central contendo as sementes e um pericarpo doce, suculento, de cor variando do laranja ao vermelho (JAGTIANI et al., 1988). O pericarpo, parte comestível do fruto, pode ser consumido *in natura*, minimamente processado, ou processado na forma de polpa, néctares ("suco pronto para beber"), mamão em calda, doce em massa, geléia, entre outros. Da casca, pode-se extrair a papaína, enzima proteolítica, utilizada principalmente nas indústrias de alimentos, farmacêutica e de cosméticos.

O Codex Alimentarius, ou Código de Alimentos, é uma publicação que reúne normas para alimentos elaboradas por um Programa Conjunto da FAO/OMS – ONU visando proteger a saúde dos consumidores e assegurar práticas equitativas no comércio internacional de alimentos. As Normas do Codex Alimentarius são adotadas internacionalmente para o comércio de alimentos e têm sido tomadas como base para a elaboração da Legislação referente a alimentos em muitos países, inclusive no Brasil.

Os requerimentos mínimos de qualidade, estabelecidos pelo Padrão Codex para mamão, em fase de revisão pela Comissão do Codex Alimentarius da FAO/OMS, determinam que os frutos para consumo *in natura* devem ser inteiros, de aparência fresca, firmes, sadios (isentos de deteriorações que os tornem impróprios para consumo), limpos (sem qualquer material estranho visível), livres de doenças de colheita e pós-colheita, praticamente isentos de pragas e seus danos que afetem sua aparência geral, sem danos causados por baixas e, ou, altas temperaturas, livres de umidade externa anormal (excluindo a condensação causada pela remoção da estocagem refrigerada) e isentos de odores ou sabores estranhos. O pedúnculo, se presente, não deve exceder o comprimento de 1 cm. Os mamões devem ter sido colhidos de forma cuidadosa, no grau de desenvolvimento e estádio de maturação apropriado para a variedade e, ou, tipo comercial e área de cultivo. O desenvolvimento e as condições dos mamões devem ser tais que permitam seu transporte e manuseio, garantindo sua chegada ao local de destino em condições satisfatórias (FAO/OMS, 2000).

O Codex Alimentarius não define padrões de qualidade para frutos destinados à industrialização.

COMPOSIÇÃO, VALOR NUTRICIONAL E ASPECTOS TECNOLÓGICOS

A composição do mamão pode variar em função de vários fatores pré-colheita, tais como a fertilidade do solo, a época da colheita, a variedade e o estádio de maturação do fruto, entre outros fatores. As Tabelas 1 e 2 apresentam a composição do mamão segundo diferentes autores.

O mamão possui vários nutrientes prontamente disponíveis. Seu valor nutricional está relacionado ao seu teor de açúcares, pró-vitamina A (b-caroteno) e vitamina C (ácido ascórbico) (JAGTIANI et al., 1988).

TABELA 1 - Composição do mamão segundo diferentes autores

Componente (%)	Cuba	Flórida		Havaí	Índia			Brasil	
	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*i*
Acidez	-	0,15	0,16	0,07	1,15	0,18	0,12	0,13	0,10
SST *	-	7,13	-	12,50	10,00	10,20	10,40	8,90	12,00
Umidade	92,60	91,60	91,00	86,00	90,75	88,90	86,60	-	-
AT **	-	5,21	5,65	12,00	-	8,15	7,99	6,84	11,79
AR***	-	-	5,40	6,20	-	0,08	7,97	6,58	10,75
Proteínas	0,25	-	0,25	-	0,08	0,50	-	-	-
Gorduras	0,05	-	0,45	-	0,10	-	-	-	-
Fibras	0,70	-	-	-	1,09	-	-	-	-
Cinzas	0,33	0,53	0,35	-	0,94	0,57	-	-	-

*: Sólidos Solúveis Totais; **: Açúcares Totais; ***: Açúcares Redutores

a: Navia et al. (1955); b: Heid e Curl (1948); c: Stahl (1935); d: Brekke et al. (1973); e: Madhava Rao (1974); f: Gridharilal (1961); g: De Martin et al. (1971/72) – ano de 1971, Cultivar Amarelo; h: De Martin et al. (1977) – ano de 1977, Cultivar Amarelo); i: Soler et al. (1985) – Cultivar Solo, citados por Jagtiani et al. (1988).

TABELA 2 - Composição em vitaminas e minerais do mamão segundo diferentes autores

Componentes (mg/100 g)	Africa do Sul [d]	Costa Rica [b]	Cuba [c]	Havaí [a]
Vitamina A	2,57	0,67	0,12	10,93
Vitamina C	89,61	71,30	43,90	84,00
Niacina	0,77	0,47	0,25	0,33
Riboflavina	0,03	0,04	0,02	0,04
Tiamina	0,04	0,03	0,03	0,03
Cálcio	34,75	15,00	19,40	29,90
Ferro	0,18	0,30	0,78	0,19
Fósforo	10,05	21,60	5,30	11,60

d: Wenkman e Miller (1965) – Cultivar Solo, citados por Jagtiani et al. (1988).

Os açúcares componentes do mamão – sacarose (48,3%), glicose (29,8%) e frutose (21,9%) –, além de fonte de calorias, são importantes agentes adoçantes e aromatizantes, influindo na qualidade sensorial do fruto.

O teor de acidez do mamão é muito baixo (em média de 0,10%, expresso em ácido cítrico), o que contribui para que seu pH seja relativamente alto (em média de 5,5-5,9). Os principais ácidos orgânicos componentes do mamão são o cítrico e o málico, em quantidades iguais e, em quantidades menores, os ácidos ascórbico e a-cetoglutárico.

A baixa acidez do mamão, somada às suas propriedades nutricionais, faz desta fruta um alimento indicado para o consumo também por crianças, idosos e pessoas com problemas gástricos. Por outro lado, do ponto de vista tecnológico, o baixo teor de acidez do mamão muitas vezes exige o emprego de agentes acidificantes no seu processamento. A redução do pH para cerca de 4,4 permite que o tratamento térmico aplicado para a conservação do produto empregue temperaturas mais brandas, preservando melhor suas propriedades sensoriais.

Variedades de mamão de polpa amarela e vermelha diferem quanto ao teor de carotenóides totais, de 3,7 mg/100 g e 4,2 mg/100 g, respectivamente. O teor de b-caroteno é o mesmo, porém apenas as variedades de polpa vermelha possuem licopeno, o que lhes confere esta coloração. Os frutos de polpa amarela, por outro lado, contêm elevados teores de criptoxantina, que apresenta atividade de pró-vitamina A. Assim, as variedades de mamão de polpa amarela possuem aproximadamente o dobro de pró-vitamina A que as de polpa vermelha.

O mamão contém, ainda, várias enzimas, que influem na qualidade e estabilidade dos produtos processados. Dentre estas enzimas, tem importância destacada a pectinesterase, responsável pelo aumento da viscosidade da polpa de mamão, que pode ser inativada por tratamento térmico, acidificação a pH 3,5 ou por adição de sacarose. A tioglicosidase, também uma enzima natural do mamão, contribui fortemente para o desenvolvimento de odores indesejáveis em produtos processados, por meio da hidrólise do benzilglicosinolato, que resulta em benzilisotiocianato (BITC), componente odorífero sulfuroso e pungente. A fosfatase ácida é a enzima responsável pelo decréscimo do pH da polpa de mamão recém-extraída de 5,2 para 4,6. A b-frutofuranosidase, enzima causadora da hidrólise da sacarose a glicose e frutose na polpa de mamão. O aumento da concentração destes açúcares redutores afeta adversamente a qualidade e a estabilidade do produto durante o armazenamento, aumentando sua suscetibilidade ao escurecimento (JAGTIANI et al., 1988).

A papaína, uma enzima proteolítica derivada do látex dos frutos do mamão, é um produto muito explorado comercialmente, tendo emprego nas indústrias de alimentos, farmacêutica, de comésticos e de couro.

PRODUTOS E DERIVADOS

Os principais produtos derivados do mamão são a polpa, néctar ou “suco pronto para beber”, mamão em calda, geléia, doce em massa, minimamente processado e a papaína.

A polpa de mamão é exportada pelo Brasil nas formas de polpa integral asséptica congelada (10-12 °Brix) e polp a concentrada congelada (25-26 °Brix), sendo base para a fabricação de vários outros produtos, como iogurtes, sorvetes, néctares, geléias e doces.

POLPA INTEGRAL ASSÉPTICA CONGELADA

PADRÕES DE IDENTIDADE E QUALIDADE

Os “Padrões Gerais para Sucos de Frutas Preservados Exclusivamente por Meios Físicos”, que abrangem o produto polpa integral, são estabelecidos pela Norma CODEX STAN 164-1989 do Codex Alimentarius (Anexo 1), que descreve estes produtos como “suco não-fermentado mas fermentável, polposo, turvo ou claro, destinado ao consumo direto, obtido por processo mecânico a partir de frutos maduros sadios ou sua porção carnosa, preservado exclusivamente por meios físicos. O suco pode ter sido concentrado e posteriormente reconstituído com água em quantidade adequada para a manutenção da composição original e da qualidade do suco”.

“O teor de sólidos solúveis da fruta no suco não deve ser menor que o valor correspondente ao teor de sólidos solúveis da fruta madura, determinado por refratômetro a 20 °C, não-corrigido p ara acidez e lido como °Brix”.

“Um ou mais açúcares, e no caso dos sucos reconstituídos, um ou mais dos açúcares aprovados pela Comissão do Codex Alimentarius, podem ser adicionados em quantidades que não excedam 100g/kg, exceto para frutas muitos ácidas, para as quais é permitida a adição de 200 g/kg. A adição de açúcar não é permitida para sucos acidificados”.

“O produto deve ter cor, aroma e sabor característicos do suco da fruta. É permitida a adição de componentes voláteis naturais da fruta ao suco obtido do mesmo tipo de fruta do qual os componentes voláteis tenham sido removidos”.

“A adição de suco concentrado ao suco integral é permitida, desde que sejam concentrados obtidos do mesmo tipo de fruta”.

Esta Norma ainda abrange os itens aditivos, contaminantes, higiene, pesos e medidas, rotulagem e métodos de análise e amostragem (FAO/OMS, 1989).

Já a Legislação Brasileira, através da Instrução Normativa n°12, de 10 de setembro de 1999, que estabelece os Padrões de Identidade e Qualidade para Polpas de Frutas, define polpa de mamão como “o produto fermentado e não diluído, obtido da parte comestível do mamão (*Carica papaya* L.) através de processo tecnológico adequado, com teor mínimo de sólidos totais” (Brasil, 1999).

A mesma Portaria estabelece que a polpa de mamão deve apresentar “cor do amarelo ao vermelho, aroma e sabor próprios, pH mínimo de 4,0, acidez total (expressa em ácido cítrico) de no mínimo 0,17 g/100 g, sólidos totais de no mínimo 10,5 g/100 g, sólidos solúveis (a 20 °C) de no mínimo 10,0 °Brix e açúcares tot ais naturais do mamão de no máximo 14,0 g/100 g”.

As características da polpa de mamão integral exportada, embora respeitem necessariamente as Normas do Codex Alimentarius, são especificadas pelo comprador do produto. De maneira geral, entretanto, a composição e as características do produto variam dentro da faixa mencionada a seguir:

	Mínimo	Máximo
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	10,0	12,0
pH	3,5	3,7
Acidez Total Titulável (em ácido cítrico - g/100 g)	0,20	0,25
"Ratio" (SST/ATT)	40,0	60,0
Polpa (%)	40,0	60,0
Ácido ascórbico (mg/100 g)	30,0	130,0

PROCESSAMENTO

MATÉRIA-PRIMA

Os frutos de mamão a serem processados devem ser colhidos no estádio de maturação “de vez” e amadurecidos em câmaras sob condições controladas de temperatura (25°C) e umidade relativa (85-90%) por cerca de 84-96 horas, até o estádio de maturação “firme”.

A Figura 1 apresenta o fluxograma do processamento de polpa de mamão integral asséptica.

FIGURA 1 - Fluxograma do processamento de polpa de mamão integral asséptica congelada.

LAVAGEM

A lavagem dos frutos deve ser feita com água clorada (20-25 ppm), podendo esta operação conjugar um banho de imersão, para a remoção das impurezas mais grosseiras, com um de aspersão, como complemento do processo. Após a lavagem, opcionalmente, pode ser aplicado um tratamento com vapor por dois minutos, com o objetivo de coagular o látex exsudado da casca e evitar sua mistura à polpa, o que provocaria o aparecimento de sabor amargo no produto. Neste caso, as operações seguintes de corte e descascamento devem ser mecânicas (MEDINA et al., 1989).

CORTE, DESCASCAMENTO E REMOÇÃO DE SEMENTES

Uma vez lavados, os frutos são cortados em metades e descascados. As operações de corte e descascamento podem ser realizadas por método manual ou mecânico. É importante que o equipamento utilizado no descascamento mecânico faça a separação da casca e das sementes sem desintegrá-las, para que não ocorra o desenvolvimento de sabor amargo no produto final. Existem diferentes modelos de descascadores sendo usados no processamento do mamão.

Quando o descascamento é manual, a remoção das sementes, em geral, também é feita manualmente. No caso do descascamento mecânico, as sementes podem ser removidas: durante a operação de descascamento, em equipamento adequado; imediatamente antes desta operação, por meio manual; ou posteriormente, mediante processos como centrifugação e, ou, peneiragem (no despolpador). É possível, ainda, que a separação da casca e das sementes se proceda diretamente em um equipamento despolpador, com peneira de malha adequada.

É recomendável a imersão dos frutos em solução de ácido cítrico (1,0%) antes do início do descascamento e separação das sementes, tendo este tratamento a função de inibir a geleificação, retardar a ação de microrganismos e evitar o desenvolvimento de sabores estranhos (MEDINA et al., 1989; MORETTI et al., 1980; SOLER et al., 1988).

Desintegração

A desintegração da polpa pode ser feita em um desintegrador do tipo facas ou martelos, combinado a uma peneira de malha adequada, ou em um despolpador horizontal, com peneira de malha de aproximadamente 0,76 mm.

ACABAMENTO (REFINAMENTO)

O acabamento é uma operação que visa eliminar fibras e outras frações sólidas que possam comprometer a consistência e homogeneidade da polpa de mamão. Esta operação emprega um despolpador horizontal, com peneira de malha de 0,51 mm.

FORMULAÇÃO

A formulação consiste na adição de ácidos orgânicos com o objetivo de se evitar a geleificação que ocorre quando a polpa é armazenada no seu pH natural (5,0-5,5), à temperatura ambiente, tendo como efeito secundário o controle da atividade microbiana no produto. A geleificação da polpa de mamão é decorrente da ação da pectinasterase, quando esta não é inativada no início do processamento.

O ajuste do pH para 3,0-3,5 pela adição de ácidos cítrico ou málico mostrou-se um método eficiente para a prevenção da formação de gel na polpa de mamão.

DESAERAÇÃO

A desaeração é uma operação realizada com o intuito de remover o oxigênio, incorporado à polpa, particularmente na etapa de desintegração, evitando a oxidação de componentes com conseqüentes alterações de cor, sabor e teor de ácido ascórbico do produto. Pode ser realizada em desaerador a vácuo do tipo centrífugo ou do tipo instantâneo (MEDINA et al., 1989).

ESTERILIZAÇÃO, ACONDICIONAMENTO ASSÉPTICO, CONGELAMENTO E ARMAZENAMENTO

O sistema asséptico combina um processo de esterilização do produto em trocadores de calor por alta temperatura por curto tempo com um acondicionamento asséptico (HINOJOSA E MONTGOMERY, 1989). Para a polpa de mamão previamente acidificada (pH 4,3), pode-se empregar o aquecimento a 120 °C por 60 segundos.

Após o aquecimento, o produto é imediatamente resfriado à temperatura de 5-10 °C, na qual é acondicionado. A polpa de mamão integral é exportada embalada em sacos duplos de polietileno, acondicionados em tambores metálicos de 200 litros.

Uma vez acondicionado, o produto é congelado a uma temperatura igual ou inferior a -23 °C (alguns autores sugerem -40 °C) e armazenada a -18 °C.

Este método de conservação tem sido o mais utilizado nos países que industrializam e exportam polpa de mamão, por garantir um produto final com características de cor e sabor muito próximas daquelas da fruta natural, apesar dos custos elevados deste processo.

Outro método de conservação da polpa consiste no enchimento a quente após a pasteurização. O produto feito desta forma é utilizado principalmente para o mercado interno.

No processo de enchimento a quente, a polpa, previamente acidificada (pH 3,7-3,8), é pasteurizada e acondicionada em latas envernizadas (epóxi ou óleo resinoso) à temperatura de pasteurização. É prática comum um reforço de tratamento térmico por cinco minutos em água à temperatura de ebulição. O resfriamento pode ser feito por imersão em água corrente ou por meio de um sistema de chuveiro, com ou sem agitação da embalagem, de forma a diminuir rapidamente a temperatura do produto para 37 a 40 °C. O armazenamento da polp a assim processada pode ser feito à temperatura ambiente, em lugar seco e ventilado.

POLPA CONCENTRADA CONGELADA

CARACTERÍSTICAS

As características da polpa de mamão concentrada, embora variem em função das exigências de cada comprador, encontram-se, de maneira geral, dentro da faixa especificada a seguir:

	Mínimo	Máximo
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	25,0	26,0
pH	3,2	3,4
Acidez Total Titulável (em ácido cítrico - g/100 g)	0,41	0,65
"Ratio" (SST/ATT)	40,0	60,0
Polpa (%)	40,0	60,0
Ácido ascórbico (mg/100 g)	68,0	295,0

PROCESSAMENTO

O processamento de polpa integral asséptica congelada difere do de polpa de mamão concentrada congelada a partir do tratamento térmico. Para este produto, depois da operação de desaeração, são realizadas as etapas de pasteurização, concentração, acondicionamento, congelamento e armazenamento (Figura 2).

FIGURA 2 - Fluxograma do processamento de polpa de mamão concentrada congelada.

PASTEURIZAÇÃO

A pasteurização da polpa visa a inativação da pectinesterase e a redução parcial de microrganismos. Os equipamentos indicados para a pasteurização de polpa de mamão, considerando a viscosidade e a consistência deste produto, são trocadores de calor do tipo tubular ou de superfície raspada (MEDINA et al., 1989). Diferentes combinações de temperatura e tempo podem ser empregadas, como a combinação 98,9 °C por 60 segundos (ST ANFFORD et al., citados por MEDINA et al., 1989).

CONCENTRAÇÃO

A concentração da polpa de mamão é feita por centrifugação a vácuo, a baixas temperaturas, até a obtenção de teores de sólidos solúveis próximos a 25 °Brix.

Nestes equipamentos, a superfície de transferência de calor consiste em um ou mais cones rotativos de aço inoxidável. Durante o processo de concentração, a polpa é distribuída por força centrífuga nas superfícies internas dos cones, formando um filme de espessura fina. A remoção do concentrado é feita através de um tubo, a partir de uma depressão na base do cone. A principal vantagem dos evaporadores centrífugos é operar com tempos de retenção e temperaturas baixos (0,2s a 1,0s), o que minimiza as alterações no produto causadas pelo calor.

ACONDICIONAMENTO, CONGELAMENTO E ARMAZENAMENTO

O produto concentrado é resfriado à temperatura de 5-10 °C, acondicionado em sacos duplos de polietileno, colocados em tambores metálicos de 200 litros, congelado à temperatura de -23 °C e armazenado a -18 °C.

NÉCTAR (“SUCO PRONTO PARA BEBER”)

CARACTERÍSTICAS

O néctar (“suco pronto para beber”) consiste no produto de frutas com maior crescimento de consumo nos últimos anos, devido à sua praticidade e conveniência, associados às mudanças de hábito de vida de parte da população mundial, como a ingestão de alimentos mais saudáveis.

O néctar de mamão é um produto não fermentado, não gaseificado, destinado

ao consumo direto, obtido pela dissolução em água potável da parte comestível do mamão (polpa e suco), adicionado de ácido e açúcares. O limite mínimo de polpa de mamão a ser empregado na formulação do néctar varia conforme a legislação local vigente.

PROCESSAMENTO

As etapas de lavagem, corte, descascamento e remoção de sementes, desintegração e acabamento são idênticas às descritas para o processamento de polpa de mamão. O fluxograma das etapas do processamento, a partir da polpa, é apresentado na Figura 3.

FIGURA 3 - Fluxograma do processamento de néctar de mamão.

FORMULAÇÃO

A formulação do néctar é feita em tanques de aço inoxidável dotados de agitador mecânico. Nesta etapa ocorre a adição de xarope (água e sacarose) e a correção do pH para valores próximos a 3,7. O teor de sólidos solúveis totais do produto final é variável, podendo ser de 13 a 22 °Brix.

PASTEURIZAÇÃO, ACONDICIONAMENTO E ARMAZENAMENTO

A pasteurização do néctar pode ser realizada em diferentes trocadores de calor, como os pasteurizadores tubulares, com uso do binômio tempo/temperatura, por

exemplo, de 95 °C por 45 segundos (MEDINA et al., 1989).

Após a pasteurização, podem-se utilizar diferentes processos de conservação, como o enchimento a quente ou acondicionamento asséptico. Os processos de enchimento a quente e acondicionamento asséptico são idênticos aos utilizados para a polpa. O acondicionamento pode ser feito em latas, embalagens laminadas ou garrafas de vidro.

O armazenamento é feito em temperatura ambiente, em local seco e ventilado.

MAMÃO EM CALDA

CARACTERÍSTICAS

Mamão em calda é o produto obtido a partir de pedaços de mamão, sem sementes, sem casca, submetidos a cozimento brando, acondicionados em latas ou frascos de vidro, cobertos com calda de açúcar. Depois de fechado os recipientes, o produto é submetido a um tratamento térmico adequado.

No produto final, os pedaços de mamão devem apresentar características semelhantes às da fruta *in natura*, principalmente em termos de aparência e textura. Por exigir uma seleção bastante criteriosa dos frutos, a fim de se obter frutos maduros, íntegros e de textura firme, este produto geralmente tem valor agregado elevado.

PROCESSAMENTO

O mamão em calda é preparado a partir de frutas maduras de textura firme. O fluxograma das etapas do processo é apresentado na Figura 4.

FIGURA 4 - Fluxograma do processamento de mamão em calda.

LAVAGEM, SELEÇÃO, DESCASCAMENTO E REMOÇÃO DAS SEMENTES

Os frutos são lavadas por imersão em água clorada (20 ppm de cloro livre por 15 minutos), seguida de aspersão com água clorada (5 ppm de cloro livre), em lavador contínuo, e selecionados (remoção dos frutos pequenos ou defeituosos) manualmente. A operação de descascamento e remoção das sementes, realizada por processo manual, deve ser completa e cuidadosa, podendo-se empregar facas e colheres de aço inoxidável comuns, seguindo-se as boas práticas de fabricação.

CORTE E ACONDICIONAMENTO

Os frutos podem ser cortados em diferentes formas e tamanhos, por exemplo em cubos de cerca de 2 cm, selecionando-se e envasando os pedaços em potes de vidro ou latas envernizadas, adicionando-se xarope quente (90 °C) com concentração de sólidos solúveis totais próxima a 40 °Brix, deixando-se um esp aço-livre na embalagem de 0,5 a 1,0 cm (5 a 10% da altura da embalagem). A este xarope deve-se adicionar ácido cítrico, de forma a se obter no produto final um pH próximo de 4,0. Antes de adicionado, o xarope deve ser aquecido à temperatura de ebulição por cinco minutos, para a eliminação do teor residual de anidrido sulfuroso livre geralmente presente no açúcar.

EXAUSTÃO

As latas completas (com fruta + xarope) passam por um processo de exaustão por aplicação de vapor (túnel de exaustão) ou água quente, de forma a se atingir uma temperatura no centro geométrico do pote ou lata próxima a 75 ^{o}C.

TRATAMENTO TÉRMICO

O tratamento térmico pode ser feito por imersão em água fervente (por exemplo, 15 minutos, quando empregadas latas n°2 – neste caso os produtos devem necessariamente ser previamente pré-acidificados até pH inferior a 4,5), seguida por resfriamento em água corrente ou por aspersão até temperaturas próximas a 40 °C (MEDINA et al., 1989).

Pode-se adicionar xarope à temperatura ambiente e, neste caso, realiza-se o fechamento a vácuo.

ARMAZENAMENTO

O armazenamento é feito à temperatura ambiente, em local seco e ventilado.

GELÉIA

CARACTERÍSTICAS

A geléia corresponde a um tradicional produto elaborado de frutas. É bastante

apreciado e consumido em todo o mundo.

Geléia de mamão é o produto obtido pela cocção da polpa de mamão, adicionada de açúcar, ácido e pectina, e concentrada até a consistência gelatinosa. No Brasil, é classificada em: comum, quando em sua formulação são empregadas 40 partes de fruta fresca e 60 partes de açúcar, e extra, quando são empregadas 50 partes de fruta fresca e 50 partes de açúcar.

PROCESSAMENTO

As etapas de lavagem, corte, descascamento e remoção de sementes, desintegração e acabamento são idênticas às descritas para o processamento de polpa de mamão. O fluxograma das etapas do processamento é apresentado na Figura 5.

FIGURA 5 - Fluxograma do processamento de geléia de mamão.

FORMULAÇÃO

A formulação da geléia é realizada em tanques de aço inoxidável dotados de agitador mecânico. Nesta etapa ocorre a adição da polpa ou suco de mamão, parte do açúcar (50 a 60% do total), parte da pectina (40 a 50% do total) e água. A quantidade total de pectina utilizada varia de 0,5 a 1,0% em relação ao peso da polpa utilizada no processamento e a de açúcar corresponde comumente à proporção 50:50 (açúcar: polpa) ou 60:40. O ácido, geralmente o cítrico, é adicionado próximo ao final da concentração, em quantidade suficiente para baixar o pH do produto para valores próximos a 3,0-3,2.

CONCENTRAÇÃO

A concentração pode ser realizada em tacho aberto (pressão atmosférica) ou em tacho a vácuo. Neste último, a temperatura de cozimento é mais baixa, o que resulta em um produto final com características sensoriais de aroma, sabor e cor mais próximas da fruta *in natura*. O produto formulado é aquecido até a ebulição, adicionado do restante do açúcar, e mantido nesta condição até a concentração final, próxima a 67,5 °Brix. Pouco antes da chegada do ponto final de concentração, deve-se adicionar o restante da pectina e o ácido cítrico. A cocção não deve ser mantida após a adição do ácido, pois ele pode promover a hidrólise acentuada da pectina, diminuindo seu efeito.

ACONDICIONAMENTO, RESFRIAMENTO E ARMAZENAMENTO

O produto é acondicionado, geralmente em copos ou potes de vidro, e os recipientes, fechados hermeticamente, são invertidos e resfriados gradualmente com água até temperaturas próximas a 40 °C. O armazenamento é feito à temperatura ambiente, em local seco e ventilado.

DOCE EM MASSA

CARACTERÍSTICAS

O doce em massa de mamão é um produto bastante apreciado pelo consumidor e tem sido elaborado no Brasil, principalmente, por pequenas e médias indústrias.

É o produto obtido pela cocção do fruto de mamão descascado e ralado,

adicionado de açúcar e, opcionalmente, de pectina e ácido, e concentrado até a consistência pastosa ou firme.

PROCESSAMENTO

As etapas de lavagem, corte, descascamento e remoção de sementes são idênticas às descritas para o processamento da polpa de mamão. O fluxograma das etapas do processamento é apresentado na Figura 6.

* Pode-se utilizar diretamente a polpa de mamão.
** Para a produção de doce em massa do tipo corte, o resfriamento, seguido de uma etapa de corte, ocorrem antes do acondicionamento.

Figura 6 - Fluxograma do processamento de doce em massa do tipo pastoso.

RALAÇÃO E FORMULAÇÃO

A operação de ralação realiza-se pelo uso de raladores industriais de aço inoxidável, com o fruto ralado podendo apresentar tamanho variável. A polpa de mamão também pode ser utilizada ao invés do fruto ralado.

A formulação do doce em massa é realizada em tanques de aço inoxidável

dotados de agitador mecânico. Nesta etapa ocorre a adição do fruto ralado e do açúcar. Pode-se adicionar, opcionalmente, pectina e ácido próximo ao final do processo. A quantidade de pectina utilizada varia em torno de 0,5%, em relação ao peso de fruto ralado utilizado no processamento, e a de açúcar corresponde de 30 a 40%, também em relação ao peso de fruto ralado.

CONCENTRAÇÃO

A concentração e o cozimento, geralmente, são realizados em tacho aberto (pressão atmosférica). O produto formulado é aquecido até a ebulição e mantido nesta condição até a concentração final, próxima a 75 °Brix p ara o doce em massa tipo pastoso e a 82 °Brix p ara o tipo de corte. Pouco antes de se atingir o ponto final de concentração, pode-se adicionar a pectina e, mais ao final, o ácido cítrico, em quantidade suficiente para baixar o pH do produto para valores próximos a 3,5. A cocção não deve ser mantida após a adição do ácido.

O emprego de tacho concentrador a vácuo, ao invés do tacho aberto, melhora as características de cor, aroma e sabor do produto final.

ACONDICIONAMENTO, RESFRIAMENTO E ARMAZENAMENTO

Como para as geléias, o produto do tipo pastoso é acondicionado, geralmente em copos ou potes de vidro, e os recipientes, fechados hermeticamente, são invertidos e resfriados gradualmente, podendo-se utilizar água corrente para o resfriamento até os potes atingirem temperaturas próximas a 40 °C. O armazenamento é feito à temperatura ambiente, em local seco e ventilado.

No caso do doce em massa do tipo corte, após a concentração, o produto concentrado é despejado em formas sobre mesas com tampos de pedra fria (granito ou mármore), recobertos com filme plástico, para resfriamento e corte. Após o corte, o produto é embalado, comumente, em papel celofane e filmes plásticos e armazenado nas mesmas condições anteriormente citadas.

MINIMAMENTE PROCESSADO

CARACTERÍSTICAS

As frutas minimamente processadas ou pré-cortadas correspondem a produtos

resultantes do emprego de uma tecnologia recente, que visam oferecer um produto de conveniência para atender a demanda de consumidores de frutas *in natura*. Ao contrário dos demais, o processamento mínimo aumenta a perecibilidade das frutas e, portanto, o aumento da vida-útil destes produtos é, atualmente, um grande desafio.

O mamão minimamente processado é obtido pela lavagem, descascamento, corte e embalagem dos frutos em condições higiênicas e de baixa temperatura. Opcionalmente, alguns outros tratamentos podem ser empregados.

PROCESSAMENTO

FIGURA 7 - Fluxograma do processamento de mamão minimamente processado ou pré-cortado.

LAVAGEM, DESINFECÇÃO E PRÉ-RESFRIAMENTO

Os frutos, de extrema qualidade, devem ser lavados com detergente neutro e desinfetados com o uso de agentes sanitizantes. Podem-se imergir os frutos em uma solução com 200 mg/L de hipoclorito de sódio durante cinco minutos para a desinfecção. Após este tratamento, os frutos são colocados em câmara fria para o pré-resfriamento por um período variável, de acordo com a velocidade de resfriamento dos frutos, que pode ser, por exemplo, de 6 a 10 horas. Sugerem-se condições de 10 a 12 °C e umidade relativa de 85% a 90% na câmara (TEIXEIRA et al., 2001).

DESCASCAMENTO, RETIRADA DAS SEMENTES E CORTE

A partir desta etapa, recomenda-se a execução do processamento em câmaras frias a 12 °C. Tanto a câmara como todos os demais materiais devem ser sanitizados, por exemplo, com solução 200 mg/L de hipoclorito de sódio. Os manipuladores devem estar limpos e munidos de roupa adequada, avental plástico, luvas, máscara, gorro e botas plásticas. Da mesma forma, a água utilizada no processo deve ser limpa, livre de microrganismos e resfriada a 12 °C (MIRANDA, 2000).

O descascamento, a retirada de sementes e o corte são feitos de forma cuidadosa e, geralmente, manual, com o auxílio de facas e colher de aço inoxidável, seguindo-se as boas práticas de fabricação. Estas duas primeiras operações devem ser realizadas muito cuidadosamente, a fim de se evitar a presença de gosto amargo no produto final, resultado da presença de restos de casca aderidos ao fruto e da quebra de sementes durante a sua retirada. O corte é realizado produzindo-se pedaços de tamanho e forma variáveis, por exemplo pedaços de 2,5 x 2,5 cm ou 2,5 x 5,0 cm. Estas operações podem ser realizadas com o uso de equipamentos.

TRATAMENTOS COMPLEMENTARES E SECAGEM

Opcionalmente, podem-se realizar alguns tratamentos visando conservar a cor e a textura do produto final, utilizando-se agentes anti-oxidantes e cálcio, respectivamente. Sugere-se, por exemplo, a imersão dos frutos cortados em solução de cloreto de cálcio 1% durante dois minutos (MIRANDA, 2000).

Após os tratamentos, é necessário aguardar a secagem dos frutos, que, geralmente, é feita deixando-se os pedaços drenarem por três a cinco minutos. É muito importante que eles estejam “secos” antes do acondicionamento nas embalagens.

ACONDICIONAMENTO E ARMAZENAMENTO

Estudos estão sendo realizados para o desenvolvimento de embalagens adequadas para os produtos minimamente processados, principalmente em relação aos filmes plásticos (CANTWELL, 2000). Atualmente no Brasil, as frutas minimamente processadas têm sido embaladas em bandejas de poliestireno ("isopor") envoltas com filme plástico de policloreto de vinila (PVC), resultado da adaptação de uso de embalagens já existentes no mercado. Anteriormente ao acondicionamento dos pedaços de mamão nas embalagens, deve-se proceder à sanitização e ao pré-resfriamento delas.

As condições de armazenamento dos frutos minimamente processados são determinantes da vida-de-prateleira do produto. A temperatura adequada para o armazenamento do produto é de 3 a 6 °C (TEIXEIRA, 2001).

PAPAÍNA

CARACTERÍSTICAS

O termo papaína refere-se a uma mistura complexa de enzimas presentes no látex do fruto verde, nas folhas e no tronco do mamoeiro. Estas enzimas são empregadas em muitas indústrias e novos usos vêm sendo continuamente sugeridos. O maior consumo da papaína está na indústria de alimentos, principalmente para clarificação de cerveja, amaciamento de carnes e extração de proteínas.

PROCESSAMENTO

O processamento da papaína consiste basicamente nas etapas de extração do látex, secagem e acondicionamento (embalagem).

EXTRAÇÃO DO LÁTEX

O látex, líquido branco que exsuda da casca do mamão ao sofrer incisão, contém papaína e é extraído de frutos verdes de mamão completamente desenvolvidos, provenientes exclusivamente de mamoeiros com idade de até três anos.

A extração é feita por sangria dos frutos, geralmente realizada nas primeiras horas do dia durante aproximadamente três semanas, por meio de incisões longitudinais

de aproximadamente 2 mm de profundidade na casca dos frutos (não se deve atingir a polpa do fruto), que devem estar limpos, com o uso de instrumentos cortantes de material inoxidável, como lâminas de aço inoxidável. As incisões podem ser feitas com espaçamento entre 2,5 e 5,0 cm. Podem-se realizar, por exemplo, três incisões por fruto, duas vezes por semana. A coleta deve ser feita em recipientes de material inoxidável, como bandejas de alumínio ou plástico. O látex que coagula na casca dos frutos é coletado separado, pois consiste de um produto de qualidade inferior. É prática comum a adição de solução com 0,5% de metabissulfito de sódio e 0,2% de timol ao látex para prevenir a oxidação, antes da secagem. O rendimento aproximado médio é de 0,1% de papaína bruta seca (látex seco) por peso do fruto por coleta.

SECAGEM DO LÁTEX

O látex úmido apresenta um teor de umidade de 75 a 80%. A secagem pode ser realizada ao sol ou em secadores à pressão ambiente ou a vácuo. A secagem ao sol resulta em um produto final de qualidade inferior, com atividade proteolítica irregular da papaína. A secagem da papaína pode ser realizada em secadores de bandeja com circulação forçada de ar, industriais ou semi-industriais, à temperatura de 55 °C por aproximadamente 20 horas. Quando feita a vácuo (710 mmHg), o tempo de secagem é reduzido para três a quatro horas. A secagem por atomização é recomendada, processo no qual a papaína bruta, após precipitação, é seca por sua atomização em sentido contrário a uma corrente de ar quente, transformando-se em pó. O látex seco (papaína bruta seca) deve possuir cerca de 10% de umidade, coloração que varia da branca à amarelada e não ser pegajoso.

O complexo enzimático da papaína perde rapidamente sua atividade por oxidação. Por este motivo, a secagem do látex deve ser feita o mais rapidamente possível, sendo este o processo que estabiliza o produto.

ACONDICIONAMENTO (EMBALAGEM) E ARMAZENAMENTO

O látex seco pode ser submetido a moagem e peneiragem, antes do processo de acondicionamento na embalagem.

A embalagem, hermeticamente fechada, deve ser impermeável à umidade e a gases (CO_2 e O_2) e barreira à luz, evitando a oxidação da papaína. Podem-se utilizar embalagens de alumínio, latas e potes de vidro, dentre outros. Embalagens a vácuo ou com a adição de gás inerte (N_2) são recomendadas. O armazenamento é feito à

temperatura ambiente, em local seco e ventilado.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Padrões de Identidade e Qualidade para polpas e sucos de frutas**. Portaria n° 136, de 31 de março de 1999.

CANTWELL, M. The dynamic fresh-cut sector of the horticultural industry. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2000. p.147-155.

FAO/OMS. Comissão do Codex Alimentarius. **Codex Stan 164-1989**. Estabelece os padrões gerais para sucos de fruta preservados exclusivamente por meios físicos, não cobertos por padrões específicos. Codex Alimentarius, v.6, p.1-3, 1989.

FAO/OMS. Comissão do Codex Alimentarius. **Draft Revised Standard for Papaya**. Estabelece os padrões de qualidade para frutos de variedades comerciais de mamão (*Carica papaya* L.) para consumo “in natura”. Em revisão, 2000.

HINOJOSA, R.L.; MONTGOMERY, M.W. Industrialização do mamão. Aspectos bioquímicos e tecnológicos da produção de purê asséptico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 2, 1988, Jaboticabal, SP. **Anais**... Jaboticabal, SP: FCVA/UNESP, 1989, p.89-110.

JAGTIANI, J. Ed. **Tropical fruit processing**. San Diego: Academic Press, 1988, p.184.

MEDINA, J.C.; BLEINROTH, E.W.; SIGRIST, J.M.M.; MARTIN, Z.J. de; NISIDA, A.L.A.C.; BALDINI,V.L.S.; LEITE, R.S.S.F; GARCIA, A.E.B. **Mamão: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2. ed. rev. e ampl. Campinas, SP: ITAL, 1989.367p.

MIRANDA, R. B. **Avaliação da qualidade do mamão (Carica *papaya* L.) minimamente processado**. 2000. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) –UFLA, Lavras.

MORETTI, R.H.; HINOJOSA, R.L.; PEZOA, N.H. Processamento de mamão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 1., 1980, Jaboticabal, SP. **Anais**...Jaboticabal, SP: FCVA/UNESP, 1980, p.307-315.

PAULL, R. E.; CHEN, W. Minimal processing of papaya (*Carica* papaya L.) and the physiology of halved fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.12, p.93-99, 1997.

SOLER, M. P.; RADOMILE, L. R.; TOCCHINI, R. Processamento. In: SOLER, M. P. et al. **Industrialização de frutas**. Campinas, SP: ITAL, 1988. p. 77-171.

TEIXEIRA, G. H. de A.; DURIGAN, J. F.; MATTIUZ, B-H.; ROSSI JR., O. D. Processamento mínimo de mamão “formosa”. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.1, p.47-50, 2001.

ANEXO 1

CODEX STAN 164-1989

Padrões Gerais do Codex para Sucos de Frutas Preservados Exclusivamente por Meios Físicos Não Cobertos por Padrões Individuais

Padrão de Abrangência Mundial

1. Abrangência

Este padrão aplica-se a sucos de frutas feitos a partir de frutas de uma única espécie. Porém, este padrão não se aplica a qualquer suco de fruta que seja sujeito a um Padrão Codex específico

2. Descrição

Suco não-fermentado mas fermentável, polposo, turvo ou claro, destinado ao consumo direto, obtido por um processo mecânico a partir de frutos maduros sadios ou de sua porção carnosa, preservado exclusivamente por meios físicos. O suco pode ter sido concentrado e posteriormente reconstituído com água em quantidade adequada para a manutenção da composição original e da qualidade do suco.

3. Composição e Fatores de Qualidade

3.1 Sólidos Solúveis

O teor de sólidos solúveis da fruta no suco (exclusive os adicionados de açúcar) não deve ser menor que o valor correspondente ao teor de sólidos solúveis da fruta madura, determinado por refratômetro a 20°C, não-corrigido p ara acidez e lido como °Brix nas Escalas de Sacarose Internacionais.

3.2 Açúcares

Um ou mais açúcares, e no caso dos sucos reconstituídos, um ou mais dos

açúcares aprovados pela Comissão do Codex Alimentarius, podem ser adicionados em quantidades que não excedam 100g/kg, exceto para frutas muitos ácidas, onde é permitia a adição de 200g/kg. A adição de açúcar não é permitida quando o suco for acidificado conforme especificado nos itens 4.1 e 4.2.

3.3 Teor de Etanol

O teor de etanol não deve exceder 5g/kg.

3.4 Propriedades Organolépticas

O produto deve ter cor, aroma e sabor característicos do suco da fruta. Componentes voláteis naturais do suco podem ser adicionados ao suco obtido do mesmo tipo de fruta do qual os componentes voláteis tenham sido removidos.

3.5 Uso de Concentrados

A adição de concentrado ao suco é permitida. Apenas concentrados obtidos do mesmo tipo de fruta podem ser usados.

4. Aditivos Alimentícios

4.1 Nível Máximo

Ácido cítrico	Limitado pelas Boas Práticas de Fabricação (BPF)
Ácido málico	Limitado pelas BPF

4.2 Ácido L-ascórbico	400 mg/kg no produto final
Dióxido de carbono	Limitado pelas BPF

A adição dos ácidos mencionados nos itens 4.1 e 4.2 não é permitida quando o suco contém açúcares adicionados de acordo com o item 3.2.

5. Contaminantes

Nível Máximo	
Arsênico	0,2 mg/kg
Chumbo	0,3 mg/kg
Cobre	5 mg/kg
Zinco	5 mg/kg
Ferro	15 mg/kg
Estanho	200 mg/kg
Soma de Cobre, Zinco e Ferro	20 mg/kg
Dióxido de Enxofre	10 mg/kg

6. Higiene

Recomenda-se que os produtos abrangidos por este padrão sejam preparados de acordo com o Código Internacional Recomendado de Práticas Higiênicas para Produtos de Frutas e Vegetais Enlatados (Ref. N° CAC/RCP 2-1969) e os Princípios Gerais de Higiene em Alimentos (Ref. N° CAC/RCP 1-1969, Rev. 2-1985) recomendados pela Comissão do Codex Alimentarius.

Quando testado por métodos apropriados de amostragem e análise, o produto:

1. Deve ser livre de microrganismos capazes de se desenvolver sob condições normais de estocagem; e
2. Não deve conter substâncias originárias de microrganismos em quantidades que possam representar perigo à saúde.

7. Pesos e Medidas

7.1 Enchimento do "Container"

7.1.1 Enchimento Mínimo

O suco deve ocupar não menos que 90% (v/v) da capacidade de água do "container". Capacidade de água é o volume de água destilada a 20°C que o "container" lacrado contém quando completamente cheio.

8. Rotulagem

8.1 "Containers" Destinados ao Consumidor Final

Complementando as exigências do Padrão Geral do Codex para Rotulagem de Alimentos Pré-Embalados (CODEX STAN 1-1985, Codex Alimentarius, Volume 1), as seguintes determinações específicas se aplicam:

8.1.1 O Nome do Alimento

O nome do alimento a ser declarado no rótulo deve ser "suco x" ou "suco polposo x" onde "x" é o nome comum da fruta.

Se a quantidade de açúcar adicionado excede 15g/kg, as palavras "x adicionado" devem acompanhar o nome do produto onde "x" representa o nome ou os nomes do açúcar ou açúcares adicionados ou a palavra "açúcar". O termo "adoçado" pode ser usado em substituição ao termo "x adicionado".

No caso de um suco de fruta feito de um concentrado, o fato da reconstituição deve estar declarado como se segue:

"Suco x feito de concentrado" ou "suco x feito de suco x concentrado", onde "x" representa o nome da fruta da qual o suco foi obtido. Esta informação deve ser dada próxima ao nome do alimento ou em outra posição evidenciada no rótulo.

8.1.2 Lista de Ingredientes

Uma lista completa de ingredientes deve ser declarada no rótulo, de acordo com o item 4.2 do Padrão Geral, exceto a água e os voláteis adicionados para a reconstituição do suco que, de acordo com o item 2, não precisam ser declarados.

8.1.3 Requerimentos Adicionais

As seguintes determinações adicionais se aplicam:

1. Nenhuma fruta ou suco de fruta pode estar representada no rótulo, exceto as espécies de frutas presentes no suco.
2. Nenhuma alegação deve ser feita a respeito da “Vitamina C”, nem o termo “Vitamina C” deve aparecer no rótulo, a menos que o alimento contenha a quantidade de “Vitamina C” determinada pelas autoridades nacionais do país no qual o alimento é vendido para a alegação ou o uso do termo.
3. Quando o alimento contiver mais que 2g/kg de dióxido de carbono, o termo “carbonatado” deve aparecer próximo ao nome do alimento e o dióxido de carbono deve também ser declarado na lista de ingredientes.
4. Quando o suco de fruta precisar ser mantido em condições de refrigeração, deve haver informações sobre sua conservação e, se necessário, sobre seu descongelamento.

8.2 “Containers” não Destinados à Venda no Varejo

Complementando os itens 2 e 3 do Padrão Geral para a Rotulagem de Alimentos Pré-Embalados (CODEX STAN 1-1985), as seguintes determinações específicas aplicam-se a sucos de fruta em “containers” não destinados à venda no varejo:

1. As informações requeridas acima devem ser dadas no “container” ou em documentos que o acompanham, exceto as do nome do alimento, dados da marca e instruções de armazenamento. A identificação do lote e o nome e endereço devem constar no “container”.
2. Porém, a identificação do lote e o nome e endereço devem ser substituídos por uma marca de identificação, de modo que esta marca seja claramente identificável com os documentos que acompanham o produto.

Observações:

Para o propósito deste Padrão, “preservação por meios físicos” não inclui radiação ionizante.

Estes limites permanecem em revisão, considerando um plano de amostragem.