

“TECNOLOGIA DE PÓS-COLHEITA PARA FRUTAS TROPICAIS”

PROF. ADIMILSON BOSCO CHITARRA

Eng^o Agrônomo, Pós-Doutorado em Fisiologia Pós-
Colheita

Universidade Federal de Lavras – MG

DR. RICARDO ELESBÃO ALVES

Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical

Doutor em Fisiologia Pós-Colheita

Copyright © FRUTAL'2001

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:
Instituto de Desenvolvimento da Fruticultura e Agroindústria – FRUTAL
Av. Barão de Studart, 2360, sl. 1304, Dionísio Torres
Fortaleza – CE CEP. 60.120-002
E-mail: geral@sindifruta.com.br
Site: www.sindifruta.com.br

Tiragem: 150 exemplares

Editor

*Instituto de Desenvolvimento da Fruticultura e Agroindústria – FRUTAL / Sindicato dos
Produtores de Frutas do Estado do Ceará - SINDIFRUTA*

Diagramação, montagem e digitação

Tatiana Valéria Mota Jucá

Djanny Rebouças

Capa / Arte

Orestes Pena

Os conteúdos dos artigos científicos publicados nestes anais são de autorização e
responsabilidade dos respectivos autores.

Ficha catalográfica:

C 471 t

Chitarra, Adimilson Bosco / Tecnologia de Pós Colheita para Frutas Tropicais.
Fortaleza: Instituto de Desenvolvimento da Fruticultura e Agroindústria –
FRUTAL / Sindicato dos Produtores de Frutas do Estado do Ceará –
SINDIFRUTA.

Nº p. II.

Inclui Bibliografia.

Conteúdo: Tecnologia de Pós-colheita, armazenamento, transporte e qualidade
dos frutos tropicais.

1. Fruticultura. 2. Tecnologia. 3. Pós-colheita. 4. Instituto de Desenvolvimento
da Fruticultura e Agroindústria. 5. Título

CDD 631

APRESENTAÇÃO

Esta apostila foi editada, a exemplo de anos anteriores, como um instrumento que possa facilitar o acompanhamento do curso escolhido por cada participante na Frutal 2001, como também como uma fonte de informações atualizadas que venha contribuir com a melhoria do Agronegócio da Fruticultura e da Floricultura.

A 8ª Semana Internacional da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria – Frutal 2001, está oferecendo nesta edição 10 cursos técnicos em temas definidos a partir das sugestões obtidas com as avaliações da edição anterior. Agindo assim, estamos procurando a cada ano aperfeiçoar os cursos e atender os reais interesses dos participantes que fazem os cursos da Frutal, a partir das demandas espontâneas expressas nas avaliações. Esta é uma oportunidade ímpar para a reciclagem de conhecimentos, entrar em contato com inovações tecnológicas da fruticultura, floricultura e agroindústria, como também para a troca de informações técnico-científicas e o fortalecimento da fruticultura nacional.

A escolha dos Instrutores é feita de maneira bastante criteriosa com o apoio da Comissão Técnico-Científica da Frutal, levando em conta que o profissional escolhido seja uma referência nacional no tema a ser abordado, e que exerça nas suas atividades trabalhos de consultoria que tenham relação direta com as demandas dos produtores rurais.

A Frutal, além dos cursos, terá este ano uma ampla programação composta por Palestras técnicas, Painéis, Feira com mais de 15.000 metros quadrados de área coberta e o Simpósio de Inovações Tecnológicas e Gerenciais, promovido em parceria com a Embrapa, onde os pesquisadores apresentarão os resultados mais recentes de pesquisas que tenham uso imediato pelos produtores rurais. A expectativa é de que seja superada a marca dos 32.000 visitantes, com destaque para as Caravanas de Produtores que deverá trazer a Feira cerca de 4.000 produtores provenientes dos diversos estados do Brasil. Destaque também para o Encontro de Negócios – Projeto Comprador, iniciativa da APEX – Agência de Promoções de Exportações, e que será conduzido pela Seagri – Secretaria da Agricultura Irrigada do Ceará, com apoio do Sebrae-CE, Instituto Frutal, Banco do Brasil e Comissão de Comércio Exterior, visando a realização de negócios a partir de encontros programados entre produtores e importadores de vários países que virão a Feira. O porto alto do encontro será o dia 04/07 no período de 14:00 às 22:00h.

É portanto, com muita satisfação que a Comissão Executiva da Frutal 2001 coloca este acervo bibliográfico à disposição da sociedade brasileira esperando com esta iniciativa está contribuindo com o desenvolvimento do Agronegócio da Fruticultura e Floricultura nacionais.

Antonio Erildo Lemos Pontes
Coordenador Técnico da Frutal

COMISSÃO EXECUTIVA DA FRUTAL'2001

Presidente

Euvaldo Bringel Olinda

Coordenador Geral

Afonso Batista de Aquino

Coordenador Técnico

Antonio Erildo Lemos Pontes

COMISSÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA DA FRUTAL'2001

Afonso Batista de Aquino

Instituto FRUTAL

Ângela Menezes

SETUR

Anízio de Carvalho Júnior

SENAR/AR/CE

Antonio Erildo Lemos Pontes

SINDIFRUTA

Enid Câmara Vasconcelos

PRÁTICA EVENTOS & CONSULTORIA

Euvaldo Bringel Olinda

SINDIFRUTA

Francisco José Batista de Menezes

SRH

Francisco Marcus Lima Bezerra

UFC/CCA

Francisco Nivardo Ximenes Guimarães

FIEC

Francisco Raimundo Evangelista

BANCO DO NORDESTE

Hermano José de Carvalho Custódio

BANCO DO BRASIL

João Nicélio Alves Nogueira

OCEC

João Pratagil Pereira de Araújo
SEAGRI/CE

José Carlos Alves de Sousa
AEAC/COOPANEI

José de Sousa Paz
SDR

José dos Santos Sobrinho
FAEC

José Ismar Girão Parente
SECITECE

José Maria Freire
CREA/CE

Lúcio Flávio Leitão
SUDENE/CE

Manuel Elderi Pimenta de Oliveira
EMATERCE

Marcílio Freitas Nunes
CEASA/CE

Marcos Aurélio Cândido da Silva
INCRA/CE

Raimundo Nonato Távora Costa
UFC/CCA

Raimundo Reginaldo Braga Lobo
SEBRAE/CE

Ricardo Elsebão Alves
EMBRAPA/CNPAT

Simone Nunes Cavalcante
DNOCS

ÍNDICE

TÓPICO 01: ASPECTOS FISIOLÓGICOS DO DESENVOLVIMENTO DOS FRUTOS

1.1	INTRODUÇÃO.....	08
1.2.	MATURAÇÃO, AMADURECIMENTO E SENESCÊNCIA.....	08
1.3.	RESPIRAÇÃO.....	15
1.4.	PADRÕES DE ATIVIDADE RESPIRATÓRIA.....	19
1.5.	QUOCIENTE RESPIRATÓRIO.....	24
1.6.	FATORES DE INFLUÊNCIA NA RESPIRAÇÃO.....	25
1.7.	CLIMATÉRIO RESPIRATÓRIO – VIAS METABÓLICA.....	32
1.8.	ETILENO.....	34

TÓPICO 2 – FATORES PRÉ-COLHEITA E COLHEITA

2.1	INTRODUÇÃO.....	42
2.2	FATORES DA PRÉ-COLHEITA.....	43
2.3	FATORES DA COLHEITA E MANUSEIO.....	51

TÓPICO 3 – EMBALAGEM E TRANSPORTE

3.1	INTRODUÇÃO.....	68
3.2	PRINCIPAIS FUNÇÕES E CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DAS EMBALAGENS..	69
3.3	UNIDADES DE MANUSEIO.....	69
3.4	MATERIAIS DE EMBALAGEM.....	70
3.5	PRINCIPAIS TIPOS DE EMBALAGENS.....	74
3.6	USO DAS EMBALAGENS.....	83
3.7	EMBALAGENS E TRANSPORTES DE MANGA.....	91
3.8	EMBALAGENS E TRANSPORTES DE MELÃO.....	109
3.9	EMBALAGENS E TRANSPORTES DE GOIABA.....	127

TÓPICO 4

4.1	INTRODUÇÃO.....	145
4.2	FATORES QUE INFLUENCIAM O ARMAZENAMENTO RELACIONADOS AO PRODUTO.....	146
4.3	TEMPERATURA DURANTE A COMERCIALIZAÇÃO.....	165
4.4	TIPOS DE ARMAZENAMENTO.....	166

4.5	SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO.....	176
4.6	INTRODUÇÃO.....	176
4.7	PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA.....	177
4.8	CONTROLE DE TEMPERATURA.....	182
4.9	UMIDADE RELATIVA (UR).....	200
4.10	CIRCULAÇÃO E RENOVAÇÃO DE AR.....	205
4.11	ASPECTO ECONÔMICO NO USO DA REFRIGERAÇÃO.....	206
TÓPICO 05		
5.1	DEFINIÇÃO DA AM.....	208
5.2	EFEITOS DA AM.....	209
5.3	FATORES DE INFLUÊNCIA E APLICAÇÕES DA AM.....	212
5.4	FATORES RELACIONADOS A EMBALAGENS EM AM.....	212
5.5	TIPO DE AM	219
5.6	CONTROLE DAS CONDIÇÕES NO INTERIOR DAS EMBALAGENS	221
5.7	USO DE FILMES POLIMÉRICOS COMESTÍVEIS E BIODEGRADÁVEIS EM EMBALAGENS.....	224
5.8	ARMAZENAMENTO SOB ATMOSFERA CONTROLADA.....	234
5.9	INTRODUÇÃO.....	234
5.10	CÂMARA FRIGORÍFICA DE ATMOSFERA CONTROLADA.....	253
5.11	UTILIZAÇÃO COMERCIAL DA AC.....	261
TÓPICO 6 – TECNOLOGIA E QUALIDADE		
6.1	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE.....	265
6.2	ATRIBUTIO DE QUALIDADE.....	268
6.3	RENDIMENTO DA MATÉRIA-PRIMA.....	275
6.4	VALOR NUTRITIVO.....	282
6.5	SEGURANÇA.....	287
6.6	FATORES QUE INFLUENCIAM NA QUALIDADE.....	291
6.7	USO DE BIOTECNOLOGIA NO MELHORAMENTO DA QUALIDADE.....	300
BIBLIOGRAFIA.....		302

TÓPICO 01: ASPECTOS FISIOLÓGICOS DO DESENVOLVIMENTO DOS FRUTOS

1.1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o consumo de frutas tem aumentado no mercado interno. Entretanto, ainda não suprimos adequadamente o mercado externo, principalmente pela falta de regularidade na produção e pela carência de adequação dos atributos de qualidade de nossos produtos às preferências dos consumidores.

O principal objetivo da tecnologia de pós-colheita é a manutenção da qualidade dos produtos e o prolongamento de sua vida útil. Os frutos devem ser colhidos no estágio apropriado de maturação, tecnicamente manuseados e embalados, quer seja para o consumo direto, quer seja para o armazenamento.

Sendo órgãos vivos, que respiram normalmente, os frutos apresentam elevada atividade metabólica que conduz aos processos de deterioração, tornando-os extremamente perecíveis.

Assim sendo, é indispensável o conhecimento das transformações fisiológicas e biológicas que ocorrem no ciclo vital ou em alguma etapa do mesmo para o estabelecimento do ponto ideal de colheita e para a aplicação de tecnologias adequadas, visando a manutenção das características de qualidade peculiares a cada produto e o prolongamento da sua vida útil pós-colheita.

Desta forma, o direcionamento das pesquisas torna-se necessário para a adequação e uso de novas tecnologias, adaptação de novos cultivares, melhoria da infra-estrutura na cadeia de comercialização e estabelecimento de legislação e fiscalização compatíveis.

1.2. MATURAÇÃO, AMADURECIMENTO E SENESCÊNCIA.

É fundamental o conhecimento dos seguintes termos inerentes à fase do desenvolvimento dos frutos: pré-maturação, maturação e amadurecimento, envolvendo a formação dos tecidos e mudanças químicas, excluindo-se a fase de degradação (senescência).

- **Pré-maturação:** Corresponde ao estágio de desenvolvimento que antecede a maturação. Geralmente inclui a metade do período entre floração e colheita. Este estágio é caracterizado pelo extensivo aumento do volume. O fruto ainda não se encontra apto para o consumo. A fase de pré-maturação termina quando o desenvolvimento do fruto é apenas aceitável, mas não ótimo para o consumo.
- **Maturação:** O fruto emerge de um estágio incompleto, atingindo o crescimento pleno e máxima qualidade comestível. Grande parte do processo ocorre com o fruto ainda não colhido. Essa fase cessa quando se inicia a senescência do fruto.
- **Amadurecimento:** Corresponde ao período final da maturação (excluído do desenvolvimento), durante o qual o fruto apresenta-se completamente desenvolvido, com estética, bem como com qualidade comestível. As principais mudanças que ocorrem são químicas. Em alguns frutos, o amadurecimento pode ocorrer tanto antes como após a colheita.
- **Senescência:** Período subsequente ao desenvolvimento do fruto, durante o qual o crescimento cessou e os processos bioquímicos de envelhecimento substituem as trocas do amadurecimento. Pode ocorrer antes ou após a colheita dos frutos. A senescência ocorre porque na fase final a capacidade de síntese do vegetal é muito limitada e dentro de um curto espaço de tempo, as transformações tendem para o lado das degradações, o que determina a perecibilidade do fruto (Figura 1).

1.2.1 MATURAÇÃO

A maturação ocorre na vida do fruto, quando o seu desenvolvimento completo é atingido, independentemente da planta mãe. Após a maturação, não há mais aumento no tamanho do fruto. Os frutos são normalmente colhidos nesse estágio, após o qual, vivem utilizando-se dos substratos acumulados.

A maturação é um evento interessante no ciclo vital dos frutos, por transformá-los em produtos atrativos e aptos para o consumo humano. É uma etapa intermediária entre o final do desenvolvimento e o início da senescência, sendo um processo normal e irreversível; porém, pode ser retardado com o uso de meios adequados. Essa fase é

discutida sob dois aspectos: a) Pode ser entendida como a manifestação da senescência, na qual a organização intracelular começa a ser destruída; b) representa o estágio final da diferenciação, e por isso é um processo dirigido que requer a síntese de enzimas específicas.

A maturação dos frutos pode ser definida como a seqüência de mudanças na cor, “flavor” e textura, conduzindo a um estado que os torna comestíveis, e, com isto, apropriados para o consumo “in natura” e/ou industrialização. Este, entretanto, não é um estado fisiológico fixo, pois, pode variar de um para outro e em alguns casos as mudanças podem ocorrer até em direções opostas. Por exemplo, em maçãs, há uma perda de ácido málico no fruto maduro, porém, em bananas, ocorre o inverso, ou seja, um acúmulo desse ácido.

As principais mudanças que ocorrem durante a maturação são as seguintes:

- Desenvolvimento das sementes
- Mudanças na cor
- Mudanças na taxa respiratória
- Produção de etileno
- Mudanças na permeabilidade dos tecidos
- Mudanças na textura
- Mudanças químicas nos carboidratos, ácidos orgânicos, proteínas, fenólicos, pigmentos, pectinas, etc.
- Produção de substâncias voláteis
- Formação de ceras na casca

FIGURA 1. Etapas do ciclo vital dos frutos.

1. Início da formação da polpa
2. Término do crescimento em tamanho
3. Início do período de utilização, mas, ainda imaturo.
4. Período ótimo de consumo
5. Predominância de reações degradativas
6. Não utilizável para consumo. (de RYALL & LIPTON, 1979).

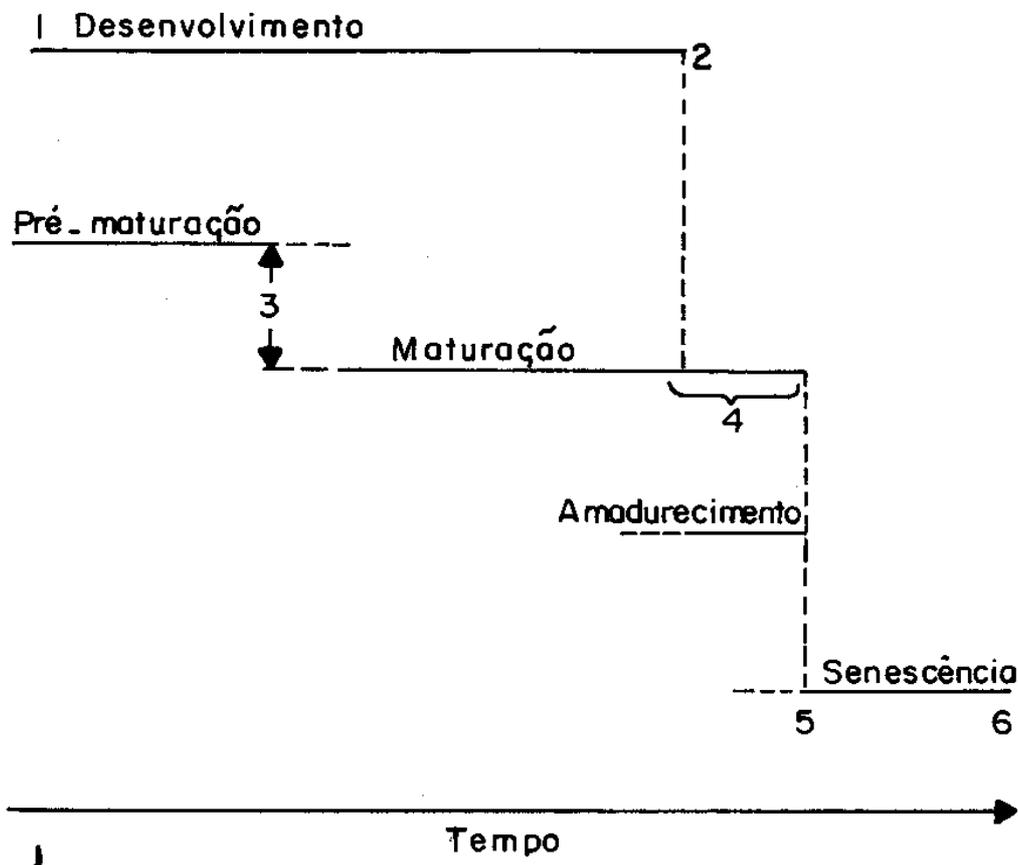


Figura 1. Etapas do ciclo vital dos frutos
 1. Início da formação da polpa
 2. Término do crescimento em tamanho
 3. Início do período de utilização, mas, ainda imaturo
 4. Período ótimo de consumo
 5. Predominância de reações degradativas
 6. Não utilizável para consumo. (de RYALL & LIPTON, 1979).

1.2.2 AMADURECIMENTO

A etapa correspondente ao amadurecimento é aquela na qual o fruto completamente maduro torna-se mais palatável, pois, sabores e odores específicos se desenvolvem em conjunto com o aumento da doçura e da acidez. O amaciamento da fruto ocorre e é usualmente acompanhado por mudança na coloração. A clorofila decresce nos cloroplastos, enquanto que os pigmentos carotenóides e antocianinas se desenvolvem. Portanto, o amadurecimento corresponde basicamente às mudanças nos fatores sensoriais do sabor, odor, cor e textura que tornam o fruto aceitável para o consumo. Algumas dessas mudanças podem ser detectadas por análise ou observação das transformações físicas visíveis, ou pelas endógenas, como mudanças nos pigmentos, ácidos, taninos, carboidratos, pectinas, etc.

As diferentes mudanças que ocorrem durante o processo de amadurecimento parecem estar sincronizadas e encontram-se provavelmente sob controle genético. Essa afirmativa tem suporte no fato de que o intervalo entre a antese e o amadurecimento, em condições climáticas similares, é relativamente constante para um determinado fruto. Um resumo das mudanças sugeridas por Biale e Young (1961), que ocorrem durante o processo de amadurecimento, é apresentado na Tabela 1.

TABELA 1 – Transformações que ocorrem durante o amadurecimento de frutos, (de BIALE & YOUNG, 1961).

SÍNTESES	DEGRADAÇÕES
Manutenção da estrutura mitocondrial	Destruição dos cloroplastos
Formação das carotenóides e de antocianinas	Quebra da clorofila
Interconversão de açúcares	Hidrólise do amido
Aumento na atividade do ciclo de Krebs	Destruição de ácidos
Aumento na formação de ATP	Oxidação de substratos
Síntese de voláteis aromáticos	Inativação de fenólicos
Aumento na incorporação de aminoácidos	Solubilização de pectinas
Aumento na transcrição e tradução	Ativação de enzimas hidrolíticas
Preservação de membranas seletivas	Início de rompimento de membranas
Formação da via do etileno	Amaciamento da parede celular induzida pelo C_2H_4

No amadurecimento ocorrem atividades anabólicas e catabólicas. Há perda de energia à medida que os substratos são convertidos em moléculas simples, calor e ligação fosfato (rica em energia). A ligação energética é usada para várias atividades fisiológicas e para manutenção da integridade celular.

Uma grande demanda de energia ocorre no sistema para continuação do processo, incluindo síntese protéica, síntese de etileno e compostos aromáticos, entre outros. A energia é suprida por alguns processos degradativos, particularmente a hidrólise de amido. A glicose produzida, por esse processo, é conseqüentemente utilizada durante o processo de amadurecimento. A interrelação e mecanismos pelos quais essas mudanças são coordenadas, ainda não são bem conhecidos. Uma das dificuldades nessa determinação ocorre na distinção entre os fatores causativos e seus efeitos. O amadurecimento pode ser considerado como um número de processos “chaves” que ocorrem simultaneamente, cada um tendo seu próprio mecanismo de controle, o que por sua vez, é livremente coordenado com os mecanismos do outros processos.

As unidades básicas de interesse no amadurecimento são as células e suas organelas que contêm a maquinaria que dirige as reações de vida e morte. Os sistemas enzimáticos contidos dentro das organelas refletem a seqüência da desorganização dessas organelas. Uma vez iniciado, o amadurecimento conduz ao envelhecimento e à morte dos tecidos.

1.2.3 SENESCÊNCIA

A senescência é definida como os processos que se seguem à maturidade fisiológica ou horticultural e que conduzem à morte dos tecidos. Não há, entretanto, uma distinção bem delineada entre amadurecimento e senescência, embora cada um dos processos que contribui para a síndrome da senescência, conduza diretamente à morte dos tecidos. O processo da senescência aumenta a probabilidade de morte, como, por exemplo, por desidratação ou invasão de microorganismos; porém, não há evidências de que ela inclua a morte programada do tecido. Na Figura 2, encontram-se as mudanças que ocorrem no

abacaxi, desde o florescimento até a sua senescência com separação das diversas etapas fisiológicas na vida desse fruto.

FIGURA 2. Transformações das características físicas, físico-químicas e químicas do abacaxi durante o período do florescimento até a senescência. (de GORTNER et alii, 1967).

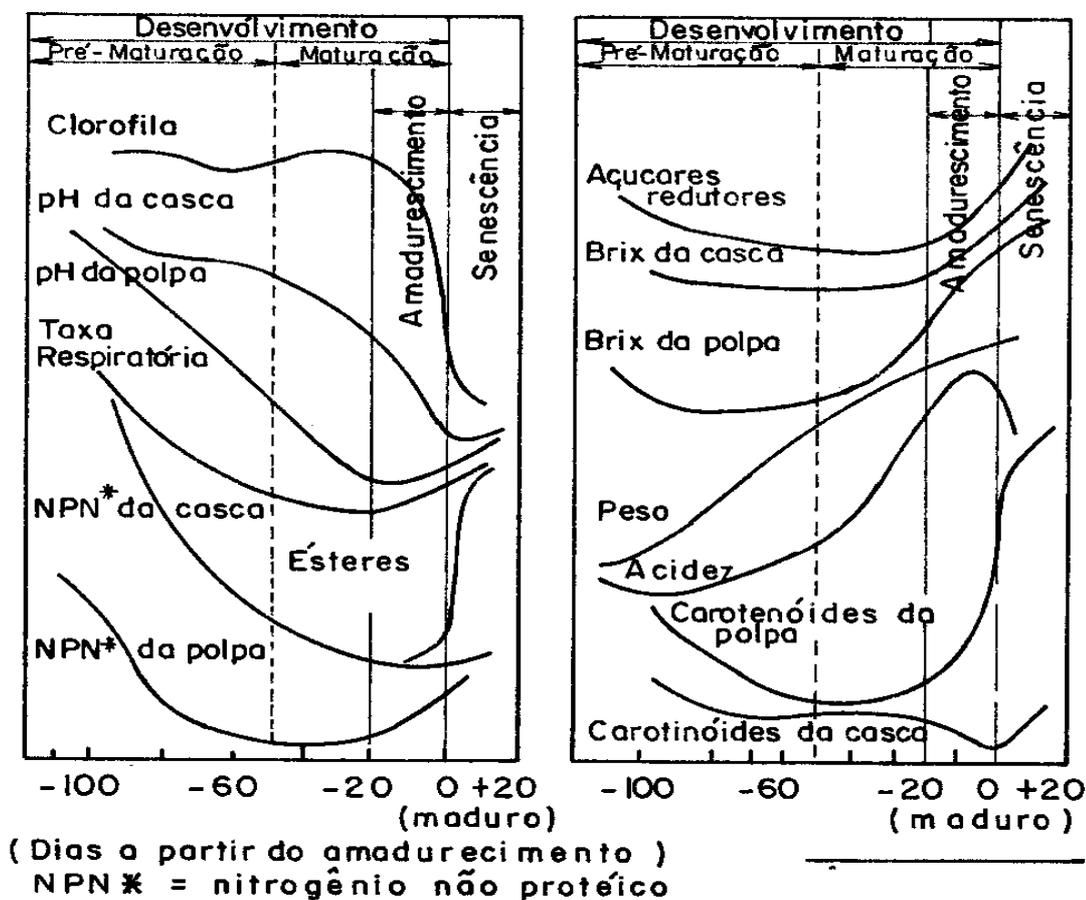


Figura 2. Transformações das características físicas, físico-químicas e químicas do abacaxi durante o período do florescimento até a senescência. (de GORTNER et alii, 1967).

1.3 RESPIRAÇÃO

Após a colheita do fruto, a respiração torna-se o seu principal fisiológico, uma vez que ele não depende mais da absorção de água e minerais efetuados pelas raízes, da condução de nutrientes pelo sistema vascular, nem da atividade fotossintética das folhas da planta mãe. Portanto, após a colheita, os frutos têm vida independente e utilizam para tal, suas próprias reservas de substratos, acumulados durante o seu crescimento e maturação, com conseqüente depressão progressiva nas reservas de matéria seca acumulada. Deve-se salientar que as atividades não são apenas catabólicas. Alguns órgãos vegetais utilizam a energia liberada pela respiração, para continuar a síntese de pigmentos, enzimas e outros materiais de estrutura molecular elaborada, tão logo eles são destacados da planta. Essas sínteses são parte essencial do processo de amadurecimento de muitos frutos.

A atividade respiratória é influenciada, pelo menos em parte, pela composição do fruto completamente formado e pelas alterações químicas que ocorrem durante a fase da maturação. As substâncias que possivelmente tomam parte ativa nestas alterações são as proteínas, glucídios, lipídeos, ácidos orgânicos, vitaminas, minerais e alguns componentes específicos da parede celular como hemi-celulose e pectinas. A respiração resulta em modificações profundas desses constituintes, sendo que podem ser altamente indesejáveis sob o ponto de vista da qualidade. Em condições não controladas, estas mudanças podem levar rapidamente à senescência, e os tecidos tornam-se muito suscetíveis ao ataque de microorganismos e à perda de umidade. Assim, o controle da respiração passa a ser condição essencial para obtenção de condições adequadas de armazenamento dos produtos perecíveis.

O tipo e a intensidade de atividade fisiológica pós-colheita, as quais dependem das funções naturais de cada parte da planta, determinam, em grande extensão, a longevidade do material, durante o armazenamento na etapa pós-colheita.

As mudanças químicas que ocorrem no fruto, pós-colheita, são direta ou indiretamente relacionadas com atividades oxidativas e fermentativas, designadas como oxidações biológicas.

A respiração é o processo relacionado com a oxidação predominantemente de substâncias orgânicas nas mitocôndrias e com sistemas enzimáticos das células. Ocorre em três fases, a saber:

- Quebra ou hidrólise de polissacarídeos em açúcares simples.
- Oxidação dos açúcares a ácido pirúvico (ciclo glicolítico).
- Transformação aeróbica do ácido pirúvico em outros ácidos orgânicos em CO₂, água e energia (ciclo de Krebs).

As proteínas e os lipídeos também podem servir como substratos no processo de hidrólise, porque existe uma interrelação nos seus processos metabólicos. Os glucídios podem ser convertidos em lipídeos e aminoácidos, porém, dificilmente se transformam em glucídios.

Muitos compostos importantes podem ser sintetizados a partir dos intermediários do ciclo glicolítico e do ciclo de Krebs. Por exemplo, tem-se a síntese de ácido ascórbico a partir da glicose 6 – fosfato; ácido clorogênico a partir do fosfoenolpiruvato; fenólicos ou compostos aromáticos voláteis a partir da Acetil CoA e clorofila a partir da Succinil-CoA.

Alguns trabalhos têm sido realizados, isolando a mitocôndria e verificando sua relação com atividade respiratória. Tem-se observado um aumento da atividade das mitocôndrias isoladas a partir de vários frutos, em diferentes estádios de maturação. Esse aumento na atividade do sistema mitocondrial pré-existente. Entretanto, não existem evidências claras para distinguir entre essas duas possibilidades. Atualmente alguns pesquisadores sugerem que, quando o fruto completa a fase climatérica, portanto, quando a respiração já se elevou, a oxidação torna-se progressivamente desacopiada da atividade fosforilativa.

A respiração num sentido mais restrito corresponde às reações químicas que requerem oxigênio, enquanto que a fermentação, também referida como glicólise, é característica de oxidações biológicas em ambiente livre de oxigênio. Há uma distinção entre a glicólise “aeróbica” e a “anaeróbica”, com base nas condições de exposição do material fermentável. Os dois processos podem ser ilustrados com as seguintes reações:

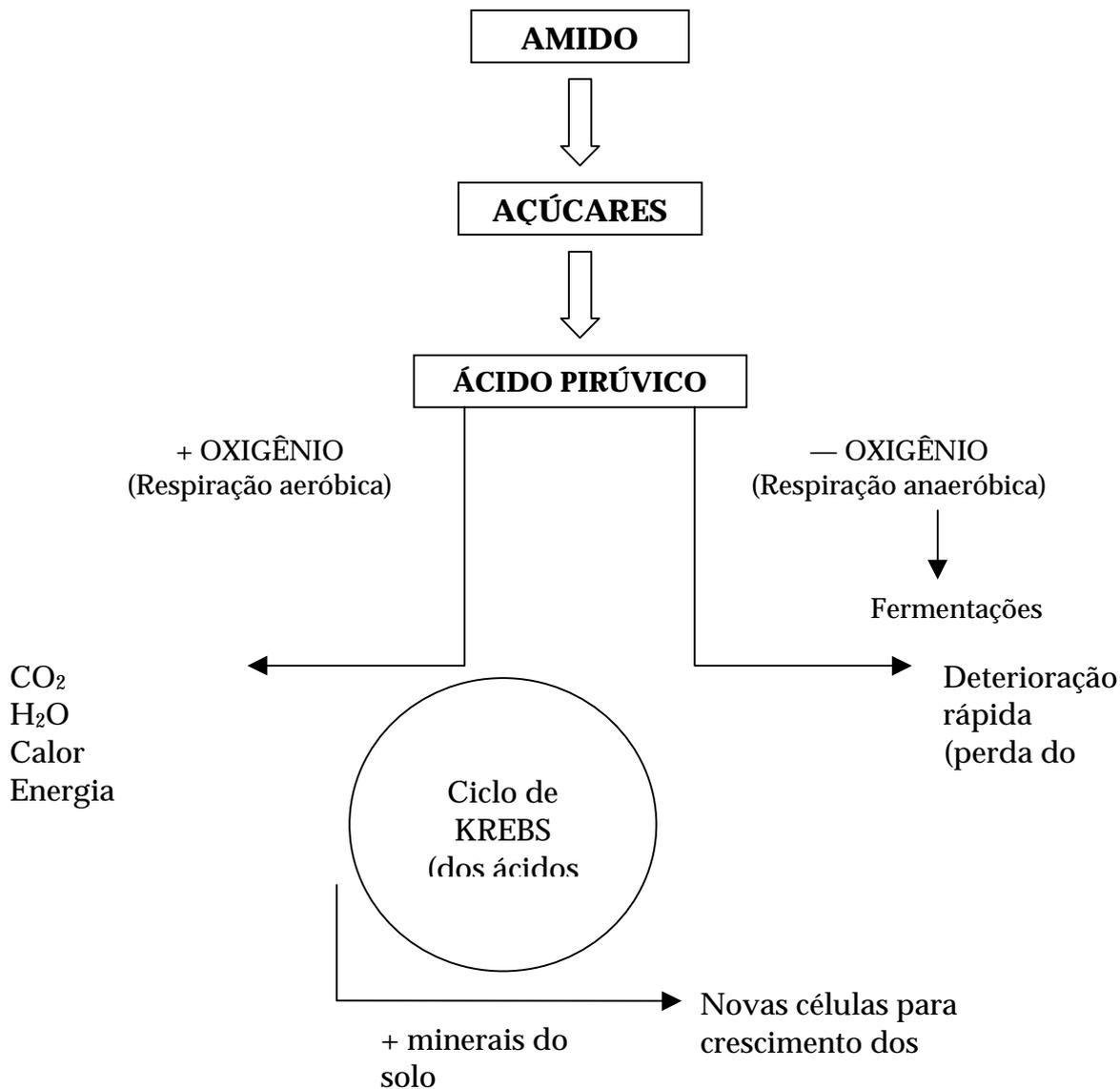


FIGURA 3. Esquema geral das principais transformações metabólicas que ocorrem na vida dos frutos.

Tabela 2. Taxa respiratória de frutos climatéricos a não climatéricos. (ml de O₂ ou CO₂.kg⁻¹.h⁻¹). (de Biale, 1960)

Fruto	Temperatura (°C)	Climatéricos		Não climatéricos
		(mín.)	(máx.)	
Abacate	20	35	155	
Banana	20	20	60	
Manga	20	22	63	
Mamão	20	20	45	
Maracujá	20	25	45	
Pêra	20	12	33	
Ameixa	20	9	21	
Uva	20			13
Limão	20			9
Laranja	20			12
Abacaxi	20			15
Morango	20			65
Figo	20			34

1.4 PADRÕES DE ATIVIDADE RESPIRATÓRIA

Se a atividade respiratória for acompanhada após a formação do fruto e através de seus estádios de divisão celular, crescimento e maturação, pode-se observar um decréscimo consistente na taxa de respiração, se expressa em unidade de peso fresco, peso seco, ou unidade de proteínas. Porém, no final da maturação há um aumento marcante na evolução de CO₂, observado em maçã por KIDD e WEST (1925), que designaram o evento de subida “climatérica”. Os frutos que apresentam esse padrão de atividade respiratória são então designados como frutos “climatéricos”. Outros frutos não apresentam esse padrão respiratório e são, portanto, chamados de “não-climatéricos”. Entretanto, muitos desses frutos apresentam um aumento na produção de etileno, com aumento na taxa respiratória em alguma faz do seu desenvolvimento na planta.

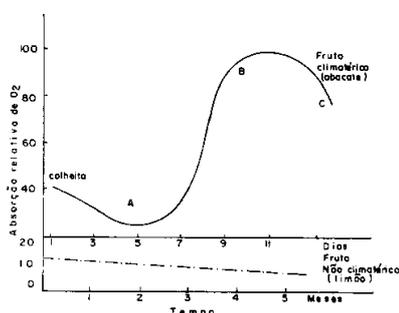
Os frutos são, portanto, classificados em “climatéricos” e “não climatéricos”, com base nas características respiratórias antes do nascimento, conforme apresentado nas Figuras 4 e 5. desta forma, pode-se dizer que o climatério faz a transição entre o crescimento e a senescência e é iniciado pela produção autocatalítica de etileno.

Observa-se através da Figura 4 um declínio na taxa de captação de O₂ (ou evolução de CO₂) imediatamente após a colheita, seguido por um acréscimo brusco. O menor valor da captação de O₂ é designado como “mínimo pré-climatérico”. O pico de respiração designado como “máximo climatérico” é seguido por um período de declínio na atividade, designado como estágio “pós-climatérico”. O valor real nos pontos mínimos e máximos, bem como o espaço de tempo decorrido entre ambos, é característico de cada espécie ou mesmo de cada cultivar em condições externas definidas. O tempo decorrido entre a colheita e o ponto mínimo é função do estágio de maturação do fruto, na colheita.

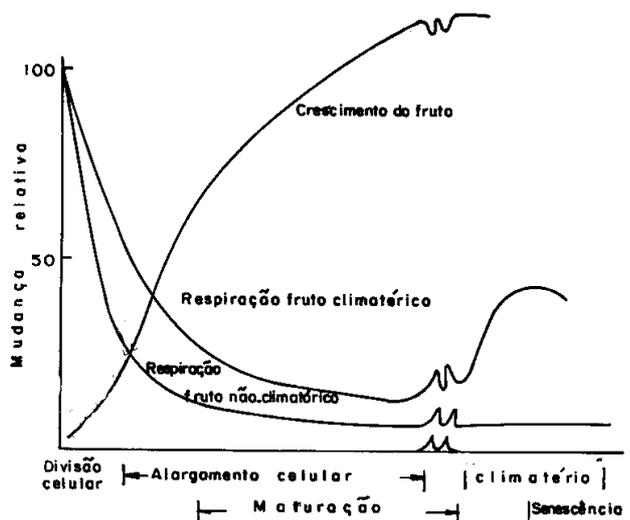
Segundo RHODES (1971), o climatérico pode ser definido como um período da ontogenia de certos frutos, durante o qual uma série de mudanças bioquímicas é iniciada por produção autocatalítica de etileno, marcando a transição entre desenvolvimento à senescência, envolvendo um aumento na respiração e condução ao amadurecimento. O aumento na taxa respiratória é um evento secundário e depende dos níveis disponíveis de etileno. Muitos outros eventos secundários também ocorrem no climatérico, tais como o aumento do Ácido Ribonucléico (RNA) e da síntese de proteínas bem como trocas na permeabilidade celular. O termo “climatérico” deve ser, portanto aplicado ao total de mudanças que ocorrem nessa fase crítica da vida do fruto, que é desencadeada pelo etileno e durante a qual muitas mudanças ocorrem, sendo uma delas o aumento na taxa respiratória (Figura 6). A maioria dos frutos apresenta padrão climatérico de desenvolvimento e dentre eles encontram-se: a maçã, abacate, banana, melão ‘Cantaloupe’, manga, maracujá, mamão, pêra, pêssego, nectarina, ameixa e tomate.

Figura 4. Padrão de atividade respiratória em frutos climatéricos e não climatéricos
 A. Pré-climatérico com um mínimo de respiração (mínimo pré-climatérico).
 B. Climatérico com respiração máxima (máximo climatérico)
 C. Senescência, com redução na respiração. (Pós-climatérico)
 (Adaptado de BIALE, 1960)

Figura 5. Comparação entre os estádios de desenvolvimento, senescência, padrão respiratório e crescimento de frutos. (de BIALE, 1964).



4
Figura 4. Padrão de atividade respiratória em frutos climatéricos e não climatéricos
 A. Pré-climatérico com um mínimo de respiração (mínimo pré-climatérico).
 B. Climatérico com respiração máxima (máximo climatérico)
 C. Senescência, com redução na respiração. (Pós-climatérico).
 (Adaptado de BIALE, 1960).



5
Figura 5. Comparação entre os estádios de desenvolvimento, senescência, padrão respiratório e crescimento de frutos. (de BIALE, 1964).

Em alguns frutos, como maçã e tomate, o aumento na taxa respiratória ocorre, tanto no fruto preso à planta, como após a colheita. O abacate apresenta pico respiratório

climatérico apenas após ser desligado da planta. Em alguns frutos como abacate, banana e manga, o aumento na taxa respiratória é rápido e o estágio de amadurecimento comestível, está intimamente relacionado com o pico climatérico. Além das modificações na textura da polpa, conhecidas como “amadurecimento comestível”, ocorrem transformações na cor, tais como verde a amarelo em bananas, verde a vermelho em manga, verde a marrom escuro em algumas variedades de abacate. Essas mudanças ocorrem nesses frutos durante o pico climatérico ou imediatamente após. Em outros, como maçã e tomate, o amadurecimento só se completa algum tempo após o pico climatérico.

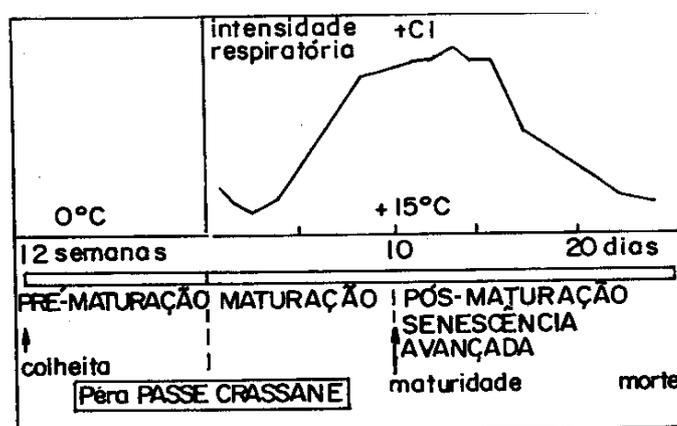


Figura 2. Senescência em pera da cultivar Passe Crassane após o armazenamento por 12 semanas a 0°C na fase de pré-maturação, colocada para amadurecimento a 15°C. +Cl = máximo climatérico. (de HARTMANN, 1983).

Figura 6. Senescência em pêra da cultivar Passe Crassane após o armazenamento por 12 semanas a 0°C na fase de pré-maturação, colocada para amadurecimento a 15°C. + Cl = máximo climatérico. (de HARTMANN, 1983).

Dentre os frutos não climatéricos podem ser citados: cereja, pepino, figo, uva, cítricos melão, morango, abacaxi e goiaba.

Os frutos não climatéricos devem estar no estágio ótimo de amadurecimento comestível, à época da colheita. Para que apresentem melhor qualidade, devem ser deixados na planta até atingirem a composição desejável. No caso do limão a colheita é baseada no tamanho do fruto, porque objetiva-se volume e acidez no suco. Em laranjas, os fatores determinantes são o conteúdo de açúcares e ácidos, bem como o volume de suco.

Neste grupo de frutos, a senescência celular aparentemente se segue à maturação celular, sem intervenção de nenhum estágio de transição. Nesses frutos, há uma ligeira queda na taxa respiratória, após serem destacados da planta. Existe, entretanto, uma possibilidade de que, numa idade fisiológica mais apropriada ou sob condições de armazenamento mais apropriadas, esses frutos possam apresentar um padrão respiratório característico de frutos climatéricos, como o melão e o abacaxi.

Embora não apresentem comportamento respiratório, como os frutos do tipo climatérico, já foi observado em laranja e pomelo um padrão de respiração tipo climatérico, quando uma série cronológica suficiente de amostras foi colhida e analisada. Outras alterações no amadurecimento seguiram o climatérico; porém este ocorreu bem antes da colheita comercial. Para resolver as opiniões conflitantes sobre a ubiquidade do climatérico, há necessidade de medições mais precisas, abrangendo períodos cronológicos mais longos, bem como maiores períodos para realização dessas medições.

As evidências demonstram que não existem diferenças fundamentais entre os dois grupos de frutos quanto ao mecanismo de amadurecimento mais lento, necessitando de um longo espaço de tempo para completar o processo, sem mudança súbita na demanda de energia. Nos frutos climatéricos os eventos ocorrem rapidamente e com grande demanda de energia, responsável pela súbita ascensão na taxa respiratória. Ambos os grupos de frutos contêm quantidades apreciáveis de etileno, embora a quantidade seja consideravelmente variável com a espécie. Além da variação no nível endógeno de etileno, as respostas à aplicação de etileno exógeno são bastante variáveis entre os dois grupos de frutos.

Uma classificação mais conveniente para frutos, quanto ao seu padrão de atividade respiratória, foi elaborada por IWATA et al (1969), relacionando o amadurecimento e a flutuação na produção de CO₂ pelos frutos e hortaliças. Foram propostos 3 tipos de padrão de atividade respiratória.

➤ Tipo decréscimo gradual; a taxa de respiração decresce gradualmente através do processo de amadurecimento, como por exemplo, nos frutos cítricos.

- Tipo ascensão temporária: a taxa de respiração aumenta temporariamente e o completo amadurecimento ocorre após o pico respiratório, como em banana, tomate, manga e abacate.
- Tipo pico tardio: a taxa máxima de respiração é apresentada desde o estágio completamente maduro até o super-maduro, como no caqui japonês, morango e pêssego.
- De um modo geral, a taxa de respiração é indicativa da rapidez com que as mudanças de composição ocorrem no material. Se o fruto for colhido no estágio de ótima qualidade comestível, ou próximo à mesma, poderá apresentar uma elevada taxa de deterioração antes da comercialização. A vida de armazenamento de diferentes tipos de frutos, em geral, varia inversamente com a taxa de respiração. Produtos com taxas de respiração relativamente baixas são os que podem ser armazenados por períodos mais longos sem perda da aceitabilidade.

1.5 QUOCIENTE RESPIRATÓRIO (QR)

A relação entre o volume de CO_2 desprendido e o volume de O_2 , fixado ou consumido pelo fruto, ou outro órgão vegetal, no processo de respiração pós-colheita (Figura 7), é conhecida como “Quociente Respiratório” (QR).

O QR é de utilidade na previsão da natureza do substrato orgânico utilizado no processo respiratório, bem como na indicação da integridade da reação e grau do processo aeróbico ou anaeróbico. Entretanto, esse processo pode ser complexo, uma vez que diferentes tipo de substratos podem ser utilizados num determinado espaço de tempo. Dessa forma, a medida do QR representa apenas um valor médio, que depende, sobretudo, da contribuição da cada substrato para a respiração e de seu conteúdo relativamente de carbono, hidrogênio e oxigênio.

QR é igual à unidade, quando os açúcares estão sendo utilizados como substratos. Valores maiores que a unidade são indicativos de que substratos com maior teor de O_2 como ácidos orgânicos, estão sendo utilizados na respiração. Comparados aos açúcares, há menor requerimento de oxigênio para evolução da mesma quantidade de CO_2 . quando o

QR é inferior à unidade, diferentes modificações no processo respiratório, podem estar ocorrendo, tais como:

- Uso de substrato com relação C:O inferior à das hexoses.
- Oxidação incompleta, com interrupção a nível de compostos intermediários do ciclo de Krebs.
- O CO₂ produzido pode estar sendo utilizado em processos de síntese, como, por exemplo, na carboxilação do piruvato para formação de ácido oxalacético.

O Q.R. é afetado tanto por fatores químicos como físicos, principalmente pela temperatura e pelas diferenças na solubilidade e coeficiente de difusão dos dois gases, O₂ e CO₂, devendo ser medido quando a taxa de respiração encontra-se estabilizada.

Figura 7 Atividade respiratória em frutos climáticos. Taxas de consumo de Oxigênio e de liberação de Dióxido de Carbono. (de BIALE, 1964).

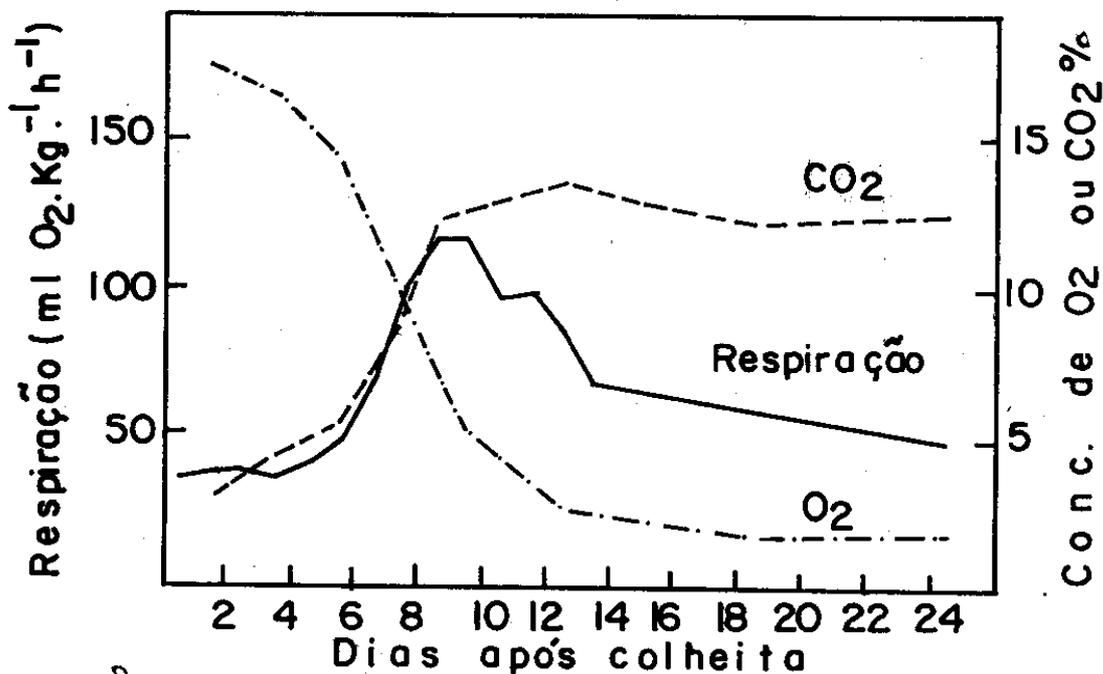


Figura 7. Atividade respiratória em frutos climáticos. Taxas de consumo de Oxigênio e de liberação de Dióxido de Carbono. (de BIALE, 1964).

1.6 FATORES DE INFLUÊNCIA NA RESPIRAÇÃO

A. Temperatura

Existe uma temperatura ideal para a maturação de cada tipo de fruto, para que o mesmo alcance um máximo de qualidade comestível. Temperaturas inferiores ou superiores não são satisfatórias, podendo acarretar injúrias fisiológicas.

Os tecidos vegetais só apresentam um funcionamento normal de seus mecanismos fisiológicos num intervalo limitado de temperatura. Os limites máximos de temperatura encontram-se entre 30° e 35°C, porém a susceptibilidade à injúria no limite mínimo de temperatura é bastante variável. Por exemplo, banana, abóbora, pepino e tomate sofem injúria pelo frio, sob temperatura inferiores a aproximadamente 11°C, enquanto que certas cultivares de pera e maçã podem suportar longos períodos de armazenamento a 0°C.

A atividade respiratória é reduzida pelo uso de baixas temperaturas. Em frutos climatéricos, o abaixamento da temperatura retarda o pico climatérico e reduz sua intensidade, podendo o mesmo ser totalmente suprimido na taxa de temperatura próxima ao limite fisiológico de tolerância do fruto.

Dentro de uma variação fisiológica própria para cada espécie, a taxa de respiração, normalmente aumenta com o aumento da temperatura, principalmente na faixa de 5° a 20°C. O uso de temperatura mais elevadas pode suprimir a atividade respiratória. O efeito da temperatura sobre o padrão de atividade respiratória de frutos climatéricos pode ser bem ilustrado através dos resultados obtidos por BIALE & YOUNG (1962) com abacate, (Figura 8). Observa-se que o abacate apresenta grande sensibilidade térmica, sendo a temperatura ideal de maturação em torno de 20°C. A maturação ocorre de forma normal, com um climatério definidos em temperaturas entre 10° e 25°C, havendo, porém, variação no espaço de tempo necessário para que esse fenômeno ocorra. Os distúrbios são visíveis em temperatura muito baixa, (5°C) ou muito elevada (30°C), não havendo produção do climatério em ambos os casos.

Figura 8. Influência da temperatura sobre a respiração de abacate. (Adaptado de BIALE & YOUNG, 1962).

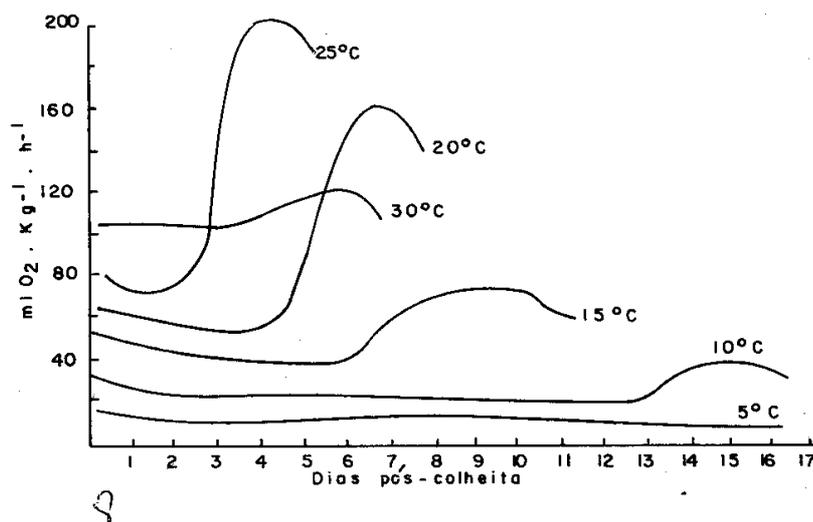


Figura 8. Influência da temperatura sobre a respiração de abacate. (Adaptado de BIALE & YOUNG, 1962).

O fruto não amadurece, ocorrendo escurecimento dos tecidos que se tornam impróprios para o consumo. A 5°C ocorrem os distúrbios característicos de injúria pelo frio, enquanto que a 30°C os danos são característicos de injúria por excesso de calor. Na tabela 3 são apresentados resultados obtidos, por vários autores, sobre o efeito da temperatura na respiração de diferentes espécies de frutos.

Tabela 3. Efeito da temperatura na respiração de diferentes espécies de frutos. (Adaptado de BIALE, 1960).

Fruto	Cultivar	Temperatura (°C)	Respiração mgCO ₂ .kg ⁻¹ .h ⁻¹
Abacate	Fuerte	10	41
		20	165
		30	120
Banana	Gros Michel	12,5	23
		20	64
		31	130
Manga	Alfonso	9	18,7
		10,5	35,4
		20	44,5
Figo	Missão	10	12
		20	34
		30	83
Limão	Eureka	0	1,0
		10	4,6
		21	12
		26	15
		32	18
		38	30
Laranja	Valência	0	1
		15,5	6,1
		16,5	15,0
		32,0	18
		38,0	28
Abacaxi	Cayenne	2	2,6
		11	4,2
		30	34

B. Concentração de gases na atmosfera

Os componentes críticos da atmosfera que regulam o processo de maturação em frutos são o O₂ e o CO₂. Os fatores envolvidos são a taxa de difusão desses gases, a via de difusão, e as condições dos espaços intercelulares.

O ar contém normalmente 21% de O₂ e apenas 0,03% de CO₂. de modo geral, tanto a redução no teor de O₂ como o aumento na concentração de CO₂ reduzem a taxa de respiração.

Se o conteúdo de O_2 for reduzido a um limite mínimo, o processo respiratório ocorre anaerobicamente, com acúmulo de álcool etílico e acetaldeído. Esse processo fermentativo, ocorre em frutos cítricos, quando os mesmos são expostos a atmosfera com concentração de O_2 inferior a 2,5%. A fermentação prolongada conduz ao acúmulo de materiais tóxicos que prejudicam a vida e a qualidade do fruto.

A resposta às condições limitantes de O_2 não é a mesma em todos os frutos; por exemplo, no abacate, o padrão climatérico é completamente abolido em anaerobiose sendo o amadurecimento suprimido irreversivelmente. O efeito é semelhante em banana, porém, menos pronunciado. Por outro lado, laranjas e limões colocados em ambientes com N_2 puro mantêm sua produção de CO_2 por várias semanas, em valores mais elevados que os produzidos pelos frutos expostos ao ar. Na figura 9 observam-se as respostas obtidas com bananas e limões a diferentes condições atmosféricas.

Figura 9. Respiração de frutos submetidos a diferentes condições atmosféricas.

A. Banana; B. Limão. (Adaptado de YOUNG, ROMANI & BIALE, 1963).

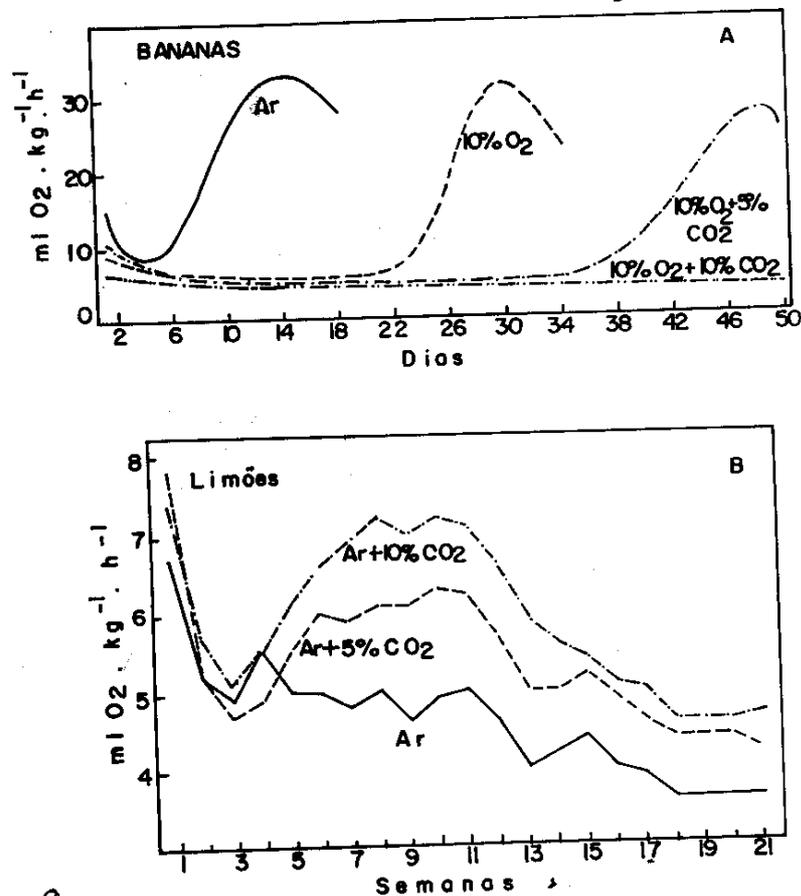


Figura 9. Respiração de frutos submetidos a diferentes condições atmosféricas. A. Banana; B. Limão. (Adaptado de YOUNG, ROMANI & BIALE, 1963).

A adição de CO₂ ao ar ou ao O₂ em concentrações superiores à do ar, prolonga o processo de maturação tanto em frutos climatéricos como em não climatéricos, sendo o efeito uma função da concentração de CO₂. Níveis de 5 a 10% de CO₂ diminuem a atividade respiratória e retardam o início do climatério. Níveis muito elevados de CO₂ causam injúrias aos tecidos. A temperatura exerce uma influência pronunciada nas respostas à tensão de O₂ e de CO₂. Com base nos resultados experimentais obtidos, são recomendadas condições adequadas de controle atmosféricos para as diferentes espécies de frutos. As especificações, entretanto, dependem da cultivar, da temperatura e do período de armazenamento. Na Tabela 4 encontram-se alguns exemplos das condições

atmosféricas utilizadas para o controle da atividade respiratória de algumas espécies de frutos, o que promove um aumento no seu período de conservação.

Em condições adversas, ocorre o aparecimento de sintomas de injúria, que se refletem principalmente por alterações no sabor, na cor, textura e características químicas do produto.

Tabela 4. Condições de controle atmosférico requeridas por diferentes espécies de frutos, sob umidade relativa de 90-95%. Níveis e sintomas de injúria.

(Modificado de KADER, 1985)

Produto	Faixa de Temperatura (°C)	Controle Atmosférico		Níveis de Injúria		Sintomas*
		% O ₂	%CO ₂	% O ₂	% CO ₂	
Abacate	5-13	2-5	3-10	< 1	> 15	1,2,4
Banana	16-26	2-5	2-5	< 1	> 7	1,2,5,6,7
Figo	0-5	5-10	15-20	< 2	> 25	1,8
Limão	10-15	5-10	0-10	< 5	> 10	1,10,11
Manga	10-15	3-5	5-10	< 2	> 10	1,12
Morango	0-5	5-10	15-20	< 2	> 25	1,9
Laranja	5-10	5-10	0-5	< 5	> 5	1
Mamão	10-15	3-5	5-10	< 2	> 10	1,5
Pêssego	0-5	1-2	3-5	< 1	> 5	1,3,4,5
Caqui	0-5	3-5	5-8	< 3	> 10	1,5
Abacaxi	8-10	3-5	5-10	< 2	> 10	1
Ameixa	0-5	1-2	0-5	< 1	> 1	1,4,5
Nectarina	0-5	1-2	3-5	< 1	> 10	1,2,4,5,8
Uva	0-5	2-5	1-3	< 1	> 5	1,9

1 – Modificações no sabor	7 – Amaciamento do fruto verde
2 – Escurecimento da casca	8 – Perda do “flavor”
3 – Escurecimento interno da casca	9 – Escurecimento das bagas e/ou pendúnculos
4 – Escurecimento interno da polpa	10 – Aumento na susceptibilidade a doenças
5 – Falha no amadurecimento	11- Decréscimo na acidez
6 – Textura indesejável	12 – Descoloração da casca

1.7 CLIMATÉRIO RESPIRATÓRIO – VIAS METABÓLICAS

O aumento da taxa respiratória no climatério é atribuído dois fatores:

- Pode ser uma consequência do aumento na concentração do etileno endógeno;
- Pode ser associado a um aumento na concentração de hexoses fosforiladas (frutose 1-6 difosfato), com conseqüente aumento no ciclo glicolítico (Figura 10).

Figura 10. Modificações nas concentrações endógenas de dióxido de Carbono, etileno e Frutose-2,6, difosfato (Fru. 2,6-P₂) na polpa de banana, durante a maturação. (de BEAUDRY et alii, 1987).

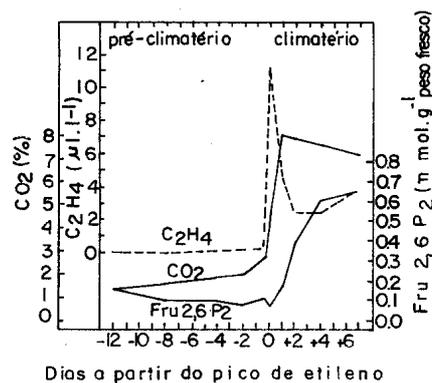


Figura 10. Modificações nas concentrações endógenas de Dióxido de Carbono, Etileno e Frutose-2,6, difosfato (Fru. 2,6-P₂) na polpa de banana, durante a maturação. (de BEAUDRY et alii, 1987).

As principais vias e transformações metabólicas que ocorrem durante a maturação de frutos encontram-se esquematizadas na Figura 11. Observa-se que as vias metabólicas que atuam para produção de energia livre na forma de ATP, são a via glicolítica (EMP), a via alternativa das pentoses ou das hexoses monofosfato (HMP) e o ciclo dos ácidos tri-carboxílicos, ou ciclo de Krebs.

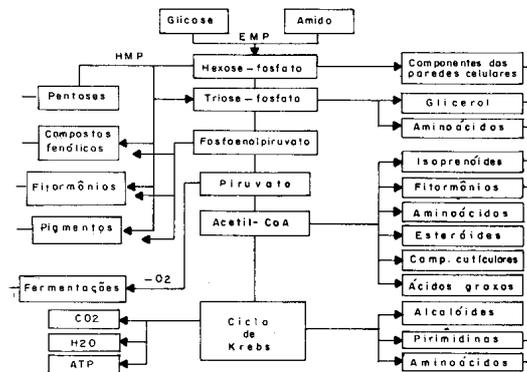


Figura 11. Interação entre respiração e síntese de componentes celulares. (Baseado em DEVLIN & WITHAM, 1983).

As principais vias e transformações metabólicas que ocorrem durante a maturação de frutos encontram-se esquematizadas na Figura 11. Observa-se que as vias metabólicas que atuam para produção de energia livre na forma de ATP, são a via glicolítica (EMP), a via alternativa das pentoses ou das hexoses monofosfato (HMP) e o ciclo dos ácidos tri-carboxílicos, ou ciclo de Krebs.

Figura 11. Interrelação entre respiração e síntese de componentes celulares. (Baseado em DEVLIN & WITHAM, 1983).

A concentração de energia livre (ATP) aumenta durante o período climatérico, sendo esse aumento relacionado com o aumento na taxa respiratória, responsável por um suprimento de energia química em excesso, em relação à demanda dos tecidos.

O climatério respiratório ocorre sob intensa atividade metabólica, com predominância de reações oxidativas. A energia liberada é reutilizada, em diferentes etapas, para produção de compostos intermediários, requeridos para a síntese de numerosas substâncias químicas, que se formam a partir do climatério respiratório, até o composto amadurecimento do fruto.

Os principais substratos, utilizados na respiração são os açúcares que, translocados das folhas para os frutos, são convertidos a hexoses fosforiladas. Estas, por sua vez, são degradadas até ácido pirúvico, o qual, em condições aeróbicas, levará à produção de CO₂, H₂O e liberação de energia. Em condições de anaerobiose, o ácido pirúvico sofrerá reações fermentativas, com produção de etanol e acetaldeído.

Uma via alternativa no metabolismo dos açúcares é a via oxidativa das pentoses – fosfato, também conhecido como via das hexoses – monofosfato (HMP). É uma fonte importante de hidrogênio (poder redutor) e dos intermediários requeridos para a síntese de substâncias formadas durante o amadurecimento e que vão caracterizar o fruto, de acordo com a espécie ou cultivar. Na Tabela 5. encontram-se as principais reações biossintéticas e biodegradativas associadas com o amadurecimento de frutos.

Tabela 5. Processos metabólicos associados ao amadurecimento de frutos.
(de HAARD & SALUNKHE, 1975).

Biodegradação	Biossíntese
Despolimerização	Amnioácidos incorporados às proteínas
Utilização de substratos	Metabolismo de ácidos nucleicos
Perda da estrutura dos cloroplastos	Manutenção da integridade mitocondrial
Destruição de pigmentos	Fosforilação oxidativa
Ação de enzimas hidrolíticas, esterases, desidrogenases, oxidases, fosfatases, ribonucleases	Formação de ésteres – P
	Sínteses ligadas às vias metabólicas: EMP, HMP e TCA

1.8 ETILENO

Há longo tempo se conhece o envolvimento do etileno no amadurecimento de frutos, sendo reconhecido por muitos pesquisadores com “homônio do amadurecimento”. A generalização, no entanto, não pode ser aplicada a todos os frutos, uma vez que alguns frutos como uva, apresentam produção de etileno muito baixa na iniciação do amadurecimento. Em tomates, a produção de etileno só aumenta após o início do processo de amadurecimento. Na maioria dos frutos, concentrações de etileno fisiologicamente ativo nos espaços intercelulares, procedem o aumento na taxa respiratória. Também um suprimento exógeno e etileno desencadeia o processo de amadurecimento em frutos imaturos, bem como os induz ao processo autocatalítico de síntese. O etileno é, portanto, considerado o hormônio natural do amadurecimento e o aumento na sua biossíntese até concentrações que estimulam o processo, é o evento que marca a transição entre as fases de crescimento e senescência no fruto.

O etileno é conhecido como sendo um elicitador de uma variedade de respostas fisiológicas, incluindo a indução do climatério respiratório. Mesmo em frutos que contêm concentrações muito baixas de etileno, essas concentrações são suficientes para elevar a taxa respiratória no período climatérico.

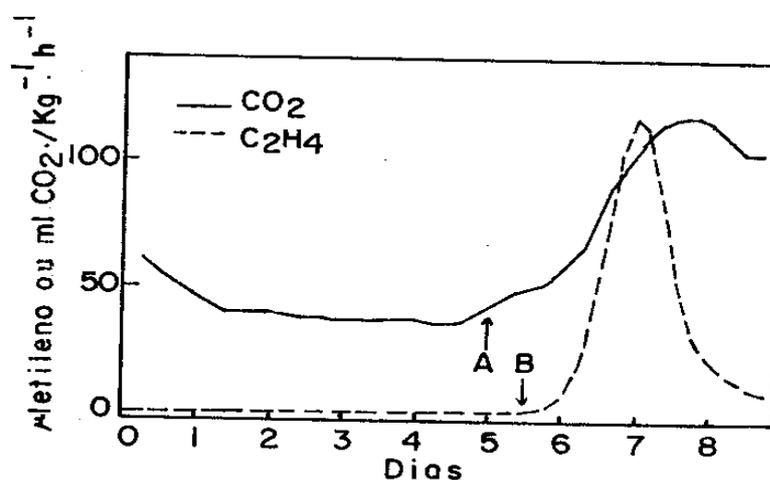
A concentração de etileno aumenta de forma drástica no período climatérico, podendo esse aumento anteceder ou não a elevação da taxa respiratória. Esse comportamento gera controvérsias quanto ao fato de ser ou não o etileno o iniciador do

climatérico, ou seja: se a sua produção endógena é ou não o sinal para desencadear as mudanças bioquímicas e fisiológicas que ocorrem no climatérico. A Figura 12. ilustra a produção de etileno, por abacate, após o início do pico climatérico.

Figura 12. Respiração e produção exógena de etileno em abacate.

- A. Início da subida climatérica
- B. Início da produção de etileno

(de KOSIYACHINDA & YOUNG, 1975).



12
 Figura 12. Respiração e produção exógena de etileno em abacate.
 A. Início da subida climatérica
 B. Início da produção de etileno
 (de KOSIYACHINDA & YOUNG, 1975).

Os estudos de BIALE na década de 60 demonstraram que a aplicação exógena de etileno promove respostas diferentes em frutos não climatéricos e em frutos climatéricos e em frutos climatéricos. Em frutos não climatéricos como a laranja, o padrão respiratório decresce lenta e gradualmente após a colheita. A exposição desses frutos a níveis crescentes de etileno (Figura 13A) promove resposta imediata, com aumento na captação de oxigênio, proporcional à concentração de etileno, até no máximo de 100 ppm, havendo posterior declínio (cessa causa, cessa o efeito). Quando aos frutos climatéricos (Figura 13B), as respostas ao etileno exógeno diferem radicalmente das obtidas com frutos não

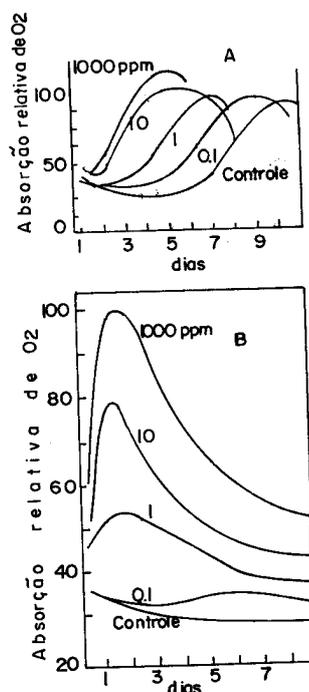
climatéricos, ou seja: o padrão respiratório não é alterado quando níveis crescentes de etileno são aplicados. Há, porém, uma precocidade no pico respiratório, proporcional à concentração do gás. As taxas de etileno no fruto permanecem mais elevadas que as iniciais, indicando haver uma produção autocatalítica do mesmo. O fruto não climatérico reage à aplicação de etileno em qualquer estágio de sua vida pré ou pós-colheita, enquanto que os frutos climatéricos só existem uma resposta respiratória, se o etileno exógeno for aplicado durante o estágio pré-climatérico. Esses frutos tornam-se insensíveis à aplicação de etileno, após o estabelecimento do pico climatérico. A quantidade máxima de etileno exógeno, para produzir o máximo de aceleração na resposta respiratória, varia entre espécies, sendo por exemplo, 10 ppm em abacate e apenas 1 ppm em banana. Do mesmo modo que o etileno exógeno, o conteúdo de etileno endógeno também apresenta limiares variáveis com a espécie, conforme dados apresentados nas Tabelas 6. e 7.

Figura 13. Respostas respiratórias de frutos e aplicação exógena de etileno

A. Frutos climatéricos

B. Frutos não climatéricos

(de BIALE, 1964)



13
 Figura 13. Respostas respiratórias de frutos a aplicação exógena de etileno
 A. Frutos climatéricos
 B. Frutos não climatéricos
 (de BIALE, 1964)

Tabela 6. Concentração endógena de etileno e limiar de atividade em vários frutos. (Adaptado de BURG & BURG, 1965).

Fruto	Antes do pico respiratório	Concentração (ppm)	
		No início do pico respiratório	Limiar
Abacate (cv. Choquette)	0.04	0.5-1	-
(cv. Fuerte)	-	-	0,1
Banana (cv. Gros Michel)	0.1	1.5	0.1-1
(cv. Lacatan)	0.2	-	0.5
Melão Cantaloupe	0.04	0.3	0.1-1
Melão Honeydew	0.04	3	0.3-1
Manga (cv. Kent)	0.14	0.08	0.04-0.4
Tomate	0.08	0.8	-

Tabela 7. Variação na concentração de etileno endógeno em vários frutos. (de HULME, 1970).

Fruto	C ₂ H ₂ (ppm)
Maçã	0.2 – 1000
Abacate	0.5 – 500
Banana	0.5 – 50
Manga	0.04 – 3
Tomate	0.8 – 30
Limão	0.11 – 0.17
Laranja	0.13 – 0.32
Pêssego	0.9 – 21
Pêra	0.1 – 300
Abacaxi	0.16 – 0.40
Ameixa	0.14 – 0.23
Abóbora	0.04 – 2.1

Existe a proposição de que o etileno endógeno é produzido por dois sistemas diferentes:

➤ Sistema 1: comum aos frutos climatéricos até o início do amadurecimento. Nestes frutos, a exposição a pequenas concentrações de etileno induz a um grande aumento no seu sistema formador. É considerado como o indutor do Sistema 2. A indução autocatalítica do etileno pode trazer como consequência, as alterações na “resistência organizacional”, resultando no aumento dos controles metabólicos, com aumento substancial na atividade das enzimas reguladoras.

➤ Sistema 2: corresponde a um aumento maciço da produção de etileno pelos tecidos, seguido de amadurecimento e posterior senescência.

Os tecidos ficam expostos ao Sistema 1 de produção de etileno (baixos níveis), durante seu período de desenvolvimento. A exposição dos tecidos ao Sistema 2 (concentrações elevadas de etileno), produz respostas que variam entre espécies e também com maturidade do fruto. Em frutos de espécies mais sensíveis, como a banana, o amadurecimento é imediatamente induzido, porém, quanto mais imaturo for o fruto, maior será a concentração requerida de etileno. Em espécies menos sensíveis como tomate, o tratamento com etileno antecipa o amadurecimento. Nestes frutos, como o amadurecimento não é imediatamente induzido pelo tratamento com etileno, o Sistema 2 de síntese não é ativado.

O precursor chave do etileno nas plantas superiores é a L-metionina (Figura 14), que se converte a S-adenosilmetionina (SAM). A molécula do SAM é dividida em 2 metades, sendo uma parte reciclada, regenerando a L-metionina e a outra parte convertida a Ácido 1-aminociclopropanocarboxílico (ACC). O ACC em condições aeróbicas forma etileno, dióxido de carbono, amônia e ácido fórmico.

Figura 14. Esquema da via de biossíntese do etileno, de acordo com o mecanismo proposto por YANG & HOFFMAN, 1984.

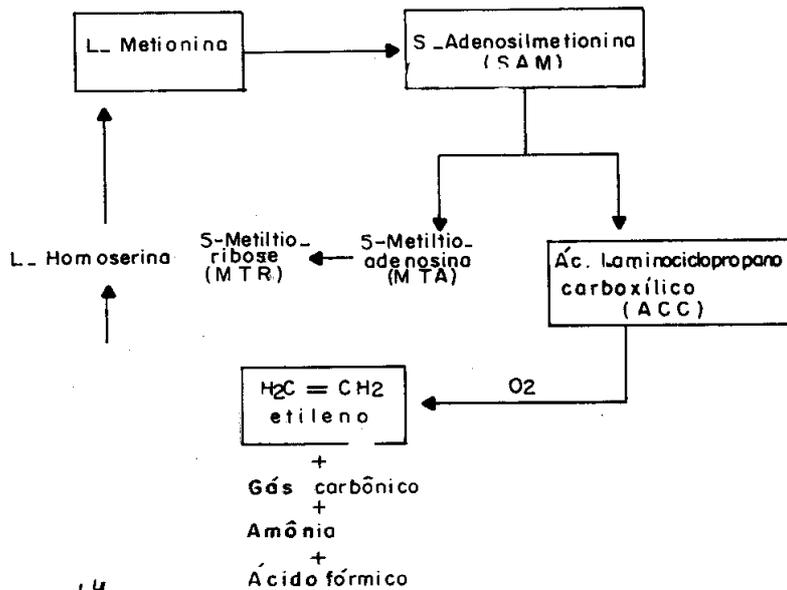
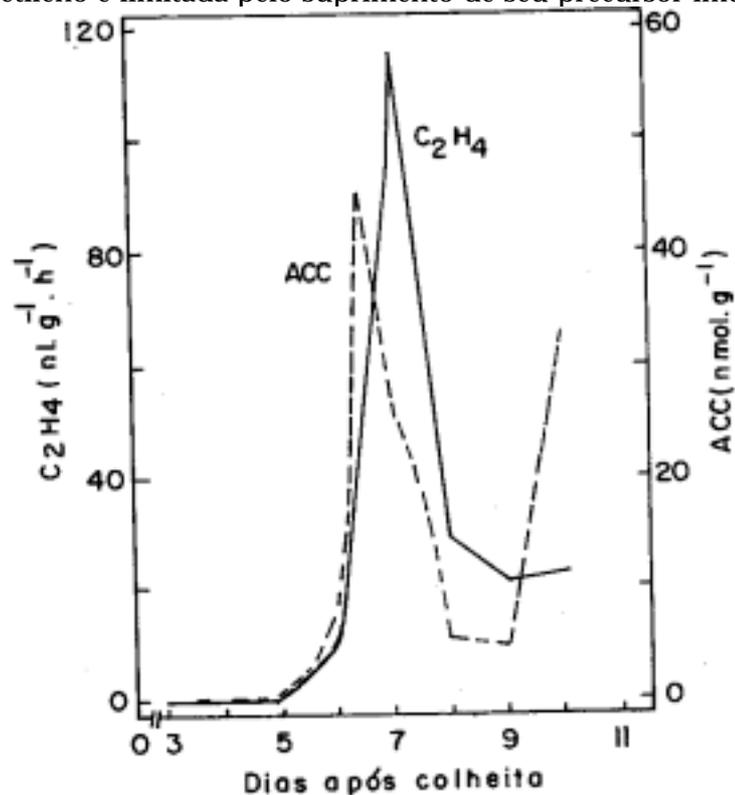


Figura 14. Esquema da via de biossíntese do etileno, de acordo com o mecanismo proposto por YANG & HOFFMAN, 1984.

Durante o a
 atividade de
 Os fa
 conhecidos.
 crescimento
 formação de
 ocorre.

Figura 15. M
 do etileno, d
 pelo início d



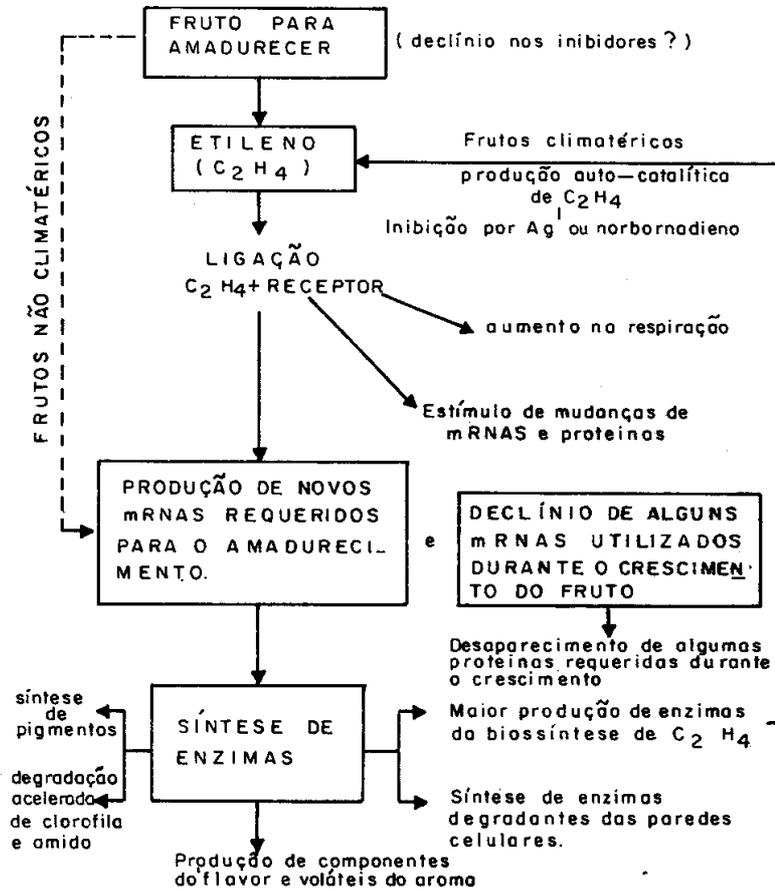
nciado na
 são pouco
 idores do
 etudo, da
 ao etileno
 o (ACC) e
 npanhado

GRIERSON (1987) sumariza as mudanças que ocorrem no processo de amadurecimento dos frutos da seguinte maneira (Figura 16). Durante a maturação, o fruto torna-se apto ao amadurecimento, desenvolvendo a sua capacidade através de gens, que podem estar relacionados com o declínio de um inibidor. No caso dos frutos climatéricos, a síntese de etileno ocorre devido ao aumento na síntese e na atividade de enzimas específicas, porém não se conhece os mecanismo que regulam o processo (pode haver envolvimento de mRNAs). O etileno resultante interage com um receptor e novos MRNAs se acumulam, conduzindo à síntese de novas enzimas do amadurecimento. A presença do etileno estimula a respiração e o “turnover” de macromoléculas (isso também ocorre em tecidos vegetais), bem como inicia a produção de novos MRNAs e enzimas, como a poligalacturonase. Alguns bloqueadores, como a Ag^+ , impedem a percepção do etileno ou a elicitação da resposta no sítio receptor..

As enzimas sintetizadas vão atuar nos mecanismos metabólicos, que fornecem energia para a síntese de numerosos compostos, responsáveis pelas características normais do fruto maduro, de acordo com a espécie ou mesmo cultivar considerada.

O amadurecimento de frutos não climatéricos parece também envolver mudanças na expressão genética, porém, algum outro agente diferente do etileno encontra-se envolvido na sua iniciação.

Figura 16. Esquema geral do controle no amadurecimento de frutos. (de GRIERSON, 1987).



16
 Figura 2-26. Esquema geral do controle no amadurecimento de frutos. (de GRIERSON, 1987).

TÓPICO 02 - FATORES PRÉ-COLHEITA E COLHEITA

2.1 INTRODUÇÃO

O trabalho dos técnicos da Filosofia Pós-Colheita é preocupar-se, basicamente, com a manutenção da qualidade do produto até a chegada ao consumidor. Desta forma, cuidados especiais devem ser observados desde o campo até o momento da colheita, onde os produtos devem ser tecnicamente manipulados e embalados, quer seja para o transporte, para o consumo direto, ou para armazenamento.

As pesquisas pós-colheita são, nos mais diversos setores, direcionadas para o prolongamento da vida do produto, mantendo sua qualidade desejável. Para alcançar este desenvolvimento, as pesquisas são direcionadas para o comportamento do próprio produto, como respiração, transpiração, aparência externa, aroma, sabor, composição química e outros atributos do vegetal em si. Ao lado destas características, entretanto, existem outros aspectos não inerentes ao produto, denominados aspectos pré-colheita, como cultura, influenciada pela nutrição mineral, manejo do solo, poda, porta-exerto, produtos químicos usados em pulverizações, irrigação, etc. além dos aspectos da cultura, os fatores ambientais ou climáticos, como temperatura, luz, vento, altitude, umidade relativa, precipitação e textura de solo, também são de grande importância.

A interação desses fatores ocorre indubitavelmente, alguns dos quais escapam do controle humano. Contudo, a obtenção de um produto de qualidade, estará, indiscutivelmente, associada a esses fatores.

As pesquisas no Brasil, realizadas no campo do fitotécnico, preocupavam-se, até há pouco tempo, basicamente com as respostas imediatas que o vegetal oferecia mediante a aplicação de determinadas práticas culturais. Como o principal fator é o econômico, os resultados eram expressos principalmente em termos de produtividade ou rendimento.

Nos dias atuais, sabe-se que as características de produção devem estar intimamente ligadas aos fatores pós-colheita. Desta forma, o sistema de produção devem ser bem caracterizado, direcionando-se para o destino do produto, ou seja, o consumo imediato, o armazenamento a curto, médio ou longo prazo, ou para o processamento.

Assim sendo, algumas práticas culturais são pesquisadas no intuito de verificar o melhor comportamento do produto na fase do pós-colheita.

2.2 FATORES DA PRÉ-COLHEITA

2.2.1 Práticas culturais

A qualidade final do produto na época da colheita e na pós-colheita, está relacionada com numerosos fatores que devem ser observados nas práticas culturais, salientando-se os seguintes:

A. Semeadura e espaçamento

A época da semeadura ou plantio, particularmente no caso de produtos anuais, pode afetar a qualidade pós-colheita, pois a semeadura mais tardia que o normal pode levar o produto e não maturar adequadamente antes do período requerido para a colheita, bem como pode afetar a sua tolerância às condições de manuseio e armazenamento. Em áreas tropicais onde existe uma grande variação estacional, muitas culturas se desenvolvem em estações secas e chuvosas, e muitas vezes o produto chega o produto chega a ser colhido antes da maturação completa, o que pode, da mesma forma, prejudicar a qualidade pós-colheita.

Muitos produtos desenvolvidos á nível de subsistência são misturados com outras culturas, havendo competição aguda por minerais e água, a não ser que o solo utilizado seja altamente fértil e adequadamente irrigado. O uso adequado de uma população de plantas por área é essencial não só para prevenir a redução do rendimento, como também a tolerância do produto às condições pós-colheita de manuseio e armazenamento.

B. Irrigação e fertilizantes

O efeito da irrigação tanto em frutos como em hortaliças tem sido extensivamente estudado quanto ao crescimento vegetativo e rendimento mas pouco se conhece sobre o comportamento pós-colheita dos mesmos. De modo geral, o estresse de água na planta pode ter efeito nocivo na aparência externa e suculência dos tecidos maduros, podendo também reduzir tanto o peso fresco como o volume do produto.

O nível de aplicação de fertilizante pode ser indiretamente relacionado com a qualidade pós-colheita de muitas culturas. Sabe-se que um solo bem balanceado apresenta os materiais necessários ao desenvolvimento normal do vegetal. Dentre eles salientam-se o nitrogênio, o fósforo e o potássio, seguidos pelo cálcio e magnésio. Além desses, outros microelementos, como por exemplo o boro e o zinco, têm papel fundamental. A deficiência de qualquer deles pode afetar não somente a qualidade, como também causar desordens fisiológica que contribuirão para o aparecimento de defeitos nos produtos pós-colheita.

De um modo geral, os níveis de aplicação podem afetar indiretamente a qualidade, e, geralmente, altos níveis de nitrogênio podem retardar a maturação de muitos frutos e hortaliças. Parece provável que culturas sujeitas a aplicações de altos níveis de nitrogênio tenham maior rendimento, mas a vida dos produtos pós-colheita é menor do que aqueles que recebem aplicações normais.

As desordens causadas pelo mal balanceamento ou deficiências de minerais têm sido muito bem estudadas, tendo nos frutos cítricos os principais trabalhos, principalmente na Flórida e Califórnia. Nesses frutos, o tamanho, o peso e o teor de ácido ascórbico podem aumentar com o aumento da aplicação de potássio, magnésio e zinco e diminuir com aumento de nitrogênio e fósforo. A deficiência de fósforo e potássio acarreta o problema de formação de casca muito espessa nos frutos. A cor verde associada com o reverdecimento tem sido observada em frutos proveniente de árvores com elevado nível de nitrogênio. Na Tabela 2.1 encontram-se dados ilustrativos sobre o efeito de fertilizantes na qualidade de frutos cítricos.

Tabela 2.1 Qualidade de frutos influenciados pelo aumento do nível de fertilizantes. (Adaptado de SMITH, 1966).

ELEMENTO	EFEITO NA QUALIDADE
Nitrogênio	<p>Redução no tamanho do fruto</p> <p>Casca mais espessa</p> <p>Menor percentual do teor de suco</p> <p>Fruto mais fibroso</p> <p>Aumento na cor verde</p>
Fósforo	<p>Leve aumento na percentagem do teor de suco</p> <p>Maturação precoce do fruto</p> <p>Aumento na cor verde do fruto</p> <p>Diminuição no teor de ácido ascórbico, da acidez total e dos sólidos no suco</p>
Potássio	<p>Aumento na espessura da casca</p> <p>Aumento no tamanho fruto</p> <p>Redução do enrugamento</p> <p>Fruto mais fibroso</p> <p>Aumento da cor verde do fruto</p> <p>Maturação tardia</p> <p>Menor percentagem do teor de suco</p>

Da mesma forma que os cítricos, os tomates são muito afetados pelos níveis de nutrientes minerais. Níveis de potássio, por exemplo, acima do normal, aumentam o teor de acidez total, enquanto o teor de sólidos solúveis aumenta com a aplicação de nitrogênio, mas diminui com o de potássio.

C. Seleção de variedade e melhoramento genético

A seleção de variedades mais apropriadas para uma circunstância particular de produção é fator importante. Muitas cultivares têm a capacidade de reter sua qualidade na fase pós-colheita devido as suas características genéticas, bioquímicas e fisiológicas endógenas, bem como a determinadas características físicas. Por exemplo, cultivares de cebola vermelha têm maior potencial de conservação durante o armazenamento que as cultivares brancas. Tomates com casca firme resistem melhor ao manuseio e têm melhor capacidade de conservação que os de casca macia ou fina. Mesmo dentro de uma mesma cultivar, podem ser observadas diferenças na vida pós-colheita em safras produzidas sob diferentes condições. Cultivares tolerantes a uma variação relativamente grande de condições climáticas no campo, possivelmente apresentarão um produto final melhor adaptado aos tratamentos pós-colheita.

Os programas de melhoramento genético em geral não incluem uma avaliação das características pós-colheita, que deveriam ser consideradas nos primeiros estágios de criação do programa. Por exemplo, o desenvolvimento de clones tetraplóides de bananas foi realizado para reduzir a dependência de clones triplóides; porém, apresentam inconveniências para o transporte e amadurecimento.

D. Aspectos fitossanitários

Safra que foram afetadas com doenças ou pragas no campo podem Ter produtos com aparência relativamente normal na colheita, apresentando, porém, deterioração mais rápida (efeito a essas infecções iniciais) posteriormente no armazenamento e comercialização. Por exemplo, a principal doença de mangas, que tem um considerável efeito pós-colheita, é a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioide* Penz.), cuja infecção ocorre no campo mas desenvolve-se completamente, leva a uma rápida deterioração do produto.

A higiene no campo, com a remoção e destruição de materiais doentes e infectados, e um bom espaçamento entre as árvores para promover uma boa circulação, têm um efeito

positivo na redução de pragas e doenças no campo. Técnicas adequadas de proteção ao vegetal são importantes requisitos para uma boa produção, bem como para a obtenção de um produto de ótima qualidade com um bom potencial de armazenamento. Os métodos de produção ao vegetal têm sido largamente utilizados com esses objetivos.

Os tratamentos químicos são bastante efetivos quando aplicados na fase pré-colheita, principalmente na prevenção de infecções latentes, como é o caso da antracnose em mangas e bananas. Em alguns casos, porém, sua aplicação no campo não é economicamente viável, havendo necessidade de tratamento complementar, com medidas de controle na pós-colheita. O sucesso no uso desses compostos químicos depende, sobretudo, da aplicação de substâncias que sejam ao mesmo tempo fungistáticas e bactericidas, em doses não fitotóxicas. Devido ao seu efeito residual tóxico, o uso de agrotóxico deve obedecer rigorosamente às recomendações legais de uso, de acordo com a legislação estabelecida para cada país.

De acordo com o método de aplicação os produtos químicos são classificados em pulverizantes, pós, imersões, fumigantes, embalagens tratadas e ceras.

O tratamento por pulverização antes da colheita com produtos químicos para controle de pragas e doenças é essencial para assegurar um produto sadio na colheita, que por sua vez afeta o armazenamento e o potencial de mercado. Aplicações incorretas podem desenvolver desordens fisiológicas no produto, ou afetar sua composição. Como exemplo citam-se as pulverizações com óleos para o controle de pragas em bananas, que devem ser feitas criteriosamente; caso contrário, afetam a composição do fruto.

Diferentes grupos de compostos químicos são utilizados, visando à prevenção ou ao extermínio de doenças é essencial e pragas no campo ou pós-colheita, tais como compostos fenólicos, compostos sulfurados, compostos halogenados, ácidos orgânicos, antibióticos e fungicidas, principalmente do grupo dos derivados benzimidazóis.

E. Uso de fitohormônios

Pulverizações químicas com substância sintéticas reguladoras do crescimento para manipular a qualidade e característica pós-colheita, são comumente usadas no campo. Um

quarto da produção de laranjas da Califórnia, por exemplo, é pulverizado no campo com ácido giberélico (GA_3) para retardar a ocorrência de desordens associadas com o envelhecimento, permitindo, também, um maior período de tempo do fruto na árvore. A aplicação de GA_3 em cerejas pode melhorar a qualidade do fruto, retardar a maturação e o tempo de colheita, resultando em frutos maiores e mais firmes.

Outro produto químico de interesse é o Ethrel ou Etephon (ácido 2-cloroetilfosfônico), em particular para iniciação da floração e amadurecimento controlado de abacaxi, aceleração de abscisão em uvas e cerejas. A aplicação comercial por pulverização de Ethrel mais auxinas, para acelerar o amadurecimento, freqüentemente encurtam os períodos de colheita, e, como tal, os métodos de comercialização devem ser muito bem estabelecidos.

O Ethrel ou outros compostos comerciais, que liberam etileno, promovem o amadurecimento tanto de frutos climatéricos como não climatéricos (abacaxis, cerejas, azeitonas, nozes e café). Os efeitos desejáveis dizem respeito não somente à aceleração do amadurecimento, mas a uma diminuição da “força de remoção do fruto”, pela indução de uma camada de abscisão, a qual facilita a colheita mecânica.

Cuidados devem ser tomados na aplicação do Ethrel, pois as variações estão relacionadas não somente para as diferentes espécies, mas, também, para cultivares. Além do mais, os efeitos ambientais são consideráveis, tanto antes, como após as aplicações. Esses fatores tornam muitas vezes difícil selecionar apropriadamente o tempo e a concentração do Ethrel a ser pulverizado.

Os procedimentos para reduzir os níveis de etileno nos frutos são tão importantes como aqueles para aumentar. Isto é mais importante para frutos climatéricos. As perspectivas nesse campo foram abertas com a descoberta de que rizoblotoxinas, aminoetoxivinilglicina (AVG), e seus análogos diminuem consideravelmente a biosíntese de etileno em frutos. Quando pulverizados nas árvores, o AVG evita a formação autocatílica de C_2H_4 , a respiração climatérica, o amaciamento dos tecidos e outros parâmetros de amadurecimento, fatos observados em pelo menos quatro cultivares de maçã.

2.2.2 FATORES CLIMÁTICOS E AMBIENTAIS

A mesma cultivar de um determinado fruto ou hortaliça, não tem necessariamente a mesma qualidade em termos de sabor, aroma, textura, espessura de casca ou potencial de armazenamento. Além dos aspectos nutricionais da planta, como acabamos de ver, os fatores climáticos exercem um papel fundamental nesse contexto. Certo é que nenhum fator isoladamente é responsável pelas diferentes características pós-colheita. Contudo, alguns pontos particulares devem ser observados com relação a alguns parâmetros.

A. Temperatura e luz

Para um grande número de frutos e hortaliças, quanto maior a temperatura no período de desenvolvimento, mais cedo será a colheita. No caso de frutos, por exemplo, o desenvolvimento de boa coloração quando maduro está na dependência de dias quentes e noites frias. Como nos trópicos a diferença de temperatura entre noite e dia é marcante apenas em 2 ou 3 meses do ano, normalmente os frutos mostram uma qualidade pobre de cor na colheita.

Valores extremos de temperatura (altas e baixas) podem contribuir para a incidência dos mais diversos tipos de desordens fisiológicas, aumentando a susceptibilidade à deterioração e, como consequência, reduzindo a vida de armazenamento. Em frutos cítricos os teores de sólidos solúveis e a espessura da casca são diretamente relacionados com a temperatura e umidade relativa do meio ambiente.

A qualidade final dos produtos frutícolas também pode ser afetada pela quantidade, duração e intensidade luminosa a que são expostos. As diferenças no comprimento do dia bem como na qualidade da luz também são fatores de influência. Os experimentos de SITES e REITZ na década de 40 demonstraram que laranjas expostas ao sol foram mais leves, apresentavam casca mais fina e continham suco com maior teor de sólido e menor acidez que os frutos sombreados ou localizados internamente na copa. Em berinjelas, a formação de pigmentos é controlada pelo pequeno comprimento de onda da luz nas regiões azul e violeta. A densidade de plantio também afeta a recepção de luz, o

que se reflete na qualidade dos frutos e de algumas hortaliças. Quanto mais próximo o plantio, menos doce será o fruto. Nas hortaliças folhosas, as folhas são mais largas e mais finas sob condições de baixa luminosidade. A formação de bulbos em cebola é determinada pelo comprimento do dia. Em geral, em áreas onde o comprimento do dia é pequeno, além de não se verificar a formação de bulbos adequados, há uma alta incidência de bulbos duplos e cascas quando de completa a maturação.

B. Ventos e altitude

As folhas e frutos podem ser danificados pelo vento, devido ao atrito com as outras partes do vegetal. As abrasões decorrentes deste atrito reduzem não só a qualidade, como também predispõem os produtos a doenças ou a desordens fisiológicas. Em frutos cítricos jovens, as áreas da superfície que forem afetadas aumentam em tamanho e se transformam em cicatrizes amarronzadas, no decorrer da maturação. As perfurações que ocorrem pela punctura dos espinhos, também formam cicatrizes corticiformes. (Foto 4.1.).

A combinação de ventos com chuvas pesadas têm efeitos danoso sobre a qualidade dos frutos e sobre o crescimento das plantas. Os ventos em alta velocidade simultâneo com tempestades são comuns em regiões tropicais.

Cultivares desenvolvidos geneticamente podem ser mais resistentes, suportando melhor o efeito adverso dos ventos.

Como o clima está diretamente relacionado com a altitude, em algumas áreas tropicais de altitude elevada o clima pode ser semelhante àquele de áreas temperadas. Assim sendo, cultivares podem ser adaptadas, desde que não sejam influenciadas por outros fatores, como exemplo, o comprimento do dia.

Como o clima está diretamente relacionado com a altitude, em algumas áreas tropicais de altitude elevada o clima pode ser semelhante àquele de áreas temperadas. Assim sendo, cultivares podem ser adaptadas, desde que não sejam influenciadas por outros fatores, como, por exemplo, o comprimento do dia.

2.3 FATORES DA COLHEITA E MANUSEIO

A colheita apresenta como principais objetivos a retirada de produtos do campo em níveis adequados de maturidade, com um mínimo de dano ou perda, com a maior rapidez possível e com um custo mínimo. Estes objetivos são melhor atingidos através da colheita manual da maioria dos frutos e hortaliças.

A colheita é um processo traumático, conduzindo à formação de ferida no produto, exceto nos casos relativamente raros de abscisão, nos quais o órgão pode ser removido da planta mãe, sem ferimento. Após a colheita, o produto perecível é geralmente manuseado de forma rudimentar, o que lhe acarreta injúria física, que em geral induz a posteriores deteriorações não só devido a causas fisiológicas como também fitopatológicas.

Para evitar tais problemas, uma série de fatores deve ser levada em consideração, não só no ato da colheita mas, também, logo após a mesma. Por exemplo, o estabelecimento do período em que será realizada. Colheitas após chuvas pesadas devem ser evitadas, devendo ser realizadas nos períodos mais frios do dia, usualmente no período da manhã. Esse fato é particularmente importante no caso de vegetais folhosos que adquirem facilmente níveis elevados de calor do campo e se deterioram rapidamente. A maioria dos produtos (exceto raízes) não deve ser colocada diretamente no solo, nem ficar exposta às condições climáticas ambientais. Os produtos que permanecem descobertos no campo podem adquirir temperatura interna muito elevada, adversa à sua conservação. Alguns tipos de raízes, no entanto, podem ser beneficiadas com uma breve exposição ao sol, a fim de secar a superfície e facilitar a remoção de terra aderida às mesmas.

2.3.1 TIPOS DE COLHEITA

A. Colheita manual

A colheita manual ainda é o procedimento mais utilizado, mesmo em países desenvolvidos (Tabela 2.2). A colheita mecânica é utilizada para produtos destinados ao

processamento ou àqueles que não são facilmente danificados, como nozes, raízes e tubérculos.

A colheita manual apresenta como principais vantagens:

- Seleção acurada da maturidade.
- Danos mínimos ao produto.
- Pequeno investimento de capital.

Produz menos danos aos produtos que a mecanizada; as vantagens porém, podem ser reduzidas pelos tratamentos subseqüentes. Para realização da colheita manual, vários instrumentos são utilizados, sempre com o objetivo de proteger o produto. Os mais comuns, são:

- Baldes e sacos: São utilizados para facilitar a colheita de uma só vez em algumas árvores. No caso do uso de saco, deverá ser dada atenção à sua forma para reduzir os danos, particularmente durante a descarga bem como o conforto de quem utiliza. O mais comum é aquele que possui uma abertura na parte inferior, o qual após cheio, possa ser aberto e permitir um fluxo normal sem danificar o produto.
- Varas/prenedores: Uma grande variedade de varas com prendedores ou facas combinadas com sacos na ponta é utilizada. Tal sistema pode ser feito a custos relativamente baixos. Em frutos cítricos, a colheita varia de região para região, podendo ser feita através de prendedores na ponta da vara, ou então através do próprio homem (torcendo e puxando). Os prendedores devem ser usados com critérios para evitar problemas de doenças.
- Facas e tesouras: Dependendo do produto, há ou não a necessidade de se cortá-lo da planta. Muitos produtos podem ser efetivamente cortados ou torcidos da planta sem danos à mesma ou ao produto. Contudo, alguns devem ser cortados com faca, como por exemplo, abacaxi, banana, repolho. O uso de faca pode reduzir a necessidade de uma limpeza secundária nas centrais de embalagem. O corte pode evitar danos, os quais ocorrem pela remoção de partes do

Tabela 2.2 Níveis percentuais de colheita manual utilizada nos Estados Unidos para alguns frutos e hortaliças (Adaptado de THOMPSON, 1986).

COLHEITA MANUAL (%)		PRODUTO	
FRUTOS			
76 – 100	Abacate	Limão*	Maçã
	Abacaxi	Melão	Nectarina
	Banana Marmelo*	Pera*	
	Cajú Maracujá	Pêssego	
	Caqui Manga	Romã	
	Goiaba* Mamão	Tangerina	
	Laranja Morango	Uva	
HORTALIÇAS			
76 – 100	Alface Berinjela	Escarola	Aspargos
	Cebolinha	Moranga	
	Alcachofra	Couve	Pepino*
	Aipo	Couve-flor	Pimentão
	Brócole	Cogumelo*	Repolho
51 – 75	Batata-doce	Mostarda	Salsa
26 – 50	Abóbora*	Cebola	Tomate*
0 – 25	Batata Branca*	Cenoura	Espinafre
	Beterraba*	Couve de Bruxelas*	Rabanete
	Alho	Ervilha* Milho verde*	

> 50% da produção processada.

- Roupas especiais: Somente no caso de alguns produtos, como por exemplo abacaxi, onde se utilizam luvas para reduzir os danos ao produto e como proteção ao homem. Contudo, deve-se observar os aspectos higiênicos do uso.

B. Colheita Mecânica

A colheita mecânica não é na atualidade a mais utilizada para a maioria dos produtos perecíveis destinados à comercialização “in natura”, porque as máquinas raramente são capazes de realizar uma colheita seletiva, bem como tendem a danificar os produtos, além do que é um processo dispendioso. Em geral, é utilizado para produtos menos sensíveis à injúria mecânica, produtos que podem ser colhidos de uma só vez, após o que são processados rapidamente, para minimizar o efeito das injúrias mecânicas. Deve-se ainda considerar que os produtos precisam ser resistentes à colheita mecânica, ou seja, as árvores necessitam ser podadas para minimizar o dano causado pela queda dos frutos, através da copa. Há necessidade de condições uniformes no pomar para um melhor rendimento. O impacto de quedas em superfícies duras ou sobre o próprio produto acumulado, bem como as vibrações transmitidas das máquinas para a matéria prima, causam danos que irão se refletir posteriormente na sua qualidade pós-colheita. Esse tipo de colheita, porém, apresenta algumas vantagens como:

- Rapidez potencial, com maior rendimento;
- Melhores condições de trabalho para os colhedores;
- Redução de mão-de-obra.

As culturas que podem ser colhidas mecanicamente têm, em geral, equipamentos especialmente desenvolvidos para elas.

O sucesso de uma boa colheita está diretamente relacionado com uma coordenação eficiente da mesma, no que diz respeito à disponibilidade de trabalhadores, transporte, operações nas centrais de embalagens e demanda de mercado. A maturidade do produto e condições e tempo também afetam a colheita. A supervisão dos trabalhos é de real importância para assegurar métodos adequados de colheita e correta manipulação.

Nos locais onde o produto é colhido manualmente, o trabalhador deve carregar seu próprio material. Contudo, a equipe deverá trabalhar sistematicamente na área da colheita. O tamanho da equipe dependerá do tipo de produto e das dificuldades experimentadas na colheita. Como os colhedores são pagos pela quantidade colhida, uma boa supervisão torna-se necessária para assegurar a qualidade do produto colhido. Os colhedores devem ser treinados para colher o produto com a qualidade desejada, devendo ser encorajados e treinados para atingi-la.

O nível de mecanização aplicado na colheita de produtos frutícolas requer um elevado grau de supervisão e desenvolvimento de habilidade do trabalhador. Os equipamentos devem ser manuseados por pessoal bem treinado, para evitar danos ao produto e ao próprio equipamento, em geral muito dispendioso. Deve haver um serviço de manutenção regular e de emergência, para um funcionamento adequado.

2.3.2 CUIDADOS DO MANUSEIO

Os frutos que se destinam à comercialização “in natura” devem ser colhidos manualmente em baldes ou sacos, os quais são colocados em caixas maiores para posterior transporte. Os baldes (de plástico ou metálicos) são usados para frutos macios, enquanto que os sacos são usados para frutos com baixo potencial de compressão ou dano. Frutos muito delicados, como cerejas, uvas, pêssegos e nectarinas ainda podem ser transferidos dos baldes por um sistema transportador do campo, ou podem ser colhidos no balde e embalados em “containers” para posterior transporte.

Os frutos muito macios e delicados, como morangos, devem ser colhidos, selecionados e embalados diretamente em “container” de transporte. As injúrias físicas dos frutos podem resultar do procedimento incorreto na colheita, como queda excessiva dos frutos nos baldes ou sacos, superenchimento desses “containers”, pancadas (especialmente sacos com laterais macias) contra galhos e escadas, falta de cuidado na transferência dos frutos para as caixas e o superenchimento das caixas no campo. As quedas dos frutos, mesmo que sejam de pequenas alturas causam impacto e amassamento, como demonstrado em peras da cultivar Bartlett (Tabelas 2.3 e 2.4).

Tabela 2.3 Nível cumulativo de amassamento por impacto durante o manuseio pós-colheita de pera cv. Bartlett (de MITCHELL, 1986)

LOCALIZAÇÃO	FRUTOS MACHUCADOS (%)
Árvore	0
Saco	14
Caixa de campo	26
Após descarregamento	38
Após classificação)p/tamanho)	62

Tabela 2.4 Efeito da queda na incidência e severidade do amassamento por em pera cv. Bartlett (de MITCHELL, 1986)

Altura da queda (cm)	Amassamento do fruto (%)	Severidade do amassamento (pontos)*
2,0	0	0
10,0	40	0,6
15,0	44	0,6
22,5	56	1,0
30,0	78	1,2
40,0	100	2,3

*** Pontos: escala de 0 a 5 onde = sem dano e 5 = não comercializável (imprestável).**

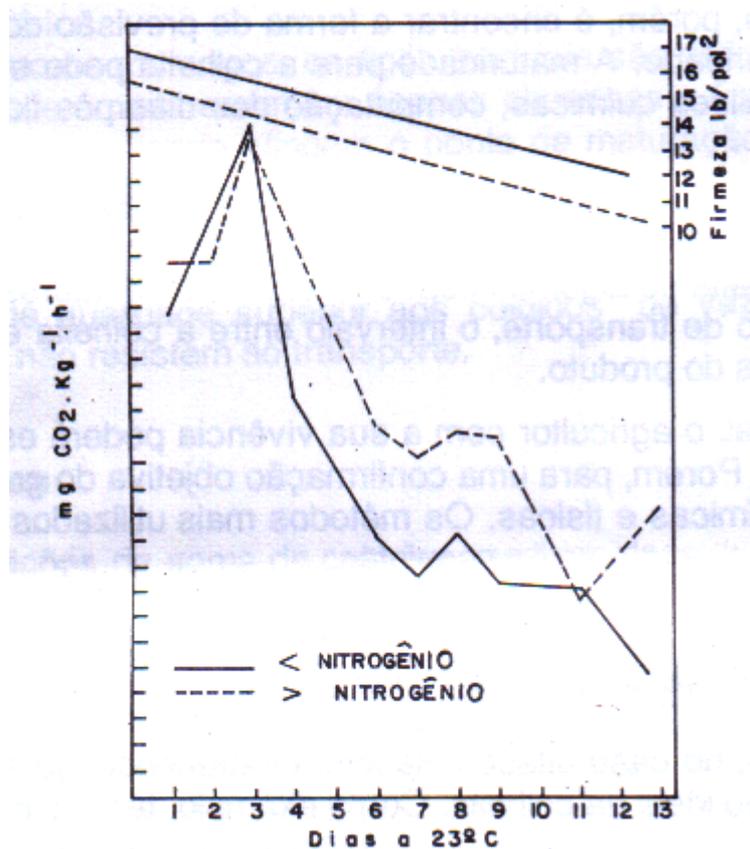
No caso de hortaliças, em que a maioria das propriedades é de pequenas área e muitas vezes mais isoladas dos grandes centros de consumo, torna-se mais lógico o emprego de colheita manual, a qual é relativamente mais econômica para as condições do Brasil. Desta forma, observa-se que métodos tradicionais ainda são empregados. Utilizando o mínimo de auxílio mecânico. Como os produtos têm origens diversas, (frutos, folhas, caules, vagens, inflorescências etc.), devem ser colhidos de forma adequada com as

suas especificações; mas, de um modo geral, o preparo para a comercialização se inicia na colheita. Os produtos devem ser selecionados na maturidade desejada, de acordo com o mercado a que se destinam, a maturidade de colheita influencia a susceptibilidade ao estrago por manuseio, o amadurecimento requerido (se existir algum), a vida de prateleira, o tamanho, o prolongamento do ciclo de resfriamento e a disponibilidade de mercado.

A preparação pode ser realizada no campo (alpo, alface), em barracões ou galpões (a maioria das hortaliças) ou ambos (brócole, couve-flor). As hortaliças podem ser preparadas completa ou parcialmente no ponto de carregamento ou no mercado de destino como batatas e outros produtos transportados para pré-empacotamento.

2.3.3 ESTÁDIO DE MATURAÇÃO

O estágio de maturação no qual o fruto ou hortaliça é colhido, será decisivo para a sua vida de prateleira, bem como em relação ao seu potencial de armazenamento. É importante caracterizar o momento exato da colheita de acordo com o destino do produto. Muitas vezes a colheita é realizada precocemente, ou seja, antes do produto ter completado seu desenvolvimento, ficando o processo de amadurecimento totalmente prejudicado, ou, quando ocorre, é de forma irregular. Da mesma forma, o processo de colheita efetuado com o produto super maduro, trará conseqüências irreversíveis de perdas. Entre esses extremos, existem pontos em que o estágio de desenvolvimento permite colheitas que prolonguem a sua vida sem ocorrência de desordens, pois, nesse caso, a susceptibilidade é muito menor (Figura 2.1).



A maturidade do produto na colheita depende das necessidades do mercado, tempo de transporte ou necessidades de armazenamento, e pode diferir em épocas do ano.

O requerimento básico é a previsão de uma medida que possa ser feita antes, mas que seja altamente correlacionada com a data de maturação adequada para a colheita. O sistema de previsão mais simples, no caso de frutos, se relaciona com o desenvolvimento, de forma regular, através da última parte da etapa de crescimento. Quando se determina a relação entre as mudanças na quantidade, qualidade e vida de armazenamento, um valor índice pode ser adotado para a maturidade mínima aceitável. Uma vez estabelecido o índice, as medidas realizadas no início da estação podem ser usadas para prever a data na qual o produto atingirá um mínimo de maturidade aceitável. Por exemplo, na Califórnia, durante muitos anos, utilizou-se um teor mínimo de óleo no abacate como padrão de maturidade. Porém, esse índice mostrou-se insatisfatório, uma vez que algumas cultivares, mesmo apresentado teor de óleo acima do mínimo requerido, tinham qualidade do fruto, constatou-se que o padrão de crescimento do abacate pode ser usado não apenas

para determinar a data na qual a maturidade mínima aceitável é atingida, como também permite estabelecer a data. Existe uma boa maturidade mínima foi trocado do conteúdo de óleo para o do peso seco.

A. Índices de maturidade

Os índices de maturidade podem ser utilizados não só para o estabelecimento da época da colheita, como também em alguma etapa da cadeia de comercialização (por exemplo, no local de inspeção, na recepção da matéria-prima numa indústria, etc.). O mais difícil e complexo, porém, é encontrar a forma de previsão do tempo no qual o produto atingirá sua maturidade. A maturidade para a colheita pode ser indicada por meios físicos ou visuais, análises químicas, computação dos dias pós-florada e fatores fisiológicos (Figura 2.2).

A época ou ponto de colheita para cada espécie de frutos e hortaliças têm influência direta nas características de boa qualidade dos mesmos. Tanto em hortaliças como em frutos, a colheita de algumas espécies depende de fatores tais como: o local ao qual se destina, o meio de transporte, o intervalo entre a colheita e o consumo e as características intrínsecas do produto.

De modo geral, o agricultor com a sua vivência poderá estabelecer qual a melhor época de colheita. Porém, para uma confirmação objetiva do grau de maturação, são realizadas análises químicas e físicas. Os métodos mais utilizados encontram-se na Tabela 2.5. dentre eles, salientam-se os seguintes:

a. Método de Observação Prática

A observação, no caso ditado pela longa experiência do agricultor, poderá indicar um ponto próximo ao ideal da colheita. Como por exemplo, tem-se os seguintes casos:

➤ Morango: a cor do fruto é o indicador do ponto de colheita. Frutos com menos da metade da superfície vermelha são impróprios para o consumo ou para o processamento, porque conservam elevado teor de acidez e adstringência depois de colhidos, bem como, possuem aroma pobre. Morangos com mais da metade e até

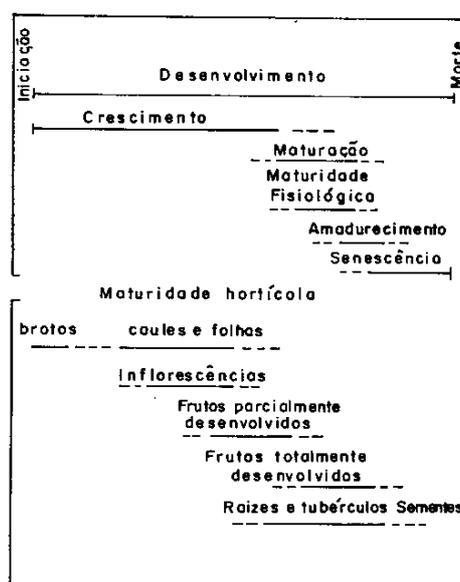


Figura 2. Maturidade hortícola em relação aos estágios de desenvolvimento de frutos e hortaliças. (Adaptado de WATADA, 1984).

3/4 da superfície vermelha permanecem em boas condições para o consumo ou processamento por alguns dias, dependendo das variedade, da temperatura e da umidade atmosférica.

➤ Figo: assim como os morangos, os figos maduros são delicados e facilmente deterioráveis quando amadurecem em épocas chuvosas e úmidas. De preferência, devem ser colhidos quando atingem o ponto de maturação designado “de vez” apresentando-se completamente inchado, com início da perda da consistência firme e sua cor verde-escuro muda para roxo-bronzeado nas variedades roxas e verde-amarelado nas

variedades brancas. Os figos colhidos completamente maduros são de qualidade superior aos colhidos “de vez”, porém deterioram-se facilmente e não resistem ao transporte.

b. Métodos físicos

Incluem medições de soma de calorías, medidas da textura e medidas de peso, diâmetro e volume.

Soma de calor. Método utilizado na Europa e Estados Unidos, principalmente para produto cujo teor de amido aumenta consideravelmente com a maturação.

$$\Sigma \left[\begin{array}{l} t \text{ colheita} \\ t \text{ sementeira} \end{array} \right] \left. \begin{array}{l} t \text{ máx.} \\ t \text{ mín.} \end{array} \right\} \frac{\quad}{2} - X^{\circ}\text{C} = \text{soma de calor} = \text{UC}$$

Tabela 2.5 Índices de maturidade estabelecidos para alguns frutos e hortaliças, (de REID, 1986).

ÍNDICE	EXEMPLOS
Dias entre a florada e a colheita	Maçãs, peras
Média de unidades de calor durante o desenvolvimento	Peras, maçãs, milho doce
Desenvolvimento da camada de abscisão	Alguns melões, maçãs
Morfologia e estrutura da superfície	Formação da cutícula em uvas, tomates
Brilho em alguns frutos (desenvolvimento de cera)	
Tamanho	Todos os frutos e muitas hortaliças

Gravidade específica	Cerejas, melancias, batatas
Forma	Angularidade de bananas Fases cheias em mangas Compactuação em couve-flor
Sólidez	Alfaces, abóboras, couve de Bruxelas
Propriedades da textura:	
- Firmeza	Maçãs, peras, pêssegos, nectarianas, ameixas
- Maciez	Ervilhas
Coloração externa	Formação de material gelatinoso em tomates
Coloração interna e estrutura	Cor da polpa em alguns frutos
Fatores da composição:	
Conteúdo de amido	Maçãs, peras
- Conteúdo de açúcares	Maçãs, peras, frutos de caroço, uvas
- Acidez, Relação açúcar/ ácido	Romãs, mamões, cítricos, melões
-	Conteúdo de suco Cítricos
- Conteúdo de óleo	Abacates
- Taninos (adstringência)	Caquis, tâmaras
- Concentração interna de etileno	Maçãs, peras

Onde:

t = temperatura

X = temperatura de paralização de crescimento do vegetal

UC = unidade de calor

Consiste em se determinar a soma da relação temperatura e tempo nos quais o produto atinge seu estado ótimo de maturação. A medição é feita diariamente desde a semeadura até a colheita.

O inconveniente do método é a necessidade do conhecimento da temperatura de paralisação de crescimento do produto. Em ervilhas, por exemplo, essa temperatura é de 4,4°C. são necessárias 700 UC para variedade industrial e 800 UC para variedade de mercado.

Determinação da textura. Uso de aparelhos que permitem a obtenção de dados sobre a resistência e consistência do tecido, através da compressão do produto. São usados: maturômetros, penetrômetros e texturômetros.

c. Métodos químicos e físico-químicos

Dentre os métodos mais utilizados encontram-se o teste do amido pelo iodo, determinações de substâncias insolúveis em álcool(amido, celulose, pectinas, proteínas), determinações de sólidos solúveis e determinações de acidez, etc.

Teste do amido. Através do uso de solução de iodo pode-se constatar a presença ou não de amido em produtos vegetais que desenvolvem coloração azul na presença de iodo.

Determinação de substâncias insolúveis em álcool (SIA). Consiste na determinação do percentual de alguns componentes químicos, tais como: amido, fibras, hemicelulose, pectinas e proteínas. Juntamente com os dados físicos, dá uma idéia da resistência ou endurecimento do tecido celular. Por exemplo, em ervilha muito madura, os valores para o SAI são de 11 a 16%.

Determinação de sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT). Os SS dão uma idéia do teor de açúcares do produto. Faz-se a leitura com auxílio do refratômetro de campo ou Abbé.

A acidez é dosada pela titulação com auxílio de solução de NaOH 0,1N. A relação SS/AT dá indicação do sabor do produto.

Curvas de maturação. Para o estabelecimento correto do ponto ideal de colheita são realizadas as chamadas curvas de maturação, ou seja: acompanha-se a fase de maturação

do fruto por meio de análises físicas e químicas, traçando-se as curvas para cada constituinte de acordo com a evolução apresentada. Observa-se então o ponto máximo ou mínimo da concentração de alguns componentes químicos, ou realizam-se relações entre os componentes e, dessa forma, indica-se qual a época ideal para a colheita do fruto em determinada região.

2.3.4 PRÉ-RESFRIAMENTO

Para manter a qualidade e evitar o calor, o produto deve ser colhido e removido do campo o mais rápido possível. Uma vez colhido, deverá ser protegido contra as condições adversas de tempo, como por exemplo, através do uso da própria sombra das árvores ou do uso de folhas.

Os produtos devem ser resfriados o mais rapidamente possível após a colheita, para remoção rápida do calor do campo.

Um local adequadamente sombreado deve ser preparado para a recepção após a colheita. Alguns produtos folhosos necessitam de respingos de água a intervalos constantes para manter a turgidez. Outros necessitam ser lavados nesse estágio, para remoção do solo aderido aos mesmos. A preparação do produto também inclui a remoção de folhas externas estragadas ou quebradas, como no caso de folhas. Todos os métodos de pré-resfriamento envolvem uma rápida transferência de calor do produto para o meio de resfriamento, tal como ar, água ou gelo.

A taxa de resfriamento de qualquer produto depende de quatro fatores:

- Acessibilidade do produto ao meio resfriante
- A diferença de temperatura entre o produto e o meio de resfriamento
- A rapidez de resfriamento
- A natureza do meio de resfriamento

O resfriamento com água, quando convenientemente aplicado, é o método mais efetivo para remoção do calor de campo. Frequentemente, porém, a água utilizada não é suficientemente fria ou não flui com a rapidez suficiente. Ocorre também que o produto às

vezes não permanece o tempo suficiente no pré-resfriamento. A simples colocação em tanque com água fria não é suficiente para produzir o efeito desejado de resfriamento rápido. Deve-se utilizar água corrente para a lavagem, pois caso contrário, ela se tornará facilmente poluída e em curto período de tempo desenvolve altas concentrações de esporos fúngicos, os quais podem posteriormente contaminar produtos injuriados ou mesmo sãos.

2.3.5 HIGIENE DO CAMPO E ASPECTOS FITOSSANITÁRIOS

Durante as operações de colheita deve-se manter um padrão de higiene no campo. Os produtos não desejáveis para o mercado devem ser removidos. A colheita deve ser realizada na época certa, e com seleção imediata do produto para possibilitar as operações subsequentes. Pode-se ainda deixar o produto descartável na planta durante a primeira operação, e em seguida fazer a operação de limpeza.

Em nenhuma circunstância o produto rejeitado deverá permanecer no solo por períodos longos de tempo por se tornar uma fonte de infecção aos produtos sadios. Preferivelmente, o material que poderá ocasionar alguma infecção deverá ser destruído. A limpeza adequada dos instrumentos e equipamentos utilizados na colheita e manuseio são também de importância fundamental na sanitização. Numerosos produtos químicos podem ser utilizados para o tratamento fitossanitário. Os produtos químicos devem afetar o patógeno na superfície do hospedeiro; porém, no caso de infecções latentes subepidérmicas, há necessidade de que o produto tenha poder de penetração para que seja efetivo. De acordo com as suas propriedades, os compostos podem ser aplicados sob diferentes formas:

A. Imersões e pulverizações

As soluções e suspensões são em geral aplicadas em produtos que necessitam ser umedecidos para outras finalidades, como limpeza, lavagem, remoção de latex e resfriamento com água. Como exemplo citam-se os fungicidas que são normalmente

utilizados na pós-colheita sob forma de suspensões aquosas ou soluções, com facilidade de preparação e aplicação, possuindo excelente poder de penetração.

A adição de fungicidas e/ou bactericidas à água é necessária como medida preventiva da disseminação de microrganismos causadores de doenças. A técnica de imersão tem como vantagem um máximo de penetração dos produtos químicos no local da infecção. No caso de produtos mais susceptíveis ao ataque de patógenos, quando molhados, a aplicação pode ser feita na forma de pós.

B. Uso de calor x fungicida

Além do uso de fungicidas, tratamentos com água quente (50°C) podem erradicar infecções estabelecidas não controláveis por agentes químicos. Entretanto, precauções devem ser tomadas para assegurar que o calor requerido para o controle da doença não exceda o limiar causador de injúria no hospedeiro.

Tratamentos utilizando uma combinação de calor e fungicida têm sido desenvolvidos, porém, nesse caso, a temperatura utilizada é menor do que a requerida para o controle completo da doença, sendo também inferior ao limiar que causaria injúria ao produto. Os fungicidas são utilizados em doses relativamente baixas, havendo, no entanto, complementação entre os dois fatores no tratamento.

C. Fumigação

Os fumigantes são bastante utilizados em produtos transportados e armazenados em embalagens seladas, tendo como vantagem o seu grande poder de penetração. O uso excessivo pode resultar no aparecimento de sabores estranhos e manchas na casca dos produtos tratados. O mais utilizado é o dióxido de enxofre, sendo também utilizados ozônio e tricloreto de nitrogênio.

D. Embalagens tratadas e ceras

São utilizados predominantemente para doenças localizadas e na prevenção de doenças que provocam manchas. Atuam por inibição da esporulação do microorganismo na superfície do órgão. Podem afetar o odor e o sabor do produto de modo adverso, bem como podem produzir odores desagradáveis. São técnicas usadas comercialmente, principalmente para laranjas e maçãs. Dentre os produtos utilizados para impregnar embalagens, encontram-se: óleo de pinho, o-fenil-fosfato de sódio, ésteres orto-fenifenol, sulfato de cobre e halogênios ativos. Podem ser utilizados na impregnação de embalagens individuais ou em embalagens maiores tipo “containers” ou ainda para impregnar tiras de papel usadas como protetores na embalagem.

A aplicação de ceras e coberturas plásticas é realizada para retardar a atividade respiratória de frutos e algumas hortaliças, porém é usualmente feita em associação com um tratamento pós-colheita à base de fungicida: as ceras melhoram a aparência do produto e reduzem a perda de umidade; porém, têm pouco efeito na redução de doenças, podendo, em alguns casos, estimulá-las. São usadas comercialmente em cítricos e, em menor extensão, em tomates, melões, entre outros. O uso dessas técnicas em pequena escala justifica-se apenas quando o valor da produção supera o custo adicional das matérias e mão-de-obra envolvidas.

TÓPICO 3 - EMBALAGEM E TRANSPORTE

3.1 INTRODUÇÃO

Sendo os frutos e hortaliças produtos vivos que respiram, maturam, amadurecem e morrem, as condições utilizadas para sua embalagem devem permitir a continuidade de seu processo vital de forma normal. Os materiais de embalagem além de proteger os produtos contra injúrias, devem isolá-los de condições adversas de temperatura, umidade, acúmulo de gases, entre outros.

A escolha da embalagem e do método de embalagem deve levar em consideração o tipo de produto a ser transportado e o tipo de dano que pode eventualmente ocorrer. O uso de “containers” corretamente elaborados para a comercialização dos perecíveis pode contribuir consideravelmente para a manutenção de sua qualidade, em decorrência da redução nos danos físicos, o que, contribui para redução das perdas.

A tecnologia que estuda as embalagens para frutos e hortaliças é direcionada para fatores de influência na qualidade e conservação desses produtos, tais como o tipo de material, a interação do material com o produto, de que forma e onde serão utilizados. Dessa maneira, os cuidados devem ser iniciados no campo logo depois da colheita, no transporte do campo para as centrais de embalagem e destas para as demais etapas de distribuição. Muitos materiais, tamanhos e formas são utilizados na confecção de embalagens de produtos frutícolas, sendo difícil uma padronização das mesmas. Em geral, são utilizados os materiais menos dispendiosos, adaptáveis aos procedimentos de manuseio ou a habilidade de aumentar o desenvolvimento de carga durante o transporte. A maior parte é produzida em madeira ou fibra corrugada tanto para as operações de embalagem manual como para as operações de enchimento mecânico ou empilhamento.

As operações de embalagem não melhoram a qualidade do produto. Portanto, apenas os melhores produtos devem ser embalados. Produtos infectados ou estragados tornam-se fontes de contaminação ou infecção para os sadios, além de reduzir a qualidade da comercialização. Do mesmo modo, a embalagem não substitui a refrigeração. A

qualidade será mantida quando as boas condições de embalagem forem associadas com boas condições de transporte e armazenamento.

3.2 PRINCIPAIS FUNÇÕES E CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DAS EMBALAGENS

As embalagens devem desempenhar três funções básicas: a) acondicionar o produto de tal forma a evitar perdas durante o transporte e armazenamento; b) proteger o produto durante o transporte e o armazenamento; e c) informar, permitindo identificar a natureza, qualidade, classificação, origem e destino do produto. Outras características também devem ser observadas, tais como: formas e dimensões compatíveis com o mercado, transporte e facilidades no manuseio tanto manual como mecânico, custos aceitáveis, suprimento confiável (mais de uma fonte), etc.

As embalagens para produtos hortifrutícolas apresentam diferentes características, dentre as quais salientam-se:

- Devem suprir unidades convenientes para distribuição e comercialização.
- Proteger o produto contra danos durante a distribuição.
- Manter a forma e resistência, freqüentemente por longos períodos sob elevada umidade relativa e após encharcamento com água.
- Facilitar o resfriamento rápido dos seus conteúdos contra altas temperaturas do campo, até as baixas temperaturas de armazenamento ou temperaturas de transporte, permitindo a remoção do calor produzido pelo produto.
- Adaptar-se aos estresses do empilhamento através da cadeia de distribuição.
- Ser adaptáveis aos altos volumes nas operações de enfardamento.
- Se usadas para exibição, devem ser atrativas ao consumidor.

3.3 UNIDADE DE MANUSEIO

Muitas embalagens ou “containers” servem como eficientes unidades de manuseio, para carregar os produtos do campo aos depósitos, para facilitar o transporte, ou para

servir como unidade de venda no varejo. Podem variar em tamanho, com capacidade para conter apenas algumas gramas do produto, no caso de unidades destinadas ao consumidor, como podem conter centenas de quilogramas, no caso de “containers” para manuseio mecânico (caixas de paletização).

Os “containers” com resistência adequada para empilhamento, permitem uma utilização máxima de espaço no armazenamento, ou enquanto aguardam o processamento. As pequenas embalagens para o consumidor, tais como sacos plásticos, servem também como proteção durante o armazenamento na refrigeração doméstica.

Uma embalagem adequada dos produtos hortifrutícolas confere proteção contra fatores ambientais, como insolação e umidade e pode prevenir injúrias como amassamentos e abrasão. As embalagens devem ser suficientemente fortes para suportar empilhamento e impacto no carregamento e descarregamento, sem injuriar produtos delicados. Algumas embalagens necessitam de forros, enchimentos, bandejas ou suportes para prevenir danos devidos ao contato com superfícies ásperas ou com o próprio produto. Cortes causados por bordas afiadas podem também ocasionar sérios problemas de perda de qualidade. A embalagem também pode reduzir a perda de umidade (perda de peso) e conseqüentemente murchamento ou enrugamento do produto, com redução na aparência e textura.

3.4 MATERIAIS DE EMBALAGEM

Como mencionado anteriormente, os cuidados no manuseio da matéria-prima devem ser iniciados no campo, onde os mais diversos tipos de “containers” podem ser utilizados, como caixas, caixotes, cestas, sacos e recipientes a granel (grandes “containers”, caminhões, “trailers”). Para o transporte e armazenamento também são utilizadas embalagens de formas diversas, construídas com materiais naturais ou sintéticos, utilizados de acordo com as características do produto vegetal a ser embalado. Dentre os materiais naturais, os mais utilizados para a confecção de embalagens são madeira, sisal, juta, algodão e papel. Dentre os materiais sintéticos, os mais utilizados são o polietileno e polipropileno.

3.4.1 MADEIRA

Os “containers” de madeira podem ser os mais fortes e rígidos para o transporte; a sua resistência, porém, depende da espessura do material usado. Os tipos mais comuns incluem:

- Caixas e caixotes presos com pregos
- Caixas e caixotes aramados
- Caixas de compensado
- Cestas
- Grandes caixões ou caixas de paletização

Uma grande variedade de madeira pode ser usada para a fabricação da embalagem. Para embalagens maiores, as madeiras podem ser agrupadas de acordo com suas propriedades, mas para embalagens de produtos hortícolas, os fatores decisivos são a disponibilidade (quantidade suficiente), valor de mercado e facilidade de manipulação. As principais espécies são pinho, álamo e faia. Também utiliza-se o bambu trançado para confecção de cestas. A densidade de madeira geralmente dá uma idéia de alguns pontos importantes, como, por exemplo, sua resistência aos choques e facilidade para a retirada de grampos ou pregos. Quando possuem uma alta resistência, tendem a se contorcer durante a secagem e oferecem maior resistência à penetração dos pregos sem se partir. Nesse caso, madeiras de densidade de 400-600 kg/m³ são as preferidas.

3.4.2 PAPEL

O material básico utilizado é o papel kraft, um papel pardo fabricado de polpa de madeira macia. Pode também ser utilizado o papel kraft com algumas propriedades particulares, como o kraft com resistência à umidade, contendo aditivo que permite ao papel reter cerca de 1/3 de seu peso seco, quando for molhado. Utiliza-se também o papel kraft com revestimento de polietileno em uma das faces.

3.4.3 FIBRAS INDUSTRIAIS

As fibras utilizadas para a confecção de embalagem são produzidas industrialmente em larga escala, para que seu uso seja economicamente viável. Dois tipos básicos são produzidos:

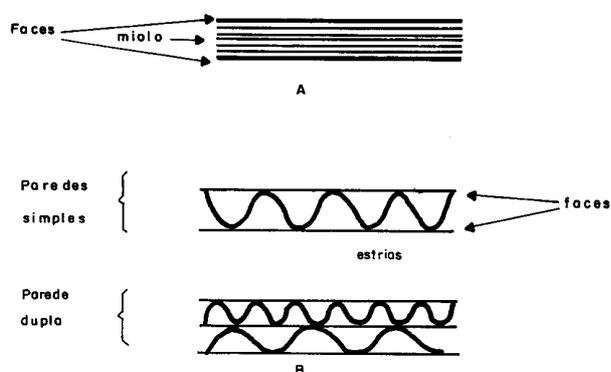
a) Fibras sólidas. Compreendem uma estrutura múltipla, com uma parte central (miolo), normalmente de cor cinza, coberto por duas faces de papel kraft colados em uma ou duas faces (Figura 3.1-A).

A polpa fibrosa, usada na confecção do miolo, é predominantemente originada de resíduos de papel, podendo ter espessura de 0,85mm a 4mm, cuja qualidade é medida pela pressão que pode suportar em uma determinada área. É um dado muito importante, tendo em vista a necessidade de se empilhar o material embalado. Apresenta especificações (Tabela 3.1) que devem ser observadas à fim de que possam suportar o produto nela acondicionado, sem riscos de danos. Fibras sintéticas com qualidade especial são também disponíveis comercialmente. A resistência ao esfriamento quando umedecidas, pode ser melhorada com adição de resinas ao miolo durante a fabricação. A resistência da superfície à água pode ser conseguida pelo uso de uma camada de polietileno.

b) Fibras corrugadas. São também formadas por uma estrutura múltipla, a partir de fitas flexíveis de peso relativamente leve. Podem ser de paredes simples com três componentes, ou paredes duplas com cinco componentes. O material preferido para as faces é o papel kraft, feito de polpa química de madeira macia, apresentando as seguintes características:

- Resistência ao rasgamento e à pressão
- Boa aparência e ser facilmente imprimível
- Alguma resistência à água
- Inflexibilidade

Os materiais para a confecção das estrias (flute) são de papel mais específico, devendo ter algumas características como inflexibilidade e resistência à água. São feitos predominantemente de polpa semiquímica de madeira dura (Figura 3.1-B).



3.1
 Figura 3.1. Tipos de fibras utilizadas na confecção de embalagens para frutos e hortaliças.
 A. Fibras sólidas
 B. Fibras corrugadas

Tabela 3.1. Especificações para a produção de fibras sólidas, utilizadas na confecção de materiais para embalagem de frutos e hortaliças (TPI, 1982).

Espessura (mm)	Peso/unidade área (g/m ²)	Capacidade à pressão (Kpa)
0.85	500	800
0.95	600	900
1.20	775	1160
1.45	925	1380
1.75	1175	1680
2.15	1400	1970
2.50	1650	2250
2.90	1950	2550

3.4.4 FIBRAS NATURAIS

As mais utilizadas são o sisal, a juta e o algodão, empregadas principalmente na confecção de sacos.

3.4.5 FIBRAS PLÁSTICAS

Utiliza-se o polietileno ou o propileno (PVC) de alta e de baixa densidade. Nesse caso, é importante que o material tenha uma alta força de tensão, ou que seja suficientemente flexível sem se estirar demasiadamente durante a manipulação.

3.5 PRINCIPAIS TIPOS DE EMBALAGEM

São os mais diversos não só com relação à matéria prima utilizada na sua confecção, como também em relação à forma, tamanho e resistência. Dentre os principais tipos e os mais comuns, podem ser citados os seguintes:

3.5.1 “CONTAINERS”

Podem ser construídos com materiais naturais ou sintéticos e se diferenciam pelo formato e tamanho. O principais “containers” são designados como caixas, as quais correspondem a qualquer embalagem que contenha espaços relativamente pequenos entre as bordas e possua uma tampa, e com profundidade comparável à largura. As caixas devem ser razoavelmente resistentes, de forma quadrada ou retangular, podendo ser construída de diferentes tipos de material com madeira, papelão e plástico. A capacidade depende do produto, podendo variar de 20 a 25kg. Há tendência atual de se utilizar material de plástico ou PVC e sua aceitação é influenciada pelo local e método de manipulação.

a. Caixas de fibras industriais

Têm como vantagem o baixo custo e pouco peso. Têm como desvantagem a absorção de umidade (alguns tipos) e perda da resistência no empilhamento. A resistência pode ser aumentada pelo uso de uma base mais forte, com divisões internas e forro extra. Também podem ser utilizadas coberturas com resinas ou parafina para melhorar a

resistência e reduzir a permeabilidade à umidade. São usadas para inúmeros produtos como alface, tomates, abacates e etc...colocados individualmente ou para produtos embalados em celofane ou sacos de polietileno, como cenouras.

Tanto para as fibras sólidas quanto para as corrugadas, o papelão é cortado e dobrado para dar a forma correta. Ele pode ser feito através de modelos diferentes, mas é sempre fornecido ao usuário na forma lisa (plana), e montado posteriormente na ocasião da embalagem do produto. Os estilos básicos de caixas usadas para produtos frescos estão descritos abaixo, tanto na forma plana como no estado acabado (montado). Os números codificados referem-se ao código internacional de caixas de fibras, cobrindo as denominações mais comuns, mas muitas variações são possíveis de ocorrer.

Caixas tipo fendada ou acanalada. Código: 0201; 0204; 0209, etc. São constituídas basicamente por uma peça, onde as partes são presas por cola ou pontos de costura, possuindo abas tanto na parte superior como na inferior. Os próprios usuários montam e fecham a caixa usando as abas (Figura 3.2).

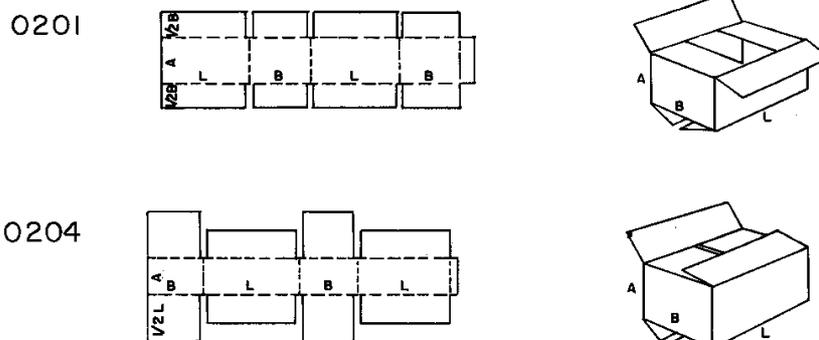


Figura 3.2. Tipos de caixas fendadas ou acanaladas, utilizadas para embalagem de frutos e hortaliças. (TPI, 1982).

Caixas tipo encaixe. Códigos: 0301; 0303; 0320. Formada por duas peças semelhantes que, quando montadas, a tampa encaixa sobre o corpo (Figura 3.3).

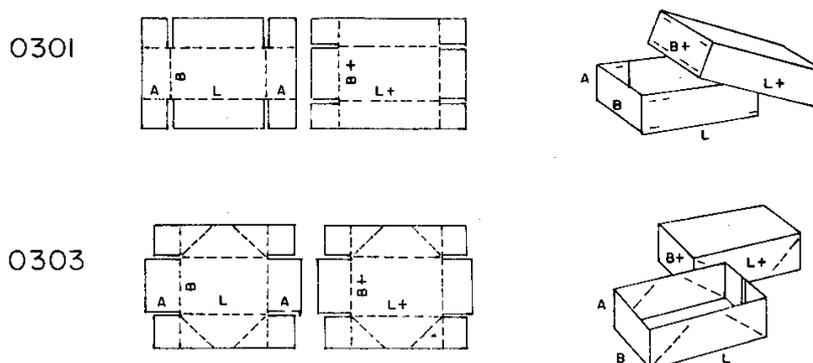


Figura 3.3. Tipos de caixas com encaixe, utilizadas para embalagens de frutos. (TPI, 1982).

Caixa tipo encaixe. Códigos: 0301; 0303; 0320. Formada por duas peças semelhantes que, quando montadas, a tampa encaixa sobre o corpo (Figura 3.3).

0301- A tampa encaixa por deslizamento, e é montada pelo usuário grampeando-a ou colando-a.

0303 – É semelhante, mas deve ser colada pelo usuário.

0320 – Consiste de 2 caixas (metades) do tipo 0201, onde a tampa encaixa sobre o corpo.

Caixas tipo “Folder” (dobradiças). Código: 0422; 0423; 0424; 0425. São caixas formadas com apenas uma peça devidamente dobrada usadas como caixas menores e rasas e mais conhecidas como travessas (Figura 3.4).

Caixas rígidas. Código: 0601. Caracteriza-se principalmente por abas nos finais do corpo da caixa, fortalecendo-a. Existem muitas variações (Figura 3.5).

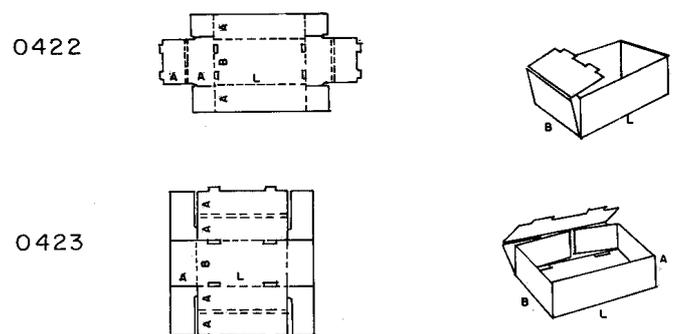


Figura 3.4. Tipos de caixas dobradiças utilizadas para embalagem de frutos. (TPI, 1982).

Caixas rígidas. Código: 0601. Caracterizadas principalmente por abas nos finais do corpo da caixa, fortalecendo-a. Existem muitas variações (Figura 3.5).

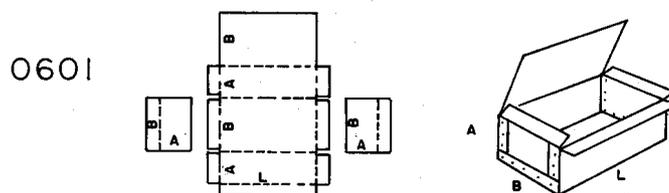


Figura 3.5. Caixa rígida utilizada para embalagem de frutos e hortaliças. (TPI, 1982).

Caixas coladas. Código: 0712, 0216. São caixas bem semelhantes às do tipo fendada ou acanalada, mas são desenhadas para uma maior facilidade de montagem manual (Figura 3.6).

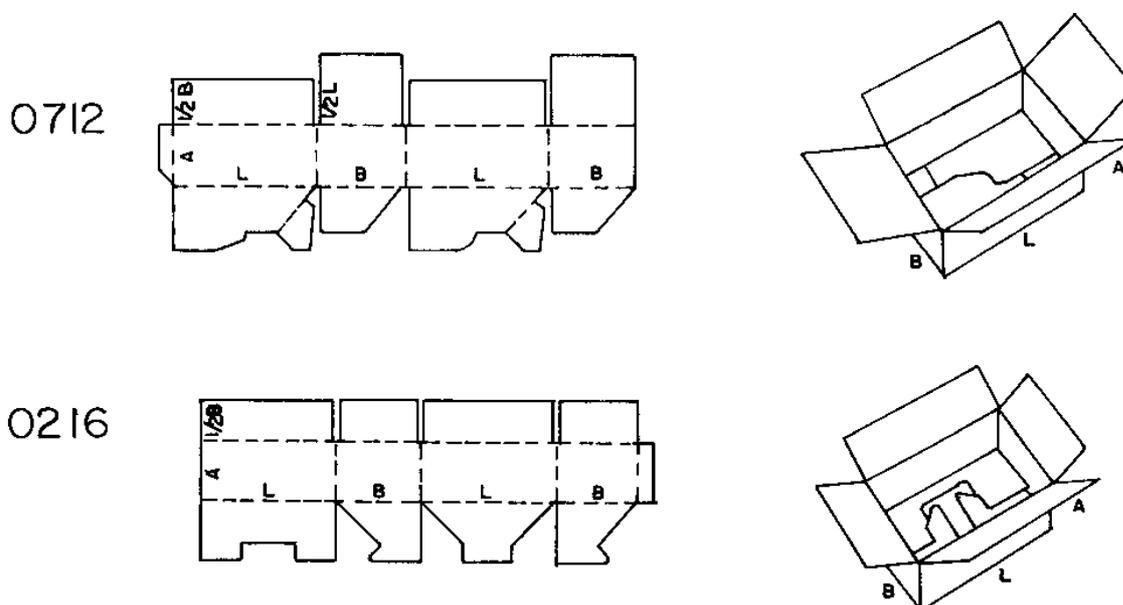


Figura 3.6. Caixas coladas, utilizadas para embalagem de frutos e hortaliças. (TPI, 1982).

b. Caixas de Madeira

Freqüentemente, a aspereza das superfícies das caixas de madeira (além da lavagem, imersão em água ou resfriamento com água) podem aumentar os problemas de abrasão. Estes podem ser reduzidos utilizando-se coberturas com pinturas ou com verniz. Caixas de compensado com cobertura plástica, embora sejam caras, são ideais para esses casos. As superfícies devem ser limpas e macias para evitar-se injúrias por abrasão.

Para evitar cortes nos frutos, as aberturas para ventilação são normalmente escavadas de forma que as bordas internas sejam afiladas.

Na Califórnia, as caixas de armazenamento são em geral padronizadas com dimensão horizontal externa de 120cmx120cm e 60cm de profundidade. A maioria dos frutos tolera essa profundidade, porém, os frutos mais delicados como cerejas doces, são manuseados em caixas com 30,5cm para evitar machucaduras. AS caixas são confeccionadas com madeira compensada com 1,9cm, macia ou revestida do lado interno, ventilada nas laterais e fundo para facilitar a circulação de ar.

Caixas pregadas. Neste tipo de caixa, os lados, o fundo e a tampa são pregados nas extremidades. O estilo mais simples não tem os sarrafos (batentes) internos para reforços,

e desta forma, as tábuas de maior comprimento ficam externamente às de menor comprimento (largura), onde os pregos são batido. Nestas caixas a profundidade é maior que a largura. Quando a profundidade da caixa é muito grande, é conveniente o uso de sarrafos ou batentes nos lados externos a fim de dar maior reforço. Os batentes triangulares internos são os mais preferidos. As dimensões desses batentes são 38x12mm ou quando triangulares, 25x30mm dos lados (Figura 3.7).

Caixas reforçadas com arame. São alguns tipos de caixas grampeadas, mas que possuem adicionalmente arames em volta para um maior reforço. O mais comum são caixas que contenham tampas, e comumente conhecidas como CAIXA TIPO BRUCE. Neste caso possuem espécies de travas que amarram a tampa permitindo um fechamento seguro (Figura 3.8).

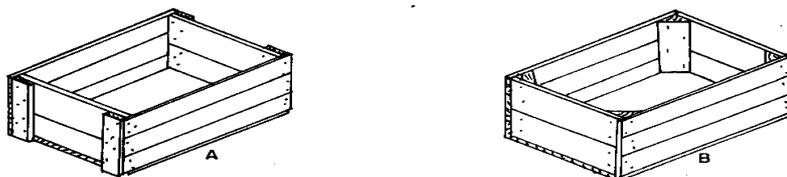


Figura 3.7. Caixas de madeira armadas com prego, utilizadas para embalagem de frutos e hortaliças.
A. Batentes com reforço externo
B. Batentes com reforços interno. (TFI, 1982).

Caixas reforçadas com arame. São alguns tipos de caixas grampeadas, mas que possuem adicionalmente arames em volta para um maior reforço. O mais comum são caixas que contenham tampas, e comumente conhecidas como CAIXA TIPO BRUCE. Neste caso possuem espécies de travas que amarram a tampa permitindo um fechamento seguro (Figura 3.8).

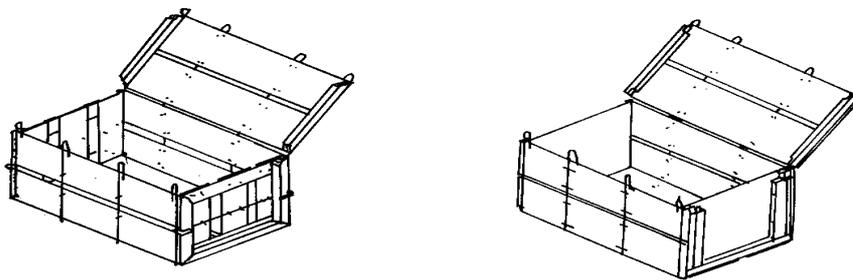


Figura 3.8. Caixas reforçadas com arame para embalagem de frutos e hortaliças. (TFI, 1982).

Caixas leves grampeadas. A características básicas desses “containers” é a utilização de grampos de arame como um método rápido, em particular para pregar o

fundo de caixas usando os grampos nos cantos (em alguns casos pregos também são usados). Madeira entre 2 e 7mm de espessura é usada para este caso. Como exemplo de caixas utilizadas podem ser citadas as caixas de maçã; travessa para tomate; travessa para pêssegos e engradados para alfaces e repolhos (Figura 3.9). As travessas ou bandejas são embalagens sem tampa, com profundidade muito menor que a largura. Também produzidas com materiais diversos, são utilizadas para produtos com menor resistência aos danos físicos, como, por exemplo, à compressão. Os engradados são embalagens que contêm espaços grandes entre as bordas nas diversas faces, utilizados principalmente para hortaliças folhosas.

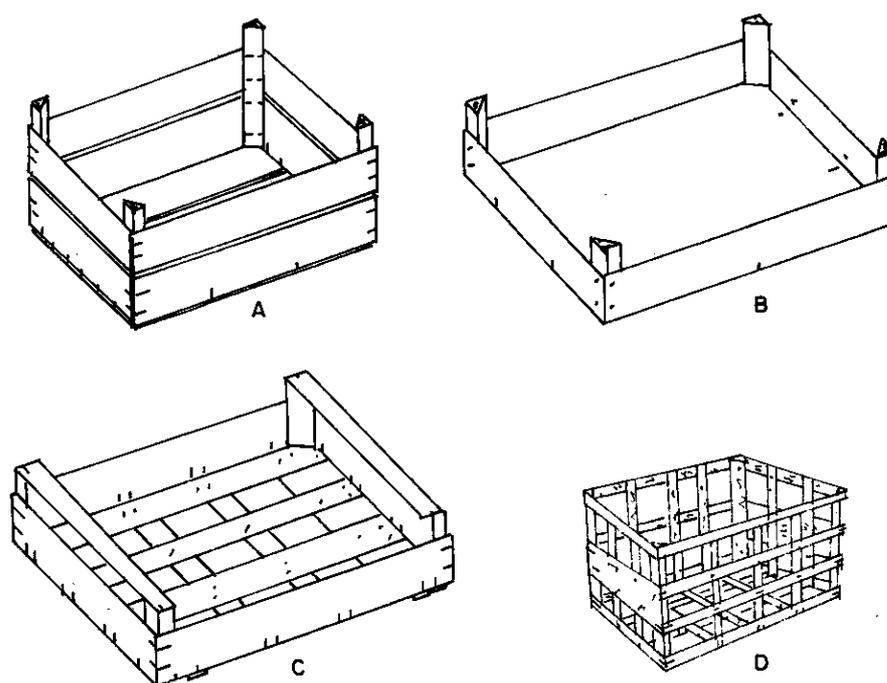


Figura 3.9. Caixas especiais. (TPI, 1982).

A. Caixa para maçã
 B. Travessa para tomate

C. Travessa para pêssego
 D. Engradado para brássicas.

b. Outros tipos de “containers”

Além dos tipos mencionados, outros “containers” especiais como “trailers”, caminhões, vagões, caixas para transporte mecanizado, etc., são utilizados para carregamento de grandes quantidades de matéria prima.

3.5.2 SACOS

São embalagens flexíveis feitas de fibras naturais ou sintéticas, usadas principalmente para produtos resistentes a danos, ou então de baixo valor, e, particularmente, para distribuição a curtas e médias distâncias.

Os tipos de sacos utilizados para embalagem de produtos perecíveis são bastante variados. Podem ser basicamente agrupados em três tipos a saber:

- Sacos não trançados: são de papel, filme plástico ou fibra sintética.
- Sacos trançados: feitos com fibra natural (juta, sisal, etc) ou fita plástica (polietileno de alta densidade ou polipropileno).
- Redes: podem ser trançadas (tranças abertas ou tranças especiais), costuradas ou de plásticos estudados (polietileno de alta densidade ou de baixa densidade).

Qualquer que seja a natureza do material utilizado para fabricação do saco, quando o produto for acondicionado, é importante que o mesmo tenha uma alta força de tensão, porém, seja suficientemente flexível.

a. Sacos têxteis

Os sacos têxteis necessitam de cuidados especiais devido à facilidade com que se danificam. Os principais danos que podem ocorrer durante a manipulação são:

- Quedas: causam danos principalmente nas extremidades do saco.
- Estresse localizado: principalmente quando alguma peça de tamanho irregular é colocada no interior do saco.

Com relação ao armazenamento e recondicionamento dos sacos têxteis, devem ser consideradas as seguintes observações, relacionadas particularmente para sacos de fibra natural ou para sacos plásticos trançados:

➤ Os sacos novos devem ser armazenados em prateleiras secas, armazéns bem ventilados, separados de outros alimentos e de sacos usados. A exposição à luz do sol deverá ser minimizada. Antes de serem reusados ou colocados de volta no armazém, devem ser minuciosamente limpos e desinfetados, inspecionados e reparados, se necessário. Devem estar também secos.

➤ Antes do reparo, os sacos devem ser cuidadosamente inspecionados a fim de se verificar se é compensador. Tomar cuidado ao fazer remendos para evitar formação de bolsos que reterão materiais estranhos.

a. Sacos de papel

Quanto aos sacos de papel, como os têxteis, também atuam como uma parede protetora ao produto, devendo ter uma alta força de tensão. Normalmente são especificados por peso/unidade de área (g/m^2), onde os mais simples e usados variam de 70 a $100 \text{ g}/\text{m}^2$, embora os mais pesados com $205 \text{ g}/\text{m}^2$ também possam ser usados. Para resistência à penetração de água e vapor d'água, o material fabricado deve ser multiplicado, com as faces de kraft natural coladas juntamente com betumen. Atualmente existe também o kraft revestido de polietileno em uma das faces. Os principais danos que ocorrem, devido à má manipulação, são decorrentes de problemas tais como:

➤ Queda: os sacos são mais vulneráveis nas extremidades que nas faces, quando sofrem quedas ou impactos.

➤ Estresse localizado: proveniente de pequenas regiões da parede do saco onde se observa um estriamento acima do que poderia ser alongado. O estresse pode ser também ocasionado por fatores externos.

➤ Rasgos: proveniente da falta de resistência.

➤ Enfraquecimento: por fatores ambientais, especialmente umedecimento.

A performance dos sacos de papel é melhor quando o teor de umidade do papel está entre 7 e 9%, a qual está em equilíbrio com a U.R. de 50 a 70%, respectivamente. Luz solar direta e calor excessivo devem ser evitados. Como outros sacos, os de papel são utilizados principalmente para os produtos de menor valor, em particular as raízes. Em alguns países o empacotamento de batatas e cenouras em sacos de papel é o mais importante e o mais utilizado. Na Inglaterra, por exemplo, é muito utilizado saco de papel de 25kg para embalagem de batatas, com dimensão de 330x200x840mm. Os sacos de papel têm a vantagem de oferecer um efeito protetor maior que os outros tipos, tanto ao vapor d'água como aos gases.

3.6 USO DAS EMBALAGENS

É difícil especificar as embalagens para diferentes frutos e hortaliças, uma vez que vários tipos podem ser satisfatórios, dependendo da região, da distância do mercado, método de pré-resfriamento, quantidade, peso transportado e custo do material. Por exemplo, vegetais folhosos, melões, pimentões, pepinos, couve-flor, repolho, etc., podem ser transportados em cestas, caixotes, caixas armadas ou caixas de papelão.

Os “containers” podem ser retornáveis ou não. Usando os retornáveis, o sistema pode ser operado da seguinte forma:

- Entre a produção (campo) e central de embalagem.
- Entre a produção (campo) e o varejista (consumo).
- De um modo geral, da área de produção ao mercado atacadista (mais comuns).

Quando usados a nível de mercado atacadista, podem ser devolvidos por agências independentes ou pelo próprio atacadista, até a área original de produção. O uso de “containers” retornáveis requer um sistema ou uma cadeia muito bem organizada e relativamente limitada.

As embalagens devem ser produzidas com base nos requerimentos específicos do produto ao qual se destinam. Esses requerimentos são altamente variáveis não só de acordo com o produto, como também com o programa de comercialização, método utilizado para embalagem, etc...havendo, entretanto, algumas generalizações.

O “design” da embalagem depende em alguma extensão do sistema de transporte a ser utilizado. Os requerimentos de “containers” para o transporte doméstico, por exemplo, são diferentes daqueles usados para a exportação. O produto para exportação é manuseado muito mais vezes e empilhado com maior altura do que o transporte doméstico. No período de 10 a 30 dias de trânsito, a embalagem pode absorver mais umidade, reduzindo sua resistência. Por esse razão, os “containers” para exportação são produzidos com papelão mais grosso e com melhor estrutura, empregados com material resistente à umidade.

As adaptações ou modificações dos “designs” de embalagens realizados para uso de materiais locais podem melhorar a qualidade do produto; não há, porém, uma avaliação efetiva dessas embalagens nos países em desenvolvimento.

3.6.1 NA COLHEITA

Os “containers” utilizados na colheita variam bastante, dependendo do produto colhido e da área de produção. Podem ser sacos de estopa, baldes de plástico ou metal, sacolas de lona, cestas e caixas. Em geral, o “container” carregado pelo colhedor é esvaziado em outro maior, que pode ser uma caixa de campo, um barril, um “trailer” ou uma caixa de carregamento mecanizado. A Tabela 3.2 exemplifica os “containers” utilizados de acordo com o método de colheita e com o produto.

Tabela 3.2. Resumo dos sistemas de colheita e manuseio para diferentes produtos. (Adaptado de PANTASTICO, 1975)

Método de Colheita	“Containers”	Produtos Colhidos
Manual	Caixas	Todos os frutos e hortaliças
	Caixotes	Ameixas, pêssegos, peras, cítricos, maçãs
	“Trailers”	Pêssegos, maçãs, cítricos, abacaxis
Plataformas de colheita	Caixotes	Peras, cítricos, pêssegos, ameixas, tamaras
Máquinas colhedoras	Caixas	Figos, ameixas
Colheita por “shake-catch”	Caixotes	Figos, ameixas
	Caixotes secos	Cerejas
	Caixotes úmidos	Ameixas, pêssegos, abricós, maçãs, cítricos
	“Trailers”	Idem
Colheita mecânica	Caixas	Aspargos
	Caixotes	Tomates, aspargos, cenouras, aipos, feijões, ervilhas, batatas
	“Trailers”	Alfices, melões, batatas, tomates

a. Carregamento mecanizado

É o procedimento mais utilizado no qual uma empilhadeira de garfo (fork-lift) montada em um trator, coloca as caixas (2 de cada vez) no pomar e as distribui de acordo com as necessidades da colheita. Os colhedores enchem as caixas, as quais são posteriormente colocadas sobre “trailers” com auxílio das empilhadeiras de garfo e conduzidas para as estações de recepção. Após amostragem e classificação do produto, são transportadas através de caminhões para a planta de processamento ou são empilhadas e transportadas para o mercado.

b. “Trailers”

Usados para pêssegos de caroço aderente, cítricos, maçãs, ameixas, etc. As caixas sobre “trailers” são conduzidas através do pomar e enchidas pelos colhedores. O “trailer” é levado para a estação de recepção, sendo os frutos tratados como descrito anteriormente.

c. Caçamba

É assim designado para o caso de utilização do próprio “trailer” com “container”, enchido no campo pelos colhedores. Nesse caso os produtos, especialmente frutos, são colhidos pela cor e ausência de maiores defeitos. Na estação de recepção são descarregados através de um portão de caçamba, seja por derramamento, seja com o auxílio de um grande volume de água.

3.6.2 NO CARREGAMENTO

Com o aumento da mecanização do campo para as centrais de embalagem, também aumenta o manuseio de carregamento, utilizando-se, para tal, de caminhões tipo depósito, “trailers”, caixas para transporte mecânico (“pallets”), grandes cestas metálicas, etc...

a. “Containers” mecanizados

Caixas grandes são utilizadas para o transporte de frutos e hortaliças que se destinam às centrais de abastecimento por atacado, para serem reembalados antes da venda ao consumidor. Seu principal uso é no campo e no transporte do produto para as centrais de processamento. Tem capacidade para 360 a 450kg, com a vantagem de ser manuseadas mecanicamente (paletização). São apanhadas pelos garfos de empilhadeiras ou por transportadores mecânicos, reduzindo assim o tempo e o trabalho bem como a mão de obra utilizada nos processos de carga e descarga.

b. Caixas

No carregamento também são utilizadas caixas de 18 a 21Kg, que podem ser usadas como “containers” de campo para maçãs, pêssegos, ameixas, tomates, etc.

As caixas de carregamento devem ser marcadas com letras grandes para especificar o produto, variedade, peso ou contagem, tipo e fonte.

Alguns produtos mais delicados, como por exemplo as bagas e alfaces, são colhidos e já embalados no campo, evitando-se, dessa forma, injúrias pelo manuseio excessivo. Não há necessidade de lavagens ou pesagens, sendo a seleção de maturidade feita pelos próprios colhedores. Após o enchimento, as caixas são colocadas diretamente no pré-resfriamento ou empilhadas para transporte. O sistema de empilhamento ou paletização oferece muitas vantagens, dentre elas a capacidade de mover 24 a 60 unidades de embalagem em uma única plataforma, sendo o método mais eficiente de carregamento e descarregamento no veículo de transporte. Como bases de carregamento, são usadas plataformas (em geral de madeira) para juntar, armazenar e manusear ou transportar outros “containers” numa unidade de carga. As bases podem ser com 2 ou 4 entradas para os garfos da empilhadeira mecânica. O sistema de paletização apresenta como principais vantagens:

- Economia nos custos do manuseio (40 a 45%).
- Redução no tempo de manuseio.
- Redução nos acidentes.
- Utilização mais eficiente do espaço de armazenamento.
- Redução nos danos ao produto.
- Empilhagem uniforme do produto.
- Maior limpeza.

Como desvantagens, são citadas:

- As plataformas são de difícil retorno.
- Não há um padrão estabelecido quanto ao tamanho da plataforma.

- A grande quantidade de tamanhos e formas dos “containers” às vezes torna difícil um empilhamento adequado na plataforma.
- empilhamento muito próximo dos “containers” às vezes dificulta a circulação de ar.
- A utilização do espaço disponível é às vezes deficiente.
- carregamento das plataformas, juntamente com os “containers”, ocupam mais espaço e frequentemente são difíceis de se adaptar exatamente no espaço disponível do veículo.

3.6.3 NO TRANSPORTE

Os “containers” para transporte correspondem primariamente a unidade de manuseio para facilitar a locomoção dos produtos de um local para outro, devendo conferir-lhes alguma proteção física. Os sacos de aniagem, malha ou papel oferecem pouca ou nenhuma proteção contra impactos ou pressão, enquanto que as caixas de papelão oferecem proteção intermediária entre os sacos e as caixas de madeira. Os principais tipos de “containers” utilizados no transporte são:

a. Caixas de madeira

As caixas armadas com prego ou marradas com arame, tendo os ângulos reforçados, são rígidas o suficiente para oferecer proteção ao produto contra os impactos usuais. Desde que enchidas corretamente, podem ser estocadas em pilhas elevadas, sem exercer pressão perigosa sobre o produto. Mantêm sua forma sob condições úmidas. Os caixotes ou caixas presos com arame são ideais para o transporte de produtos resfriados com gelo (no topo da embalagem) como repolho e milho verde, que podem atingir temperaturas adequadas se bem empilhados no veículo carregador. Os caixotes também permitem uma boa penetração de gelo e água, sendo utilizados para inúmeros produtos, como aipo, couve-flor, alcachofra, pimentões, pepinos, tomates, laranjas, melões,

etc. Tendem a ser substituídas por outros materiais como papelão, compensados e plástico.

b. Sacos de papel e caixas de papelão

Os sacos de papel com paredes múltiplas e os papelões (caixas, bandejas, etc.) são usados para produtos que foram pré-resfriados antes da embalagem ou que requerem refrigeração mínima. Por exemplo, as alfaces podem ser embaladas em caixas de papelão no campo e resfriadas posteriormente (a vácuo), antes do carregamento. Sacos de malha, de anigam ou de papel com paredes múltiplas podem ser usados para o transporte de alho, cebola, repolho e batata.

c. “Containers” de fibras plásticas

O papelão de fibras plásticas tem como desvantagem a sua tendência de absorver umidade e perder a resistência. Portanto, não deve ser usado para produtos resfriados com água após a embalagem. Também limita a altura do empilhamento na carga ou carregamento em carros refrigerados com gelo. A perda de resistência desse tipo de material pode ser prevenida com coberturas extras, divisórias internas, coberturas com ceras, resinas, etc.

No caso dos “containers” plásticos (polietileno e PVC), embora apresentem boa resistência ao carregamento de peso e ao empilhamento, têm tendência a ser quebradiços.

Grandes “containers”

O transporte dos produtos vegetais na sua grande maioria é feito no mercado,, nas embalagens referidas anteriormente ou seja, caixas, sacos, etc.; porém, uma pequena porção também é transportada em grandes unidades, tais como caixas para transporte mecânico (paletização), ou mesmo “trailers”, caminhões e vagões apropriados. Essas grandes unidades podem ser consideradas como “containers” para transporte, uma vez

que abrigam o produto desde o campo até seu local de destino (armazenamento ou comercialização). São usados para produtos mais resistentes ou produtos destinados à industrialização. Reduzem o custo da operação e a mão-de-obra, pois se prestam ao carregamento e descarregamento mecanizado. São usados para produtos, tais como batata, cebola, laranja, tomate, etc. As caixas para transporte mecânico têm como desvantagem a ocupação de maior espaço, a sua dificuldade de acomodação no veículo (caminhão ou vagão), bem como o seu retorno (vazias) ao local de embarque.

Os caminhões e “trailers” são usados para transporte à granel para indústrias de processamento, em particular de cítricos e tomates, com capacidade de 4 a 8 toneladas. Nos Estados Unidos uma grande variedade de produtos para consumo “in natura” também está sendo manipulada desta forma, como por exemplo tomate, batata e cenoura.

3.6.4 NO VAREJO

Embalagens de pequeno volume ou tamanho são também produzidas, podendo consistir de um simples suporte de papel, rede, malha ou saco plástico disponível para o consumidor selecionar, embalar e pesar seu material. O mais comum é o uso da pré-embalagem nos depósitos de supermercados, nas centrais de embalagens nos mercados terminais ou nas centrais de embalagem no próprio local de produção. Nesse tipo de manuseio, unidades com tamanho padronizados são embaladas após lavagem ou classificação. Cada unidade de embalagem é então selada, rotulada com informações do peso ou número de unidades, fonte e outras informações. Essas unidades de embalagem ao consumidor são então agregadas num “container” para transporte, em geral feito de papelão. As embalagens ao consumidor são do seguinte tipo;

- Sacos de papel, filme plástico, algodão ou malha plástica.
- Bandejas moldadas de papelão ou plástico (polietileno ou poliestireno).
- Caixas dobráveis de papelão, com janela plastificada ou com divisões para os frutos individuais.
- Cestas pequenas redondas ou retangulares, de plástico ou madeira.

3.7 .EMBALAGEM E TRANSPORTE PARA MANGA

A embalagem para manga deve ser construída de modo a permitir uma boa ventilação, já que se trata de uma fruta bastante sensível ao etileno, que é liberado em grande quantidade.

Há no mercado a tendência à exportação de caixas com 4,0kg de peso líquido. O número de frutas que nelas será acondicionado vai depender, naturalmente, do tamanho das frutas. As de tamanho uniforme podem ser firmemente embaladas sem, divisórias ou material de acolchoamento, bastando a correta resistência da caixa ao empilhamento para evitar que sofram danos mecânicos. O uso de material de acolchoamento, como o papel tipo seda, é uma proteção adicional.

As frutas devem ser colocadas nas caixas em apenas uma camada, de lado ou de face, dependendo de seu tamanho.

Quatro quilos de manga requerem um volume interno da embalagem de aproximadamente 10 litros.

Atualmente a manga é exportada por via marítima ou aérea, sendo a caixa do papelão ondulado sua principal forma de embalagem.

Apesar da importância da embalagem em termos de apresentação, proteção e transporte da manga, não existem normas e padrões quanto ao material e às medidas a serem adotadas.

Na Tabela 1 são apresentadas as especificações recomendadas para embalagem da manga.

Tabela 1: Especificações da embalagem para exportação de manga

Parâmetro		Exportação	
Tipo de transporte		Aéreo / marítimo	
Peso líquido (kg)		4,0	
Embalagem		Papelão Ondulado	
Tipo de Caixa		Peça Única	Telescópica
Dimensões* (mm)	Internas – comp.	335	364
	larg.	250	272
	alt.	100	94
	Externas – comp.	345	388
	larg.	295	288
	alt.	110	104
Ventilação		Mínimo 5% da área total Diâmetro mínimo dos furos = 25mm	
Resistência à compressão (kgf) 23 oC/65%UR		Transporte aéreo – min. 400 Transporte marítimo – min. 450	

* Valores referentes à caixa telescópica total.

A embalagem mais usada na exportação da manga é a caixa de papelão ondulado tipo peça única, podendo ser utilizada ainda a caixa de papelão telescópica total (tampa e fundo).

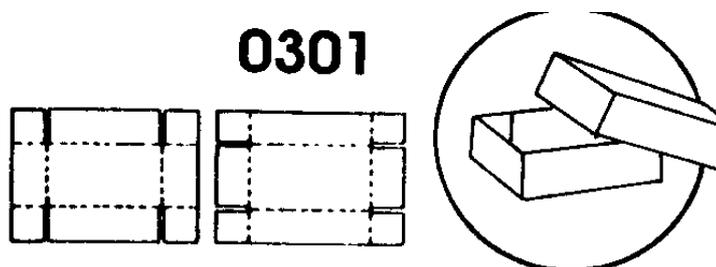


FIG. 1. Caixa telescópica tipo 0301.

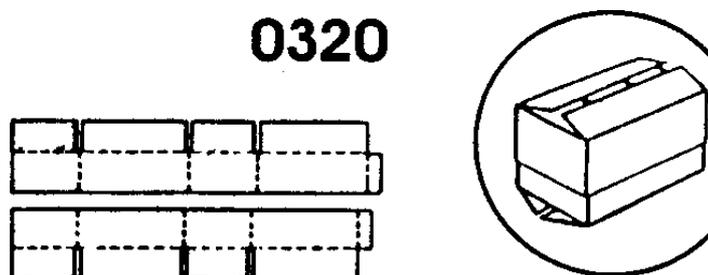


FIG. 2. Caixa telescópica tipo 0320.

As dimensões especificadas na Tabela 1 referem-se às caixas tipo telescópica total. As variações no tipo de caixa podem requerer pequenas alterações nas dimensões internas e/ou externas.

Há uma série de variações das caixas telescópicas; as do tipo 0301 (Fig.1) e 0330 (Fig.2) são as mais usadas para frutas. A vantagem da caixa telescópica está na facilidade de abertura/fechamento e na sua resistência à compressão, proporcionada pela sobreposição da tampa ao fundo.

As dimensões apresentadas para a caixa tipo peça única são mais adequadas ao acondicionamento de mangas graúdas e a telescópica total, para mangas menores e de formato alongado.

A caixa telescópica tipo 0320 é formada basicamente por uma tampa e um fundo correspondentes a meia caixa normal 0201. Este tipo de caixa é montado geralmente por grampos, mas é preferível o uso de cola. É adequado para cargas de até 25kg.

De modo geral, as abas das caixas 0320 se encontram, conforme ilustrado na Fig. 8, porém uma variação dessa embalagem pode ser feita de tal forma que as abas não se encontrem, formando um orifício para ventilação. Essa variação de 0320 é utilizada principalmente como tampa 0320b (Fig.3).

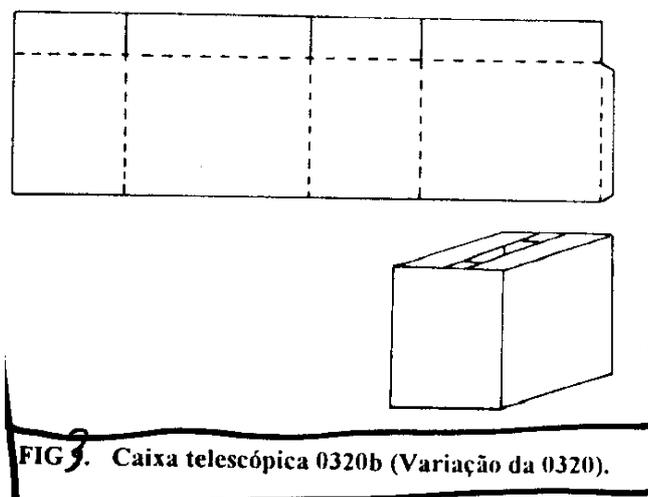


FIG. 3. Caixa telescópica 0320b (Variação da 0320).

As caixas 0301 são montadas geralmente por grampos, sendo preferível a montagem mecânica com o uso de “hot melt”. Esse tipo de caixa pode ser pré-montado e deixado pronto para o enchimento (código 0304, Fig.4). Essas caixas se destinam ao acondicionamento de cargas de no máximo 10kg.

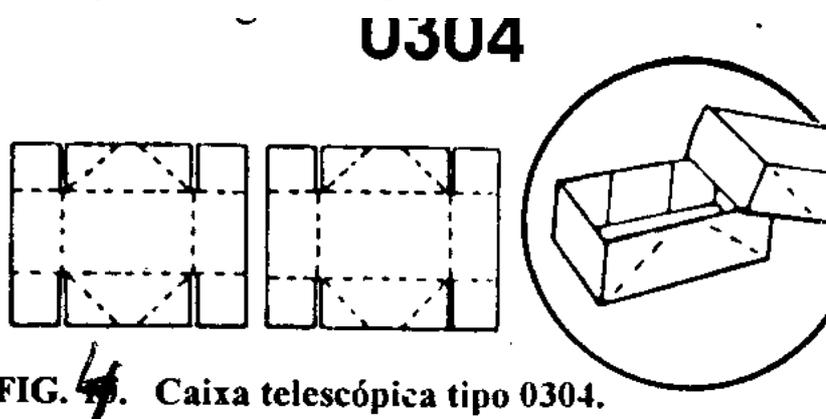


FIG. 4. Caixa telescópica tipo 0304.

A tampa e o fundo das caixas telescópicas podem ainda ser formadas por sistemas de encaixe. Em princípio, todos os tipos de construções com as ondas perpendiculares ao sentido da compressão podem ser usados para tampa e/ou fundo.

O que mais se usa para formar a tampa pelo sistema de encaixe são geralmente adaptações das caixas tipo envoltório, como a 0422 mostrado na Fig.5. Os tipos 0423 e 0424 são mais usados para formar o fundo (Fig.6). Embora o tipo 0423 seja o mais simples e, portanto, o mais utilizado, o tipo 0424 resiste melhor à compressão.

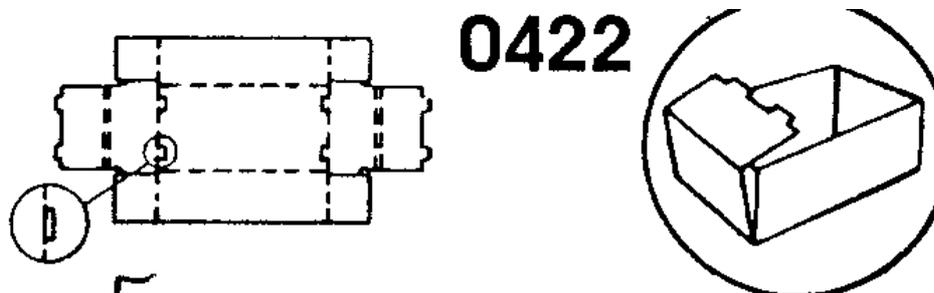


FIG. 5. Tampa para caixa telescópica a partir de caixa 0422.

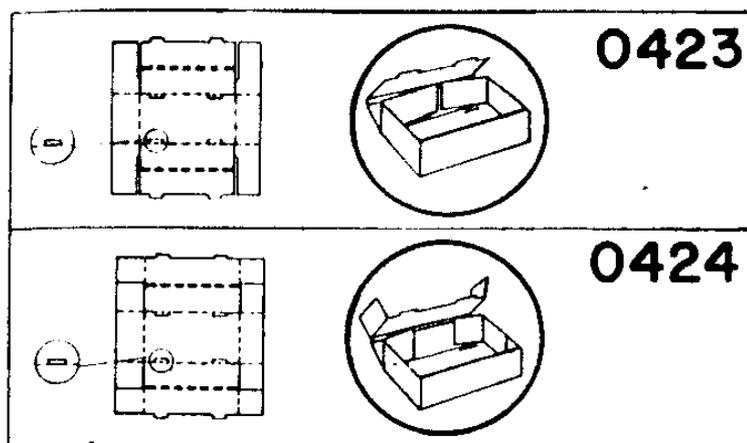


FIG. 6. Fundo para caixa telescópica a partir das caixas 0423 e 0424.

Dentre as variações da caixa telescópica, as mais utilizadas para manga juntam a tampa 0422 e o fundo 0423 ou 0424, a tampa 0320b e o fundo 0301, e a tampa 0422 e o fundo 0304.

Todas as variações da caixa telescópica mencionadas são feitas com a tampa e o fundo da mesma altura (telescópica total).

O modelo básico da caixa tipo envoltório é a 0432, com um rebordo estreito para ajudar no empilhamento (Fig.7). Este rebordo, entretanto, pode chegar a cobrir quase totalmente o conteúdo da caixa.

As caixas para o transporte da manga, em geral possuem linguetas nas faces e correspondentes orifícios no fundo para servir de trava no empilhamento, o que dá boa estabilidade às pilhas, principalmente contra os esforços axiais a que são submetidos os produtos exportados.

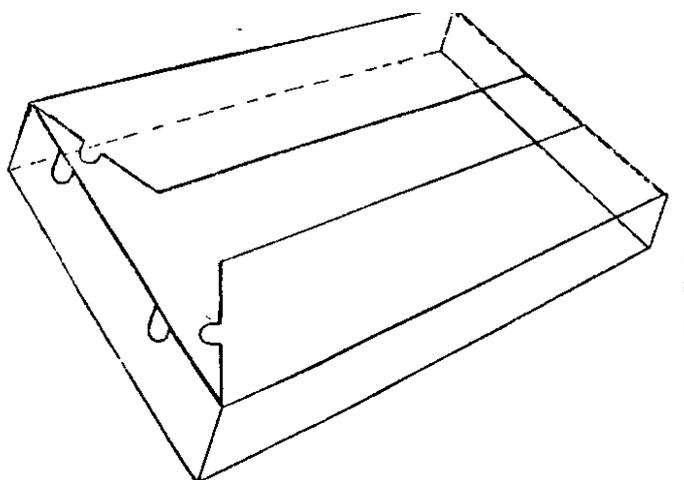


FIG. 7. Caixa de peça única utilizada na embalagem da manga.

A gramatura ou o peso dos componentes da estrutura de papelão ondulado utilizada para manga é alto: O papel miolo apresenta uma gramatura média de 150-160g/m² e as capas em torno de 200-250g/m².

A gramatura do papelão ondulado não tem, entretanto, uma correlação direta com o desempenho da caixa no empilhamento. Dessa forma, o parâmetro mais importante é a especificação da resistência mínima da caixa à compressão, que no caso da caixa de manga nas dimensões especificadas deve ser de 400kgf, se o transporte for aéreo e prever um empilhamento colunar de 16 caixas, e 450kgf, se for por via marítima e prever um empilhamento colunar de 18 caixas.

A especificação do papelão ondulado deve incluir ainda o uso de adesivo à prova de umidade.

Para minimizar os problemas da absorção de umidade pelo papelão ondulado devido às condições de transporte, baixa temperatura e alta umidade relativa, alguns

exportadores aplicam revestimentos impermeabilizantes no papelão ondulado. Existem vários produtos para esse fim, sendo os hidrorrepelentes os hoje preferidos, conferindo à embalagem um Cobb de 15 g/m².

Outro recurso para diminuir os problemas causados pela absorção de água é o emprego do miolo resinado, ou seja, um papel miolo com baixa absorção de água.

Tendo em vista a preocupação generalizada com a reciclagem dos materiais, é aconselhável que o exportador verifique se o país de destino admite esses tratamentos impermeabilizantes.

Por ser manga uma fruta não só climatérica como bastante sensível ao etileno, a caixa de papelão ondulado deve ser também pelo menos 5% de sua área total perfurada para ventilação. Os furos devem medir no mínimo 25mm de diâmetro, estar dispostos nas laterais, na tampa e no fundo das caixas, tendo-se o cuidado de colocá-las o mais distante possível das arestas, uma vez que estas são responsáveis por dois terços da resistência da caixa à compressão.

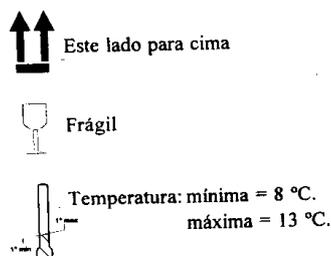
Embora o fundo de formato circular sejam amplamente utilizados, os preferidos são os de formato vertical (com a mesma área), que podem ajudar a manter a resistência da caixa à compressão.

A existência de furos no fundo da caixa diminui sua resistência à flexão, à vista do que alguns fabricantes preferem não fazê-los. No caso da manga, é importante ter a certeza de que a ventilação mínima é mantida.

É necessário que os furos sejam precisos, a fim de assegurar que coincidam tanto na montagem das caixas como no empilhamento e permitam uma ventilação eficiente.

3.7.1 ROTULAGEM PARA EXPORTAÇÃO DE MANGA

3.7.1.1 SÍMBOLOS DE MANUSEIO



- (Este lado para cima)
- (Frágil)
- (Temperatura máxima: 14 °C)
- (Temperatura mínima: 10 °C)

As variedades que suportarem temperaturas mais baixas devem ser marcadas adequadamente.

3.7.2. INFORMAÇÕES SOBRE O PRODUTO (COLOCADAS NO PAINEL LATERAL)

Recomenda-se que sejam dadas na língua do país de destino.

- Origem: país, localidade (opcional)
- Nome do produto (MANGOES - MANGUES)
- Variedade
- Peso líquido (kg)
- Número de frutos na embalagem
- Tamanho
- Data de acondicionamento (aberta ou em código)
- Peso bruto (kg) e desvio máximo (%)
- Exportador ou embalador: nome e endereço ou código autorizado.
- Produtor: nome e endereço ou código

3.7.3 PALETIZAÇÃO

Desde a introdução do palete no mercado brasileiro, seu uso tem-se voltado para a movimentação e a armazenagem de produtos internamente nas indústrias. Numa análise mais profunda, constata-se que os principais motivos para que o palete não seja utilizado na distribuição e no transporte dos produtos são a grande diversidade das dimensões e dos tipos de paletes encontrados no mercado brasileiro, a falta de padronização das carrocerias dos caminhões que circulam no país e a falta de padronização dos equipamentos de movimentação de cargas. Pode-se concluir ainda que a falta de padronização das carrocerias e equipamentos de movimentação advém principalmente da falta de padronização não só dos paletes, como também, indo um pouco mais longe, das próprias unidades de carga brasileiras.

Quando falamos em padronizar um palete para fins de movimentação, estocagem e distribuição de produtos, temos que considerar as etapas a serem cumpridas, as quais podem ser assim resumidas:

1. Padronização das dimensões planas do palete
2. Padronização das características de construção do palete.
3. Padronização da unidade de carga
4. Padronizações dos meios de transporte.

Define-se unidade de carga como o grupamento de volumes isolados que são arranjados de forma a possibilitar a movimentação mecanizada do conjunto e a permitir maior eficiência nas operações de estiva e desembarço das mercadorias.

No caso de cargas paletizadas, o arranjo das mercadorias se processa na superfície do palete. Uma vez que essa superfície é padronizada para os mais diversos usuários da cadeia, as unidades de carga terão sempre a mesma base (ou seja, o palete). Resta a definição destes dois parâmetros: a altura e o peso máximo de uma unidade de carga.

A altura de uma unidade de carga responde por sua maior ou menor estabilidade, além de permitir o correto dimensionamento das estruturas porta-palestes, entre outras implicações.

Os estudos e observações sobre os sistemas de distribuição brasileiro, europeu e americano permitem sugerir que uma altura limite de 2,00 metros atende à grande parte dos produtos pertencentes às cadeias de distribuição.

O peso de uma unidade de carga implica maior ou menor agilidade com que ela é movimentada horizontalmente e, sobretudo, verticalmente.

Com base nos equipamentos de movimentação de cargas, nas alturas em que estas são posicionadas e na lei da balança (limite de carga por eixo do caminhão), conclui-se que um peso limite de 1t por unidade de carga atende às exigências da maioria dos sistemas de distribuição.

No âmbito internacional, os paletes mais utilizados variam de país para país.

Nos Estados Unidos os paletes padrões de maior circulação são o 44" x 44" (1.118 x 1.118mm) e o 48" x 40" (1.219 x 1.016mm).

No Mercado Comum Europeu os paletes padrões de maior circulação são o ISO 01 (800 x 1.200mm) e o ISO 02 (1.000 x 1.200mm).

É fácil perceber que o paleta 48" x 40" americano se aproxima bastante do ISO 02 europeu, não existindo em princípio problemas no uso do ISO 02 no mercado dos Estados Unidos. Já o paleta 44" x 44" se aproxima do 1.100 x 1.100mm utilizado em alguns países, porém sem expressão no mercado europeu.

Quanto ao paleta 800 x 1.200mm, que circulam exclusivamente na Europa, este muitas vezes é identificado como "europallet".

Acompanhando a tendência mundial, sugere-se o seu padronizado do paleta 1.000 x 1.200mm no transporte da manga para a Europa e para os Estados Unidos e o Japão.

3.7.4 CONSTRUÇÃO

Na construção dos paletes deve-se ter presente que estes podem ser do tipo multiviagem ou de viagem única ("one way"), segundo o seu uso.

O paleta multiviagem é de construção robusta, e que se utilizam madeiras nobres ou outros materiais duráveis, além de possuir um desenho que permite maior resistência à flexão e ao choque. Esse tipo de paleta só será economicamente utilizado na exportação

quando houver um acordo técnico-econômico entre os importadores e exportadores no sentido de que seu uso atenda às exigências da cadeia de “pallet-poll”, geralmente existente nos principais países importadores, possibilitando que o importador reembolse ao exportador o investimento feito na aquisição desse modelo de alta qualidade.

Dada a dificuldade para se obter tal acordo, o palete normalmente utilizado na exportação é o de viagem simples, que deve ter resistência para suportar uma única viagem. Ele deve, pois, ser economicamente configurado para que não haja nem desperdício devido a um superdimensionamento nem perdas provocadas por um subdimensionamento.

O palete mais usado é confeccionado em “pinus”, tem face simples e quatro entradas, conforme ilustrado na Fig. 8. Recomenda-se, para a distribuição da força de cintamento, o uso de uma grade de madeira, como a que também se vê nas Fig. 8 e 9.

No caso de exportação é importante é importante certificar-se de que a madeira não está impregnada com fungos ou outro agente fitopatológico.

No caso da manga, uma fruta climatérica e de respiração intensa, o arranjo do palete deve ser feito de forma a facilitar ao máximo a renovação de ar nas embalagens. Na Fig. 10 é apresentado um exemplo do arranjo das embalagens sugeridas na Tabela 1, no palete 1.000 X 1.200mm.

Além do seu arranjo adequado, as embalagens devem ser arrumadas para evitar a quebra da unidade de carga. A amarração da carga deve garantir a troca de ar nas embalagens. Um exemplo de amarração para mangas é apresentado na Fig. 11.

Já no caso de mangas tratadas especialmente para o mercado americano, além de garantir a unidade de carga, sua amarração deve impedir a penetração de insetos, sem com isso prejudicar a troca de ar nas embalagens. Para tanto, utilizam-se normalmente uma tela de 2mm de densidade e um sistema de amarração como o que se vê na Fig. 17.

3.7.5 TRANSPORTE

Como a manga é um produto cuja conservação não dispensa refrigeração, os cuidados com o seu transporte devem ser tomados desde a coleta do fruto no campo,

onde, uma vez completada a carga de uma caixa, esta deve ser imediatamente colocada na sombra para que a temperatura do fruto não se eleve, o que prejudicaria seu resfriamento e conservação. Além disso, a exposição da fruta ao sol, somada à presença de seiva causa danos à casca, prejudicando a aparência do fruto e a proteção dada pela casca à polpa.

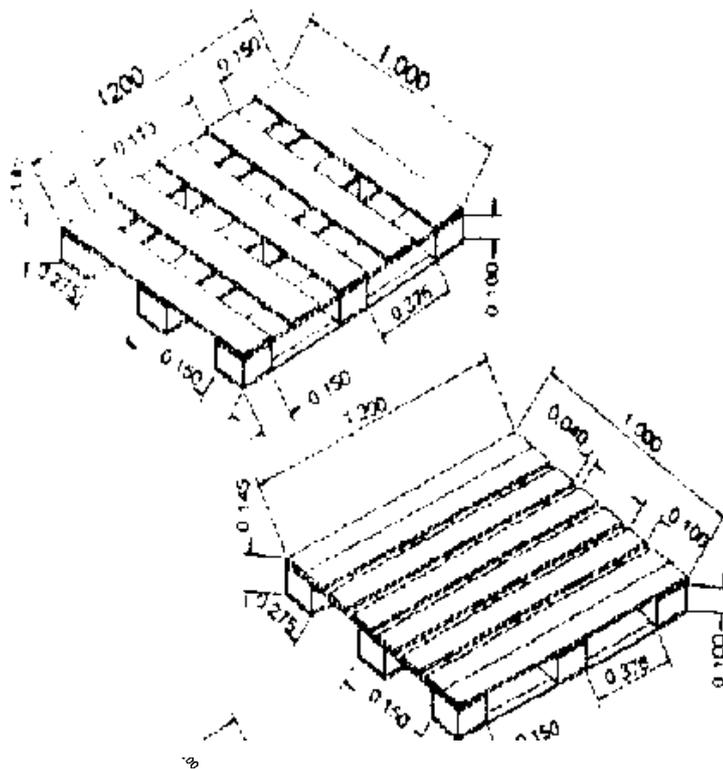


FIG. 8. Dois exemplos de paletes "one way" e grade para exportação de frutas.

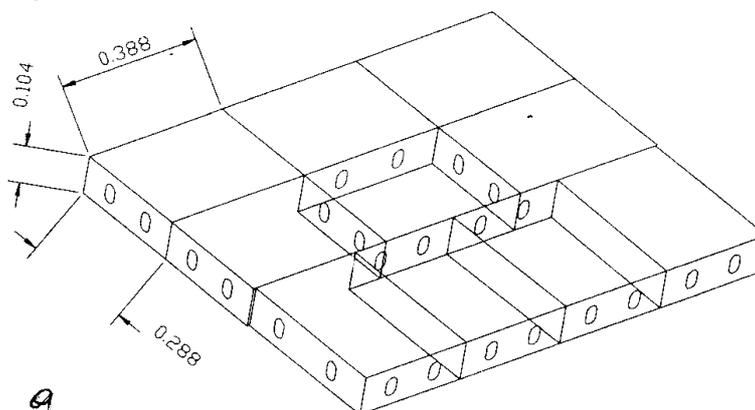


FIG. 9. Exemplo do arranjo de embalagens sugeridas no palete padrão 1.000 x 1.200mm. Observe-se que a disposição dos furos das caixas concorda com o arranjo.

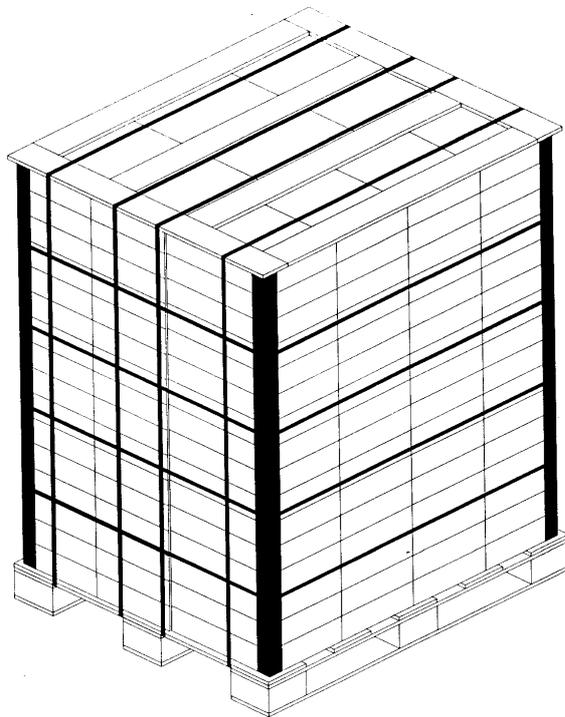


FIG. 16 Amarração da unidade de carga com cintas horizontais e verticais, bem como cantoneiras para distribuição de tensão.

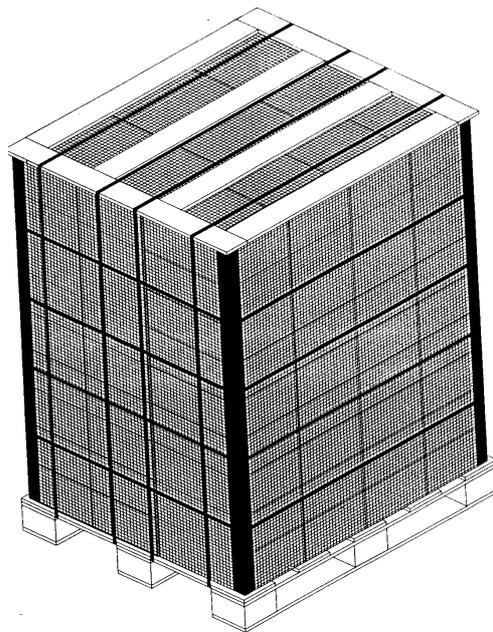


FIG. 17 Amarração da unidade de carga com tela para impedir a penetração de insetos.

Sempre que possível, o transporte para o “packing house” deve ser feito em veículos dotados de um sistema de refrigeração que já deve fazer parte do sistema de resfriamento do fruto. Quando não for possível o uso de veículo refrigerado, cuidados especiais devem ser tomados para evitar ao máximo a elevação da temperatura da manga, que sempre prejudica sua qualidade final. Devem-se, como parte, desses cuidados:

- Cobrir o veículo com lona, de preferência de cor clara, deixando-se um espaço livre entre a cobertura e os produtos.
- Evitar que no arranjo das caixas de colheita a ventilação entre elas seja prejudicada.
- Não permitir que o fundo da caixa superior entre em contato com os frutos colocados na inferior.
- Fazer sempre o transporte pela manhã ou no final da tarde, quando a temperatura ambiente é mais amena.
- Encurtar ao máximo o tempo de transporte.

3.7.5.1 TRANSPORTE MARÍTIMO

Quando se fala em transportar a manga por via marítima, tem-se em mente o transporte de caixas paletizadas, em contêineres marítimos dotados de sistema de refrigeração e renovação de ar.

Os contêineres marítimos mais usados medem de comprimento 40 pés (o preferido pelo mercado americano) e 20 pés (o preferido pelo mercado europeu). Destes, os comumente utilizados na exportação de frutas são os tipos Reefer e Con-Air.

O tipo Reefer se refere a contêineres refrigerados em que o frio é gerado por um sistema de refrigeração instalado no próprio contêiner de 40 pés são 11.574mm de comprimento, 2.282mm de largura e 2.527mm de altura, e as do modelo de 20 pés, 5.280mm de comprimento, 2.180mm de largura e 2.020mm de altura.

Nos contêineres refrigerados do tipo Con-Air o frio é gerado em um sistema de refrigeração instalado fora deles. Sua estrutura é dotada de uma entrada e uma saída de ar gelado, responsáveis pela manutenção da temperatura interna do contêiner. As medidas

internas médias do modelo de 40 pés são 11.840mm de comprimento, 2.250mm de largura e 2.221mm de altura.

Em ambos os casos a altura máxima da carga não deve exceder o limite indicado no contêiner, sendo 2,00 metros a altura de carga sugerida.

A temperatura dos contêineres durante o transporte da manga não deve ser superior a 14°C para não acelerar sua respiração/maturação. Tampouco inferior a 10°C para se evitarem os danos por injúria térmica do produto.

Em geral os contêineres são preparados para manter a temperatura da manga e não para resfriá-la. Os frutos, portanto, devem estar a uma temperatura próxima à de estocagem e transporte, quando são acondicionados no contêiner, cujo sistema de refrigeração, por sua vez, já deverá estar ligado para o resfriamento das paredes e do ar interior, ou o mesmo efeito será obtido com o uso de spray de nitrogênio líquido.

A renovação de ar nos contêineres durante o transporte constitui um fator complicador no que respeita à manutenção da sua temperatura interior. No caso da manga ela é essencial e pode ser proporcionada pela abertura breve das janelas de renovação de ar dos contêineres no máximo a cada 24 horas, à noite ou quando a temperatura exterior for baixa. No caso do Con-Air a renovação é conseguida em conjuntos de contêineres pelo sistema de refrigeração central.

Atenção especial deve ser dispensada à arrumação dos contêineres no navio, de forma a não colocar manga junto com outras frutas que liberam grandes quantidades de etileno/CO², a exemplo da banana, do abacate, etc.

Na Figura 12 são apresentados exemplos de arranjos do palete 1.000 x 1.200mm nos contêineres de 20 e 40 pés.

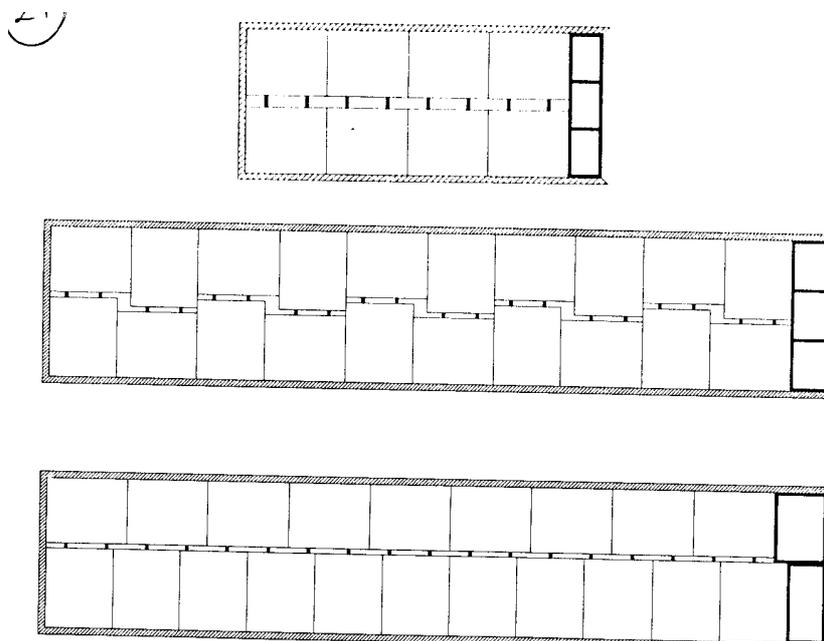


FIG. 12. Arranjos do palete 1.000 x 1.200mm nos contêineres de 20 e 40 pés. Observe-se o travamento dos paletes, feito com madeira "pinus" de 40 x 120mm.

3.7.5.2 TRANSPORTE AÉREO

No transporte aéreo os aspectos técnicos importantes são o tempo, a temperatura, a pressão atmosférica e a umidade relativa.

3.7.5.3 TEMPO

A redução do tempo de transporte é sem dúvida o fator mais importante da exportação da manga por via aérea, uma vez que mesmo os vôos transatlânticos não levam mais que 14 horas para completar-se. Esse fator faz com que a preocupação com a conservação da manga durante o transporte se torne secundária.

Ao contrário do fator tempo, que diminui, o custo do transporte aéreo muitas vezes ultrapassa o somatório de todos os demais custos, quando a manga é colocada no mercado consumidor, o que inviabiliza a sua colocação em mercados onde seu preço não justifica o investimento.

3.7.5.4 TEMPERATURA

A temperatura durante o voo pode ser controlada nos diferentes compartimentos das aeronaves, porém o compartimento principal de carga é em geral responsável por 70% da capacidade nominal de carga, que no Boeing 747 é de 120t e do DC-10 de 83t, para um volume cúbico máximo de localização de 760m³, no caso do Boeing 747, contra 467m³ do DC-10.

Os aviões têm capacidade instalada para manter durante o voo níveis de temperatura de até 7 °C em um dia extremamente quente (38 °C ao nível do mar) ou 25 °C em um dia extremamente frio (- 50 °C ao nível do mar).

Também possuem condições de renovar até 40m³ de ar fresco por minuto, ou seja, renovar 14 vezes o volume total de ar a cada hora.

Isso faz com que, tecnicamente, o transporte aéreo seja altamente recomendado para manga.

3.7.6 PRESSÃO ATMOSFÉRICA

Durante o voo a pressão atmosférica no interior dos aviões será sempre inferior à normal, apresentando valores de cerca de 600-650mmHg contra 760mmHg ao nível do mar. Isso causa um aumento de aproximadamente 20% na taxa de perda de água pelas frutas em relação ao índice registrado em iguais condições de temperatura e umidade relativa, ao nível do mar.

3.7.7 UMIDADE RELATIVA

A umidade relativa do ar no interior dos aviões, que será sempre baixa, contribui, junto com a pressão atmosférica, para aumentar significativamente a taxa de perda de água pela manga, quando transportada por via aérea.

3.7.8 PALETES AÉREOS

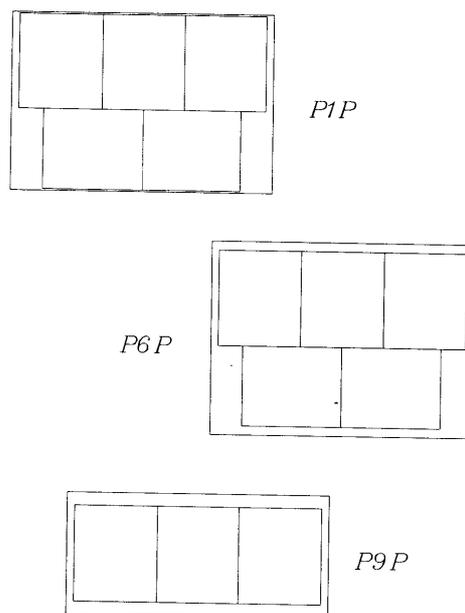
Os paletes aéreos mais usados no transporte de manga são os seguintes:

P1P: 3.180 x 2.240mm e 1.630mm de altura máxima utilizável (compartimento secundário de carga), 4.500kg carga máxima.

P6P: 3.180 x 2.430mm e 2.438mm de altura máxima (compartimento principal de carga), 4.500kg carga máxima.

P9P: 3.180 x 1.530mm e 1.630mm de altura máxima (secundário), 3.060kg carga máxima.

Na Fig. 13 são apresentados exemplos de arranjos do palete 1.000 x 1.200mm nos paletes aéreos P1P, P6P e P9P.



13
FIG. 13. Arranjos do palete 1.000 x 1.200mm nos paletes aéreos P1P, P6P e P9P.

3.7.9 COMPATIBILIDADE

No transporte de carga mista, os fatores determinantes da compatibilidade ou não da manga com outras frutas e produtos são a temperatura, o tempo de trajeto, a umidade relativa, a taxa de respiração das frutas e a sensibilidade destas ao etileno e ao CO².

No transporte aéreo, de modo geral, todos esses fatores são pouco relevantes, pelo fato de o tempo de trajeto ser curto, ajudado por uma operação aeroportuária ágil e eficiente.

Já no transporte de cargas marítimas, que costumam levar entre três e quatro semanas para chegar ao seu destino, é importante considerar o tipo de carga que será embarcada junto com a manga, tendo em vista o aspecto da compatibilidade dos produtos.

A manga pertence ao grupo das que são estocadas e transportadas a temperaturas em torno de 12 °C mas que apresentam problemas de injúria por frio nas temperaturas inferiores a 10 °C e uma vida útil bastante reduzida nas superiores a 15 °C. Além desse aspecto da temperatura, o grupo de produtos compatíveis com a manga deve ser transportado em um ambiente com 85 a 95% de umidade relativa do ar.

Fazem parte desse grupo o abacate, azeitona, abacaxi, banana, berinjela, “grapefruit”, goiaba, papaya e tomate.

3.7.10 MONITORAMENTO

Na medida do possível, o exportador brasileiro deve acompanhar bem de perto todos os procedimentos de preparo da carga, transporte para o porto de embarque, estocagem no porto e embarque no navio ou avião, procurando certificar-se de que a cadeia de frio e procedimentos padrões de embarque foram rigorosamente observados.

Por sua vez, antes de completar o desembarque, o importador deve checar a carga comprovar se a mesma atende às especificações de qualidade, tamanho e embalagem.

A temperatura da manga em toda a extensão da carga deve ser tomada e se possível registrada. Tanto o exportador como o transportador devem ser notificados no caso de se encontrarem temperaturas fora do intervalo especificado.

3.8 EMBALAGEM E TRANSPORTE PARA MELÃO

Os melões são altamente perecíveis, por isso devem ser manuseados com muito cuidado durante o transporte e a estocagem. Como são facilmente danificados por batidas

e impactos, sua embalagem deve ser dimensionada de forma a evitar que a compressão pelo empilhamento da carga seja repassada ao produto e que ocorram danos devido ao atrito entre as frutas.

O calor produzido no processo de respiração do melão é pouco, porém a produção de etileno é alta. São, portanto, indicadas embalagens que permitam uma adequada ventilação, para evitar o acúmulo de etileno que acarreta o amadurecimento prematuro da fruta.

O transporte dos melões é feito preferencialmente por via marítima, sendo a via aérea utilizada apenas fora da estação. A caixa de papelão ondulado é o principal tipo de embalagem usado para exportá-los.

Apesar da importância da embalagem em termos de apresentação, proteção e transporte das frutas, não existem padrões internacionais quanto às características do material empregado, à sua resistência mecânica e às dimensões da embalagem.

A variedade amarela é geralmente comercializada em embalagens de 9,5kg de peso líquido, com os frutos dispostos em uma única camada.

Caso os melões sejam exatamente do mesmo tamanho, podem ser acondicionados sem divisórias (partições) ou acessórios de acolchoamento. Em virtude das variações de tamanho e formato, muitas vezes é indicado o uso de divisórias de papelão ondulado, de berços ou luvas de plástico expandido ou de envoltórios de papel de seda, a fim de evitar o atrito entre os frutos nas etapas da sua movimentação e transporte.

Os melões de formato oval são freqüentemente posicionados sobre suas laterais, enquanto os melões de formato redondo ou achatado são posicionados sobre a base.

A Tabela 1 apresenta as especificações recomendadas para embalagem de exportação de melão, considerando o peso líquido de 9,5kg.

A embalagem mais usada na exportação de melão é a caixa de papelão ondulado tipo telescópica total (tampa e fundo). Também pode ser utilizada caixa tipo peça única. Normalmente é empregado papelão ondulado de parede simples, com onda C, ou de parede dupla com onda BC, dependendo da resistência do material à compressão.

Tabela 1. Especificação básica de embalagem para exportação de melão – peso líquido de 9,5kg

Parâmetro	Especificação
Tipo de Caixa	Telescópica ou peça única
Material	Papelão ondulado de parede simples, onda C ou Papelão ondulado de parede dupla, onda BC
Dimensões internas* (mm)	comp. = 453 larg. = 364 altura = 154
Dimensões externas (mm)	comp. = 483 larg. = 388 altura = 160
Ventilação	
Área mínima	5% da embalagem total
Diâmetro mínimo dos furos	25mm
Resistência mínima à compressão (kgf) (23oC/65%UR)	Transp. Marítimo = 650

* Valores referentes à caixa telescópica total.

As dimensões especificadas na Tabela 1 referem-se às caixas tipo telescópica total. Variações no tipo de caixa podem requerer pequenas alterações nas dimensões internas e/ou externas.

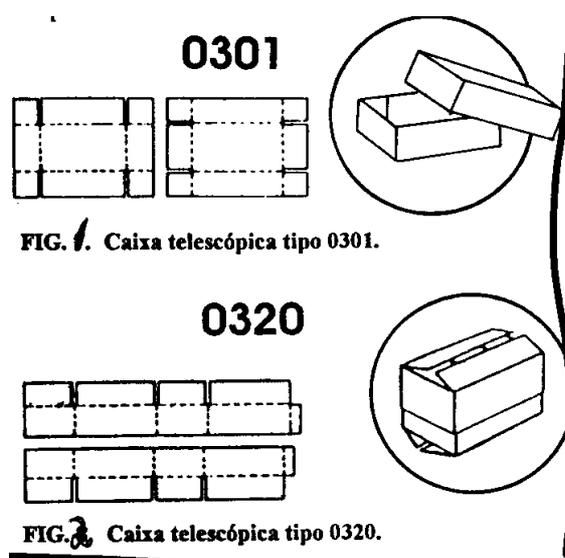
Existem muitas variações das caixas telescópicas. As do tipo 0301 (Fig.1) e 0330 (Fig.2) são as mais usadas para frutas. A vantagem da caixa telescópica está na facilidade de abertura/fechamento e na sua resistência à compressão, proporcionada pela sobreposição da tampa ao fundo.

A caixa telescópica tipo 0320 é formada basicamente por uma tampa e um fendo correspondentes a meia caixa normal 0201. Este tipo de caixa é montado geralmente por grampos, mas é preferível o uso de cola. É adequado para cargas de até 25kg.

De modo geral, as abas das caixas 0320 se encontram, conforme ilustrado na Fig. 2, porém uma variação dessa embalagem pode ser feita de tal forma que as abas não se

encontrem, formando um orifício para ventilação. Essa variação de 0320 é utilizada principalmente para tampa.

A tampa e o fundo das caixas telescópicas podem ainda ser formadas por sistemas de corte e vinco e montadas por encaixe, o que torna desnecessário o uso de grampos ou colas.



O tipo de caixa mais utilizado para formar a tampa pelo sistema de encaixe é o 0422, mostrado na Fig.3. Os tipos 0423 e 0424 são mais usados para formar o fundo (Fig.4). Embora o tipo 0423 seja o mais simples e, portanto, o mais utilizado, o tipo 0424 resiste melhor à compressão.

Uma das combinações da caixa telescópica mais utilizada para o melão junta a tampa 0423 e o fundo 0422. As variações da caixa telescópica usadas para o melão têm a tampa e o fundo de mesmo comprimento (telescópica total).

Por razões econômicas, as caixas tipo peça única vêm sendo utilizadas para algumas frutas entre as quais o melão, em substituição às telescópicas, principalmente para a exportação por via aérea. Esse tipo de caixa é montado por meio de lingüetas de encaixe, dispensando o uso de grampos, cola ou fita.

Sua construção consta basicamente de uma caixa tipo envoltório, com um rebordo estreito para ajudar no empilhamento (Fig.5). Este rebordo, entretanto, pode chegar a cobrir quase totalmente o conteúdo da caixa e/ou apresentar fundo duplo.

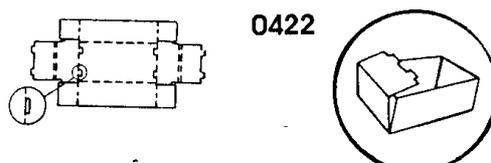


FIG.3. Representação esquemática da caixa tipo telescópica código 0422.

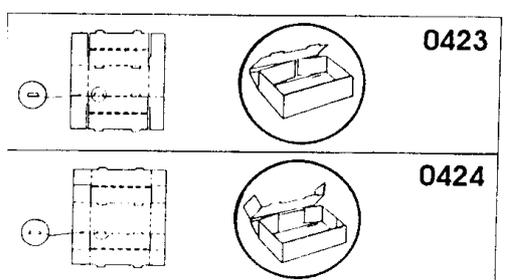


FIG.4. Fundo para caixa telescópica a partir das caixas 0423 e 0424.

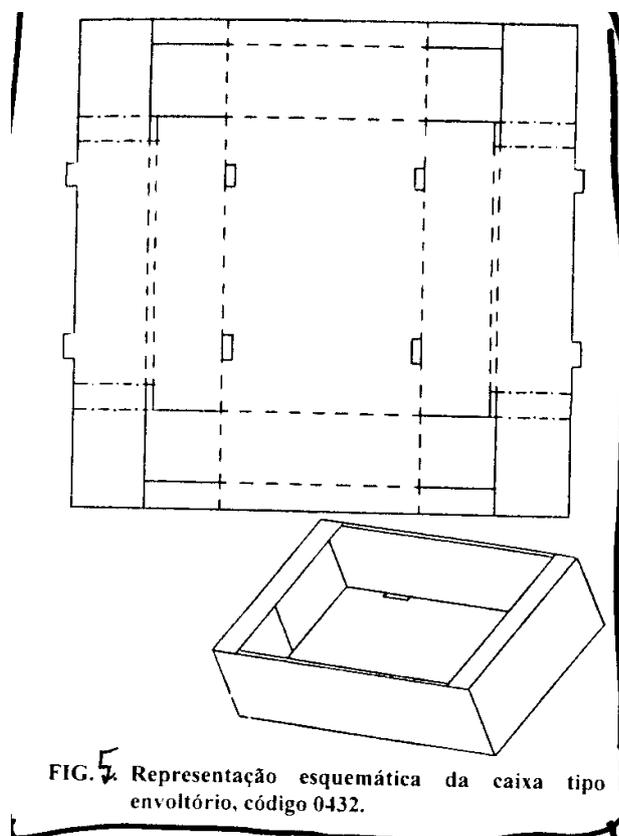


FIG. 5. Representação esquemática da caixa tipo envoltório, código 0432.

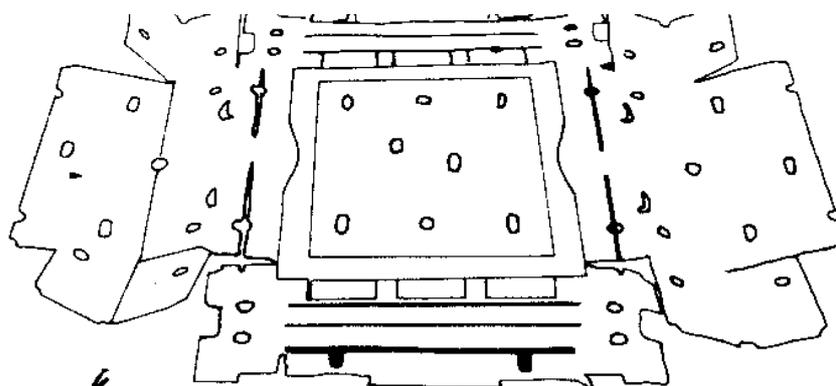


FIG. 6. Representação esquemática da caixa tipo peça única com fundo duplo.

Esse tipo de caixas possui geralmente linguetas na face superior, com os correspondentes orifícios no seu fundo para servir de trava no empilhamento, o que dá boa estabilidade às pilhas, principalmente contra os esforços axiais. A gramatura dos componentes da estrutura de papelão ondulado utilizada para o acondicionamento do melão é alta: o papel miolo apresenta uma gramatura média de 150-160g/m² e as capas em torno de 200-350g/m²(caixa para 9,5kg de peso líquido).

A gramatura do papelão ondulado não tem, entretanto, uma correlação direta com o desempenho da caixa no empilhamento. Dessa forma, o parâmetro mais importante é a especificação da resistência mínima da caixa à compressão, que no caso da caixa de melão nas dimensões especificadas deve ser de 650kgf, se o transporte for por via marítima para um empilhamento colunar de 12 caixas.

A especificação do papelão ondulado deve incluir ainda o uso de adesivo à prova de umidade.

Para minimizar os problemas da absorção de umidade pelo papelão ondulado devido às condições de transporte, baixa temperatura e alta umidade relativa - alguns exportadores aplicam revestimentos impermeabilizantes no papelão ondulado. Existem vários produtos para esse fim.

Outro recursos para diminuir os problemas causados pela absorção de água é o emprego do miolo resinado, ou seja, um papel miolo com baixa absorção de água.

Tendo em, vista a preocupação generalizada com a reciclagem dos materiais, é aconselhável que o exportador verifique se o país de destino admite esses tratamentos impermeabilizantes.

Por ser o melão uma fruta climatérica e sensível ao etileno, a caixa de papelão ondulado deve ser também pelo menos 5% de sua área total perfurada para ventilação. Os furos devem medir no mínimo 25mm de diâmetro e estar dispostos nas laterais, na tampa e no fundo das caixas, tendo-se o cuidado de colocá-los o mais distante possível das arestas, uma vez que estas são responsáveis por dois terços da resistência da caixa à compressão.

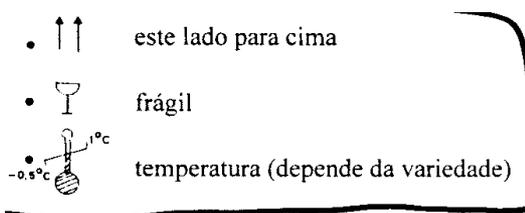
Embora o fundo de formato circular sejam amplamente utilizados, os de formato ovalado vertical são os preferidos, pois podem ajudar a manter a resistência da caixa à compressão.

A existência de furos no fundo da caixa diminui sua resistência à flexão, à vista do que alguns fabricantes preferem não fazê-los. No caso da melão, é importante ter a certeza de que a ventilação mínima é mantida.

É necessário que os furos sejam precisos, a fim de assegurar que coincidam tanto na montagem das caixas como no empilhamento e permitam uma ventilação eficiente.

3.8.1 ROTULAGEM PARA EXPORTAÇÃO DE MELÃO

3.8.1.1 SÍMBOLOS DE MANUSEIO



Este lado para cima

- Frágil
- Temperatura (depende da variedade)

3.8.1.2 INFORMAÇÕES SOBRE O PRODUTO

- Origem(país, localidade, se relevante)
- nome do produto: MELONS
- variedade ou tipo
- classe: de acordo com a classificação de qualidade (CE) e USA
- peso líquido (é obrigatório, se o número de unidades não for indicado)

- número de unidades (é obrigatório)
- tamanho: indicado pelo peso médio ou média a região equatorial dos melões
 - data da embalagem (aberta ou em código)
 - peso bruto (kg) e desvio máximo
 - exportador ou embalador: nome e endereço ou código autorizado.
 - produtor: nome e endereço ou código

3.8.2 PALETIZAÇÃO

Desde a introdução do palete no mercado brasileiro, seu uso tem-se voltado para a movimentação e a armazenagem de produtos internamente nas indústrias. Numa análise mais profunda, constata-se que os principais motivos para que o palete não seja utilizado na distribuição e no transporte dos produtos são a grande diversidade das dimensões e dos tipos de paletes encontrados no mercado brasileiro, a falta de padronização das carrocerias dos caminhões que circulam no país e a falta de padronização dos equipamentos de movimentação de cargas. Pode-se concluir ainda que a falta de padronização das carrocerias e equipamentos de movimentação advém, principalmente, da falta de padronização não só dos paletes, como também, indo um pouco mais longe, das próprias unidades de carga brasileiras.

Quando falamos em padronizar um palete para fins de movimentação, estocagem e distribuição de produtos, temos que considerar as etapas a serem cumpridas, as quais podem ser assim resumidas:

5. Padronização das dimensões planas do palete
6. Padronização das características de construção do palete.
7. Padronização da unidade de carga
8. Padronizações dos meios de transporte.

Define-se unidade de carga como o grupamento de volumes isolados que são arranjados de forma a possibilitar a movimentação mecanizada do conjunto, permitindo maior eficiência nas operações de estiva e desembaraço das mercadorias.

No caso das cargas paletizadas, o arranjo das mercadorias se processa na superfície do palete. Uma vez que essa superfície é padronizada para os mais diversos usuários da cadeia, as unidades de carga terão sempre a mesma base (ou seja, o palete). Resta a definição destes dois parâmetros: a altura e o peso máximo de uma unidade de carga.

A altura de uma unidade de carga responde por sua maior ou menor estabilidade, além de permitir o correto dimensionamento das estruturas porta-palestes, entre outras implicações.

Os estudos e observações sobre os sistemas de distribuição brasileiro, europeu e americano permitem sugerir que uma altura limite de 1,80 metros atende à grande parte dos produtos pertencentes às cadeias de distribuição.

O peso de uma unidade de carga implica maior ou menor agilidade com que ela é movimentada horizontalmente e – sobretudo - verticalmente.

Com base nos equipamentos de movimentação de cargas, nas alturas em que estas são posicionadas e na lei da balança (limite de carga por eixo do caminhão), conclui-se que um peso limite de uma tonelada por unidade de carga atende às exigências da maioria dos sistemas de distribuição. No nível internacional, os paletes mais utilizados variam de país para país.

Nos Estados Unidos os paletes padrões de maior circulação são o 44” x 44” (1.118 x 1.118mm) e o 48” x 40” (1.219 x 1.016mm).

No Mercado Comum Europeu os paletes padrões de maior circulação são o ISO 01 (800 x 1.200mm) e o ISO 02 (1.000 x 1.200mm).

É fácil perceber que o “pallet” 48” x 40” americano, se aproxima bastante do ISO 02 europeu, não existindo em princípio problemas no uso do ISO 02 no mercado dos Estados Unidos. Já o “pallet” 44” x 44” se aproxima do 1.100 x 1.100mm utilizado em alguns países, porém sem expressão no mercado europeu.

Quanto ao palete 800 x 1.200mm, que circula exclusivamente na Europa, este muitas vezes é identificado como “europallet”.

Acompanhando a tendência mundial, sugere-se o uso padronizado do palete 1.000 x 1.200mm no transporte do melão para a Europa e para os Estados Unidos, salvo exigências específicas de alguns importadores.

3.8.3 CONSTRUÇÃO

A construção dos paletes deve ter presente que estes podem ser do tipo multiviagem ou de viagem única (“one way”), segundo o seu uso.

O palete multiviagem é de construção robusta, na qual se utilizam madeiras nobres ou outros materiais duráveis, além de possuir um desenho que permite maior resistência à flexão e ao choque. Esse tipo de palete só será economicamente utilizado na exportação quando houver um acordo técnico-econômico entre os importadores e exportadores no sentido de que seu uso atenda às exigências da cadeia de “pallet-poll”, geralmente existente nos principais países importadores, possibilitando que o importador reembolse ao exportador o investimento feito na aquisição desse modelo de alta qualidade.

Dada a dificuldade para se obter tal acordo, o palete normalmente utilizado na exportação é o de viagem simples, que deve ter resistência para suportar uma única viagem. Ele deve, pois, ser economicamente configurado para que não haja nem desperdício devido a um superdimensionamento nem perdas provocadas por um subdimensionamento.

O palete mais usado é confeccionado em “pinus”, tem face simples e quatro entradas, conforme ilustrado na Fig.7. Recomenda-se, para a distribuição da força de cintamento, o uso de uma grade de madeira, como a que também se vê na Fig. 7.

No caso do melão, o arranjo das embalagens no palete deve ser feito de forma a facilitar ao máximo o resfriamento do melão nas embalagens, bem como permitir a troca de ar, já que a produção de etileno durante a respiração do melão é bastante alta. Na Fig. 8 é apresentado um exemplo do arranjo das embalagens sugeridas na Tabela 2, no palete 1.000 X 1.200mm.

Além do seu arranjo adequado, as embalagens devem ser arrumadas para evitar a quebra da unidade de carga. Um exemplo de amarração para melão é apresentado na Fig. 9.

Já no caso de melão para os Estados Unidos, além de garantir a unidade de carga, sua amarração deve impedir a penetração de insetos, sem com isso prejudicar a troca de ar nas embalagens. Para tanto, utilizam-se normalmente uma tela de 2mm de densidade e um sistema de amarração como o que se vê na Fig. 10.

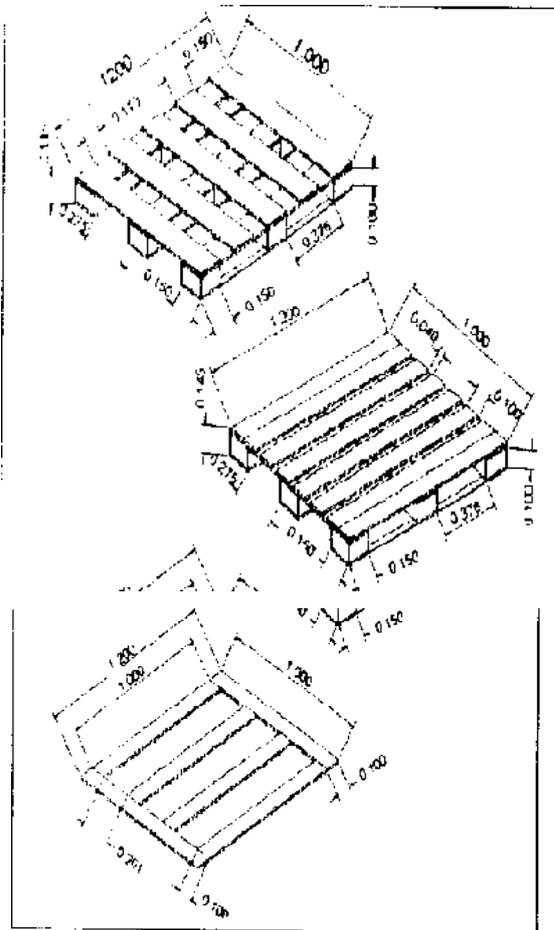


FIG. 10. Dois exemplos de paletes *one way* e grade para exportação de frutos.

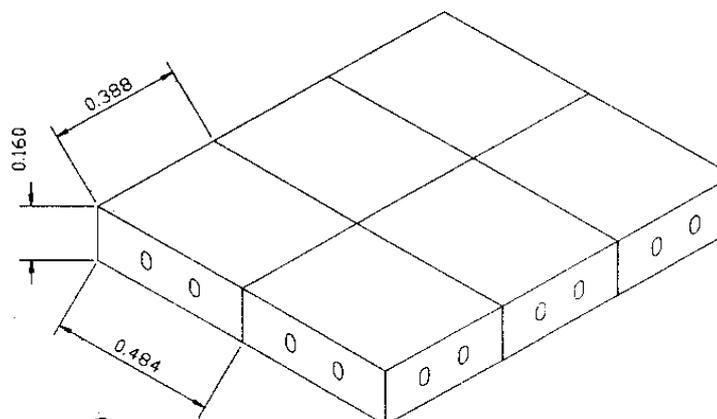


FIG. 8. Exemplo do arranjo de embalagens sugerida na Tabela 1, no palete padrão 1.000 x 1.200 mm. Observe-se como a disposição dos furos das caixas concorda com seu arranjo.

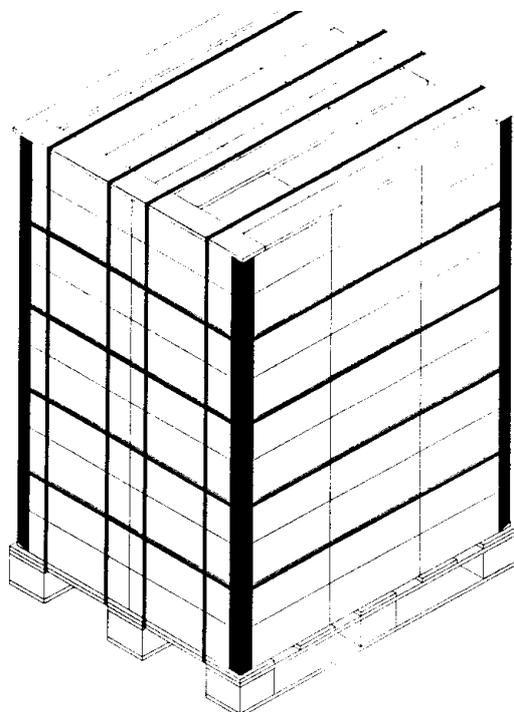


FIG. 9. Amarração da unidade de carga em que são usadas cintas, horizontais e verticais, bem como contêineres para distribuir a tensão.

3.8.4 TRANSPORTE

3.8.4.1 TRANSPORTE NA PROPRIEDADE

A variedade amarela não exige refrigeração. Sempre que possível, após a embalagem na “packing house”, a utilização de temperatura mais baixa ajuda na conservação pois a elevação da temperatura do melão sempre prejudica a sua qualidade final. Deve-se, ainda, tomar os seguintes cuidados do campo à “packing house”:

- Proceder cuidadosamente ao manuseio e ao transporte dos frutos, para evitar que sofram danos mecânicos.
- Fazer sempre o transporte pela manhã ou no final da tarde, quando a temperatura ambiente é mais amena.
- Encurtar ao máximo o tempo de transporte.

Da “packing house” ao porto de embarque deverão ser observado os cuidados descritos anteriormente e ainda deve-se cobrir o veículo com lona, de preferência de cor clara, deixando-se um espaço livre entre a cobertura e os produtos.

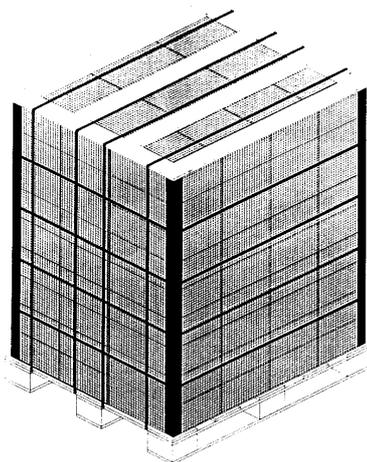


FIG. 10 Amarração da unidade de carga utilizando-se tela para impedir a penetração de insetos.

3.8.4.2 TRANSPORTE MARÍTIMO

Quando se fala em transportar a melão por via marítima, tem-se em mente o transporte de caixas paletizadas em navios com porão refrigerado ou em contêineres marítimos dotados de sistema de refrigeração: Con-Ari e Reefers.

O tipo Reefer se refere a contêineres refrigerados em que o frio é gerado em um sistema de refrigeração instalado no próprio contêiner e cujo acionamento pode ser elétrico ou feito por motor de combustão interna (gasolina ou diesel).

Nos contêineres refrigerados do tipo Con-Air o frio é gerado em um sistema de refrigeração instalado fora deles. Sua estrutura é dotada de uma entrada e uma saída de ar frio, responsável pela manutenção da temperatura interna do contêiner.

Em ambos os casos a altura máxima da carga não deve exceder 2,00m ou o limite indicado internamente no contêiner.

A temperatura dos contêineres durante o transporte da melão não deve ser superior a 15°C (variedade 'Casaba e Amarelo'), 13°C (variedade 'Honeydew') e 10°C ('Cantaloupe') para não acelerar sua deteriorização, e tampouco deve ser inferior a 10°C ('Casaba e Amarelo'), 5°C ('White Honeydew') e 2°C ('Cantaloupe') para se evitarem danos por injúria térmica do produto.

Em geral os contêineres são preparados para manter a temperatura da melão e não para resfriá-lo. Os frutos, portanto, devem estar a uma temperatura próxima à de estocagem e transporte, quando são acondicionados no porão ou no contêiner, cujo sistema de refrigeração, por sua vez, já deverá estar ligado para o resfriamento das paredes e do ar interior, ou o mesmo efeito será obtido com o uso de spray de nitrogênio líquido.

A renovação de ar nos porões e contêineres durante o transporte constitui um fator complicador no que respeita à manutenção da sua temperatura interna. No caso do melão ela é essencial e pode ser proporcionada pela abertura das janelas de renovação de ar pelo menos a cada 32 horas, à noite ou quando a temperatura exterior for baixa.

Na Figura 11 são apresentados exemplos de arranjos do palete 1.000 x 1.200mm nos contêineres de 20 e 40 pés.

3.8.4.3 TRANSPORTE AÉREO

No transporte aéreo os aspectos técnicos importantes são o tempo, a temperatura, a pressão atmosférica e a umidade relativa.

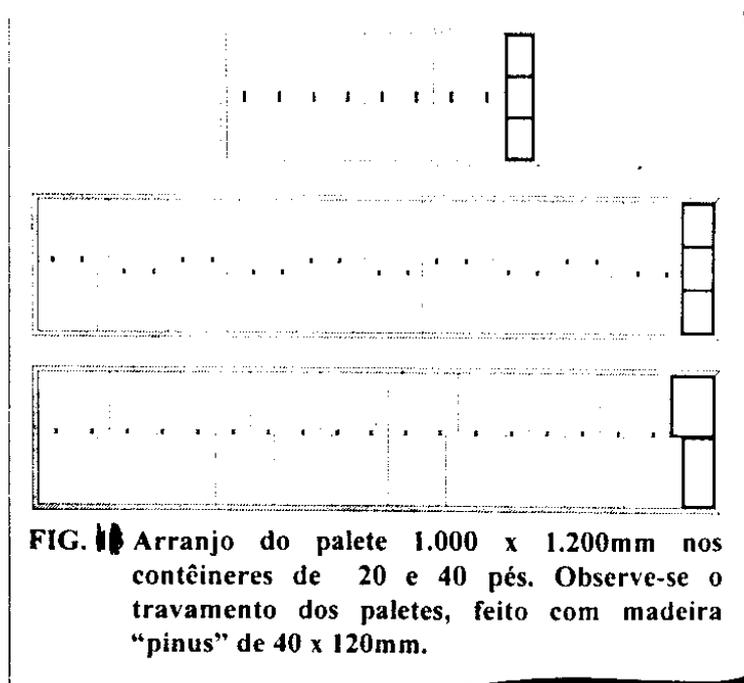


FIG. 10 Arranjo do palete 1.000 x 1.200mm nos contêineres de 20 e 40 pés. Observe-se o travamento dos paletes, feito com madeira "pinus" de 40 x 120mm.

3.8.4.4 TEMPO

A redução do tempo de transporte é sem dúvida o fator mais importante da exportação do melão por via aérea, uma vez que mesmo os vôos transatlânticos não levam mais que 14 horas para completar-se. Esse fator faz com que a preocupação com a conservação do melão durante o transporte se torne secundário.

Ao contrário do fator tempo, que diminui, o custo do transporte aéreo muitas vezes ultrapassa o somatório de todos os demais custos, quando o melão é colocado no mercado consumidor, o que inviabiliza a sua colocação em mercados nos quais seu preço não justifica tal investimento.

3.8.4.5 TEMPERATURA

A temperatura durante o voo pode ser controlada nos diferentes compartimentos das aeronaves, porém o compartimento principal de carga é em geral responsável por 70% da capacidade nominal de carga, que no Boeing 747 é de 120 toneladas e do DC-10 de 83 toneladas, para um volume cúbico máximo de localização de 760m³, no caso do Boeing 747, contra 467m³ do DC-10.

Os aviões têm capacidade instalada para manter durante o voo níveis de temperatura de até 7 °C em um dia extremamente quente (38 °C ao nível do mar) ou de 25 °C em um dia extremamente frio (- 50 °C ao nível do mar).

Também possuem condições de renovar até 40m³ de ar fresco por minuto, ou seja, renovar 14 vezes o volume total de ar a cada hora.

3.8.4.6 PRESSÃO ATMOSFÉRICA

Durante o voo a pressão atmosférica no interior dos aviões será sempre inferior à normal, apresentando valores de cerca de 600-650mmHg contra 760mmHg ao nível do mar. Isso causa um aumento de aproximadamente 20% na taxa de perda de água por parte das frutas em relação ao índice registrado em iguais condições de temperatura e umidade relativa, ao nível do mar.

3.8.4.7 UMIDADE RELATIVA

A umidade relativa do ar no interior dos aviões, que será sempre baixa, contribui, junto com a pressão atmosférica, para aumentar significativamente a taxa de perda de água pelo melão, quando transportado por via aérea.

3.8.4.8 PALETES AÉREOS

Os paletes aéreos mais usados no transporte de melão são os seguintes:

P1P: 3.180 x 2.240mm e 1.630mm de altura máxima utilizável
(compartimento secundário de carga) - 4.500kg carga máxima.

P6P: 3.180 x 2.430mm e 2.438mm de altura máxima
(compartimento principal de carga) - 4.500kg carga máxima.

P9P: 3.180 x 1.530mm e 1.630mm de altura máxima
(secundário) - 3.090kg carga máxima.

Na Fig. 12 são apresentados exemplos de arranjos do palete 1.000 x 1.200mm nos paletes aéreos P1P, P6P e P9P.

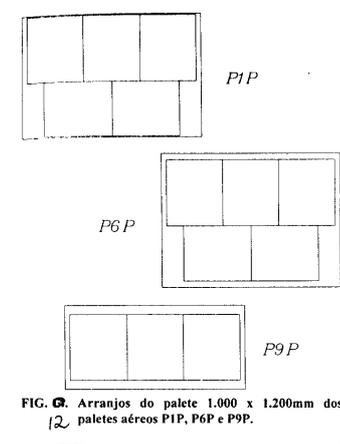


FIG. 12. Arranjos do palete 1.000 x 1.200mm dos paletes aéreos P1P, P6P e P9P.

3.8.4.9 COMPATIBILIDADE

No transporte de carga mista, os fatores determinantes da compatibilidade ou não do melão com outras frutas e produtos são a temperatura, o tempo de trajeto, a umidade relativa do ar, a taxa de respiração dos frutos e a sensibilidade destas ao etileno e ao CO².

No transporte aéreo, de modo geral, todos esses fatores são pouco sentidos, pelo fato de o tempo de viagem ser curto.

Já no transporte de cargas marítimas, que costumam levar entre duas e três semanas para chegar ao seu destino, é importante considerar o tipo de carga que será embarcada junto com o melão, tendo em vista o aspecto da compatibilidade entre eles.

O melão poderá ser transportado apenas com laranja e melancia como mencionado anteriormente.

3.8.4.10 MONITORAMENTO

Na medida do possível, o exportador brasileiro deve acompanhar bem de perto todos os procedimentos de preparo da carga, de transporte para o porto de embarque, de estocagem no porto e embarque no navio ou avião, procurando certificar-se de que a cadeia de frio e procedimentos padrões de embarque foram rigorosamente observados.

Por sua vez, antes de completar o desembarque, o importador deve checar a carga para comprovar se a mesma atende às especificações de qualidade, tamanho e embalagem.

A temperatura do melão em toda a extensão da carga deve ser tomada e se possível registrada. Tanto o exportador como o transportador devem ser notificados no caso de se encontrarem temperaturas fora das especificações.

3.9 EMBALAGEM E TRANSPORTE PARA GOIABA

A embalagem da goiaba deve protegê-la contra as lesões mecânicas decorrentes do manuseio, transporte e estocagem. Logo, deve ser projetada para suportar as cargas de compressão (estocagem e transporte) e para evitar a influência ou ocorrência de impactos externos, assim como de contusões, decorrentes do contato entre os frutos. Além disso, deve ser projetada de forma a permitir uma boa ventilação. Os frutos devem ser envolvidos individualmente, ou alternadamente, com papel de seda, sulfite ou similar, para diminuir o risco de dano por fricção. Podem ainda ser dispostos sobre algum material de acolchoamento, a exemplo de fitas de papel, para diminuir o atrito com o fundo da embalagem e os riscos de lesões por impacto.

Em geral, as goiabas são acondicionadas numa só camada; a embalagem preferida é de 3 a 3,5kg de peso líquido. O número de frutos por embalagem vai depender do seu tamanho, variando de 15 a 20. Normalmente são dispostos em três ou quatro fileiras, dependendo do número de unidades por embalagem.

Apesar da importância da embalagem em de frutos in natura em termos de sua apresentação, proteção e transporte, não existem normas e padrões internacionais quanto às características do material empregado, à sua resistência mecânica e às dimensões da

embalagem. A Tabela 1 apresentada as especificações recomendadas para embalagem destinadas à exportação de goiaba, considerando o peso líquido de 3kg.

Tabela 1. Especificações básicas da embalagem para exportação de goiaba (3kg de peso líquido)

Parâmetro	Especificação
Tipo de Caixa	Telescópica total (tampa 0422/fundo 0423)
Material	Papelão ondulado de parede simples, onda C
Dimensões internas* (mm)	Tampa: C = 373 Fundo: C = 365 L = 304 L = 280 A = 84 A = 80
Dimensões externas (mm)	Tampa: C = 397 Fundo: C = 373 L = 312 L = 304 A = 88 A = 84
Ventilação	
Área mínima	5% da embalagem total
Diâmetro mínimo dos furos	25mm
Empilhamento	18 caixas
Resistência mínima à compressão (kgf) (23oC/65%UR)	250

* Valores referentes à caixa telescópica total (0422/0423)

C = comprimento, L = largura, A = altura

A embalagem sugerida para a exportação de goiaba é a caixa de papelão ondulado tipo total (tampa e fundo) Figs 1 e 2. O papelão ondulado é o de parede simples, onda C.

A vantagem da caixa telescópica está na facilidade de abertura/fechamento e na sua resistência à compressão pela sobreposição da tampa ao fundo. Além disso, a tampa especificada apresenta boa área de impressão, que pode ser utilizada para valorizar a imagem do produto.

O tipo de caixa telescópica total especificado é fabricado pelo processo de corte a vinco, sendo a caixa montada por encaixe, o que elimina a necessidade de colas, fitas, etc.

Uma opção ao especificado é o emprego de caixa tipo peça única (envoltório), que utiliza menor quantidade de papelão e é montada por meio de linguetas de encaixe, dispensando o uso de grampos, cola ou fita (Fig. 3). Após formada, apresenta um rebordo estreito para ajudar no empilhamento. Esse rebordo, entretanto, pode chegar a cobrir quase totalmente o conteúdo da caixa e apresenta fundo duplo. Esse tipo de caixa geralmente possui linguetas na face superior, com os correspondentes orifícios no seu fundo, para servir de trava no empilhamento, o que dá boa estabilidade às pilhas, principalmente contra os esforços axiais.

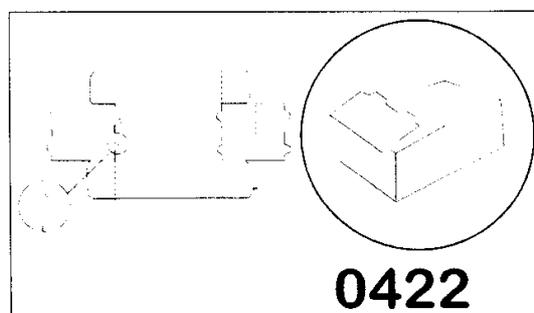


FIG. 3. Representação esquemática de caixa tipo telescópica - Código 0422 (usada como tampa).

27

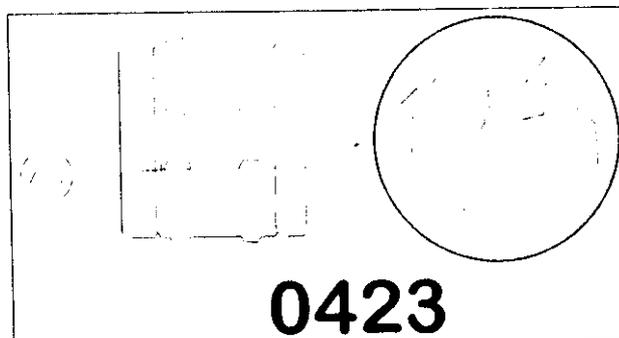


FIG. 3. Representação esquemática da caixa tipo telescópica - Código 0423 (usada como fundo).

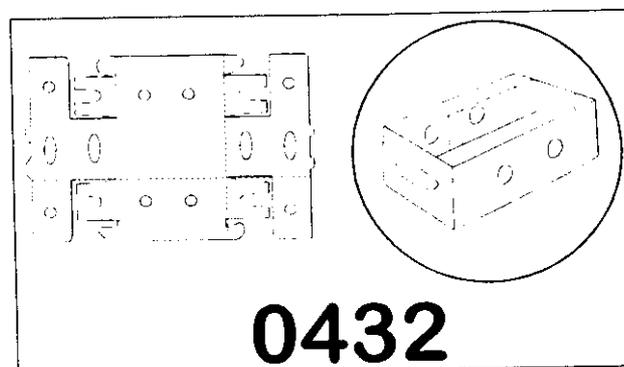


FIG. 4. Representação esquemática da caixa tipo peça única.

A gramatura dos componentes da estrutura de papelão ondulado usada para as caixas recomendadas para o acondicionamento de goiaba é a seguinte: o papel com uma gramatura média de 150 a 160g/m² e as capas em torno de 200 a 250g/m².

A gramatura do papelão ondulado não tem uma correlação direta com o desempenho da caixa no empilhamento. Dessa forma, o parâmetro mais importante é a especificação da resistência mínima da caixa à compressão, que no caso das caixas de goiaba para 3kg de peso líquido, nas dimensões especificadas, deve ser de 250kgf, considerando o transporte for aéreo ou o marítimo, manuseio severo, 90% de umidade relativo e um período de estocagem de três semanas, para um empilhamento colunar de 18 caixas.

A especificação do papelão ondulado deve incluir ainda o uso de adesivo à prova de umidade.

Para minimizar os problemas da absorção de umidade pelo papelão ondulado, devido às condições de transporte (normalmente baixa temperatura e alta umidade relativa), alguns exportadores aplicam revestimentos impermeabilizantes no papelão ondulado. Existem vários produtos para esse fim, sendo a parafina um deles.

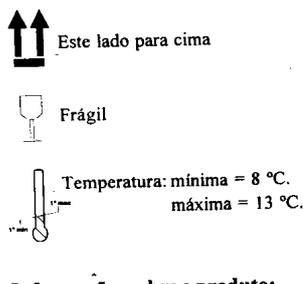
Outro recurso para reduzir os problemas causados pela absorção de água é o emprego do miolo resinado, ou seja, um papel miolo com baixa absorção de água (Cobb/120 seg médio de 30 a 40 g/m²).

Tendo em vista a preocupação generalizada com a reciclagem dos materiais, é aconselhável que o exportador verifique se o país de destino admite esses tratamentos impermeabilizantes.

Como a goiaba é um fruto climatérico e emana etileno, deve ser garantida uma ventilação eficiente. Portanto, a caixa de papelão ondulado deve ter pelo menos 5% de sua área total perfurada para ventilação, facilitando a renovação de ar. Os furos devem medir, no mínimo, 25mm de diâmetro e estar dispostos nas laterais da caixa, tendo-se o cuidado de colocá-los o mais distante possível das arestas, uma vez que estas são responsáveis por dois terços da resistência da caixa à compressão. É interessante também, a opção por furos de formato oval de maior área, o que permite a redução do número de perfurações. Os furos devem ser precisos, a fim de assegurar que coincidam tanto na montagem das caixas como no empilhamento e permitam uma ventilação eficiente.

3.9.1 ROTULAGEM

3.9.1.1 SÍMBOLOS DE MANUSEIO



- Este lado para cima
 - Frágil
 - Temperatura máxima: 8 °C
- Temperatura mínima: 13 °C

3.9.1.2 INFORMAÇÕES SOBRE O PRODUTO

- Origem (país, localidade, se relevante)
- Nome do produto : Guava – Goyave
- Cultivar
- Peso líquido
- Número de unidades na embalagem (opcional)
- Tamanho (expresso em termos de peso mínimo e máximo)
- Fase de maturação
- Data de acondicionamento (aberta ou em código)
- Peso bruto (kg) e desvio máximo (%)
- Exportador ou embalador: nome e endereço ou código autorizado.
- Produtor: nome e endereço ou código

Na figura 4, encontra-se sugestão de rotulagem para a embalagem de goiaba.

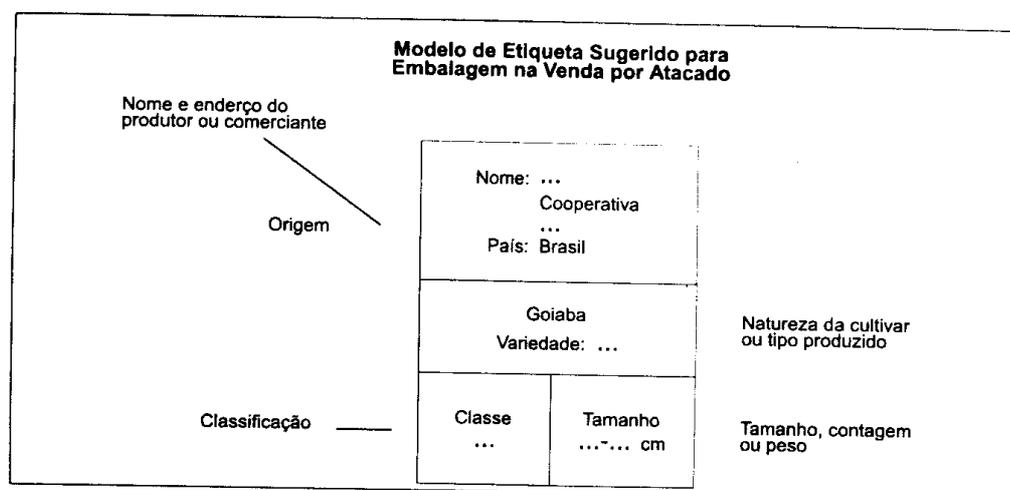


FIG. 4. Sugestão de modelo para rotulagem da embalagem de goiaba

3.9.2 PALETIZAÇÃO

Desde sua introdução até o presente, a utilização do palete no mercado brasileiro está voltando para a movimentação e a armazenagem de produtos internamente nas indústrias. Numa análise mais profunda, verifica-se que os principais motivos para que o palete não seja utilizado para distribuição e transporte dos produtos são a grande diversidade de dimensões e tipos encontrados no mercado brasileiro; a falta de padronização das carrocerias dos caminhões que circulam no Brasil; e a falta de padronização dos equipamentos de movimentação de cargas. Pode-se concluir ainda que a falta de padronização das carrocerias e equipamentos de movimentação advém, principalmente, da falta de padronização dos paletes e, um pouco mais além, das unidades de carga em nosso país.

Quando se fala em padronizar um palete para movimentação, estocagem e distribuição de produtos, tem-se que considerar as etapas a serem cumpridas, as quais podem ser resumidas como se segue:

1. Padronização das dimensões planas do palete
2. Padronização das características de construção do palete.
3. Padronização da unidade de carga
4. Padronizações dos meios de transporte.

Unidade de carga é definida como o grupamento de volumes isolados, arranjados de forma a possibilitar a movimentação mecanizada do conjunto, permitindo uma maior eficiência nas operações de estiva e desembarço das mercadorias.

No caso de cargas paletizadas, o arranjo das mercadorias se dá na superfície do palete. Uma vez que essa superfície é padrão aos mais diversos usuários da cadeia, essas unidades de carga terão sempre a mesma base (ou seja, o palete). Resta a definição de dois parâmetros: a altura e o peso máximo de uma unidade de carga.

A altura de uma unidade de carga implica numa maior ou menor estabilidade da mesma e permite um o correto dimensionamento das estruturas porta-palestes, noutras implicações.

Estudos e observações efetuados nos sistemas de distribuição brasileiro, europeu e americano permitem sugerir que uma altura limite de 1,80m atenda a uma grande parcela dos produtos pertencentes às cadeias de distribuição.

O peso de uma unidade de carga implica numa maior ou menor agilidade com que a mesma é movimentada horizontalmente e, sobretudo, verticalmente.

Com base nos equipamentos de movimentação de materiais, nas alturas em que estas cargas são posicionadas e na lei da balança (limite de carga por eixo do caminhão), verifica-se que um peso limite de 1 tonelada por unidade de carga atenda às exigências da maioria dos sistemas de distribuição. Em nível internacional, os paletes mais utilizados variam de país para país.

Nos Estados Unidos, os paletes padrões de maior circulação são o 44" x 44" (1.118 x 1.118mm) e o 48" x 40" (1.219 x 1.016mm). No Mercado Comum Europeu, os paletes padrões de maior circulação são o ISO 01, isto é, 800 x 1.200mm e o ISO 02, ou seja, 1.000 x 1.200mm.

É fácil perceber que o palete 48" x 40", americano, em muito se aproxima do ISO 02 europeu, não existindo, em princípio, muitos problemas no uso do ISO 02 para o mercado americano. Já o palete 44" x 44" se aproxima do 1.100 x 1.100mm utilizado em alguns países, porém, sem expressão no mercado europeu.

No caso do palete 800 x 1.200mm, de circulação exclusiva na Europa, muitas vezes é identificado como Europallet.

3.9.2.1 ASPECTOS CONSTRUTIVOS

A construção do palete deve agraciar o de uso do mesmo, ou seja, se é um palete multiviagem ou de viagem única (one way).

Um palete multiviagem é de construção robusta, utilizando madeiras nobres na sua confecção ou outros materiais duráveis, além de possuir um desenho que permita características melhores de resistência à flexão e ao choque. Esse tipo de palete só será economicamente utilizado na exportação quando existir um acordo técnico-econômico entre os importadores e exportadores. O mesmo deve atender às exigências da cadeia de

paleta poll, normalmente existente nos principais países importadores. Isso possibilita que o importador reembolse ao exportador o investimento efetuado na aquisição desse tipo de paleta.

Devido à dificuldade de obtenção de tal acordo, o paleta normalmente utilizado para exportação é o de viagem simples, o qual deve ter resistência para suportar uma única viagem e, portanto, deve ser economicamente dimensionado para que não haver desperdício de um superdimensionamento, nem ocasionar perdas provocadas por um subdimensionamento.

O paleta mais comum é confeccionado em pinus, de face simples e quatro entradas, conforme ilustrado na Fig. 5. Também é recomendado o uso de uma grade de madeira, para a distribuição da força de cintamento, apresentada na Fig. 5.

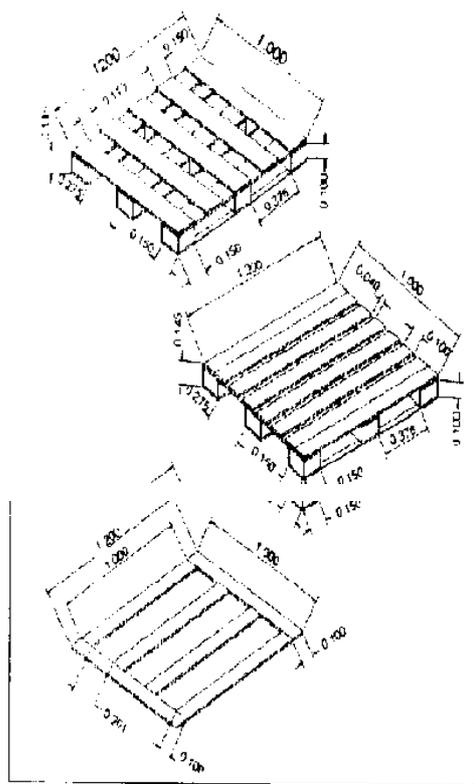


FIG. 5. Dois exemplos de paletes *one way* e grade para exportação de frutos.

A goiaba é um fruto que deve ser transportado de preferência entre 8 e 12 °C. Assim, o arranjo das embalagens no paleta deverá ser executado de forma a facilitar ao

máximo o resfriamento dos frutos nas embalagens, além de permitir uma troca de ar suficiente.

Na Fig. 6 é apresentada uma sugestão de arranjo sobre o palete 1.000 x 1.200 para a embalagem especificada.

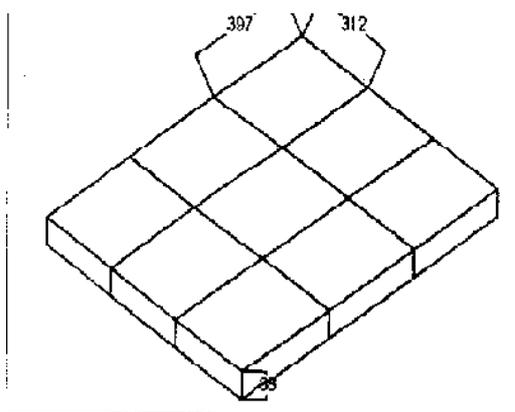


FIG. 6. Exemplo de arranjo da embalagem sugerida na Tabela 1, no paleta padrão 1000 x 1200mm.

Além do arranjo, as embalagens devem ser evitadas para se evitar a quebra da unidade de carga. No caso de frutos não-fumigados, a amarração da carga deve, ainda, garantir a troca de ar pelas embalagens. Um exemplo de amarração para goiaba não-fumigada é apresentado na Fig. 7.

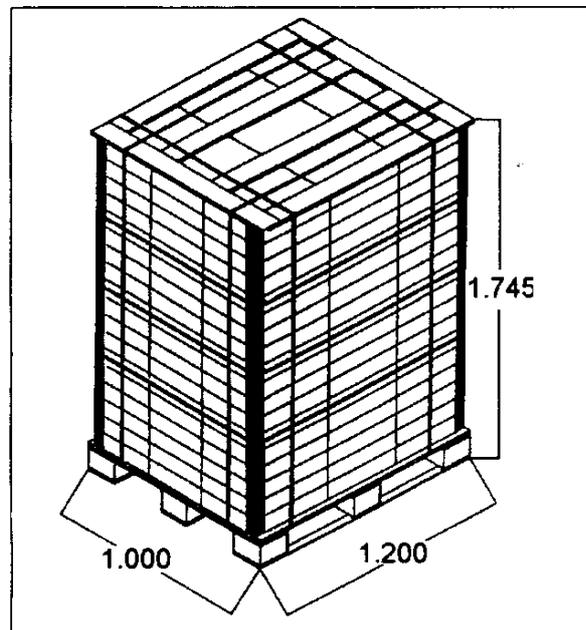


FIG. 22. Amarração da unidade de carga utilizando cintas 7 horizontais e verticais, bem como cantoneiras para distribuição de tensão.

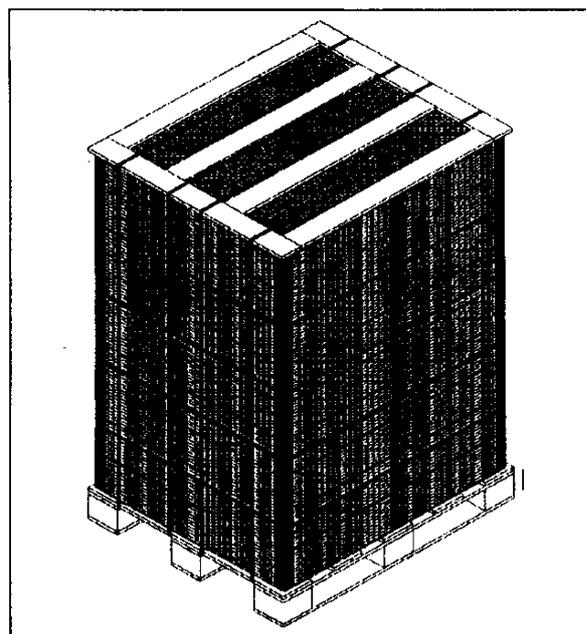
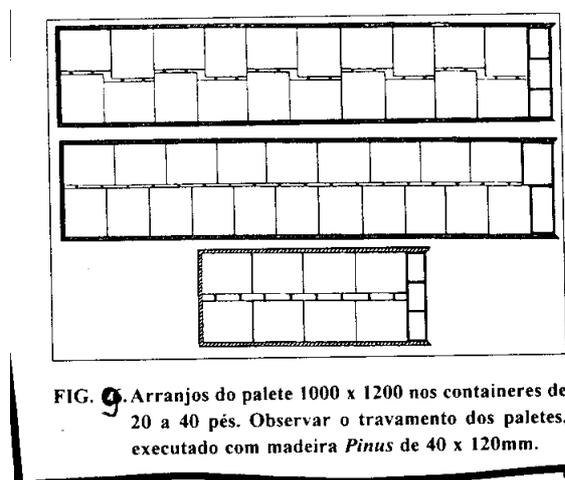


FIG. 23. Amarração da unidade de carga utilizando tela 8 contra a penetração de insetos.

Já no caso de goiaba fumigadas, a amarração da carga deve, além de garantir a unidade de carga, evitar a penetração de insetos, sem com isso prejudicar a troca de ar nas

embalagens. Para isso, é normalmente utilizada uma tela de 2mm de espessura, seguida de um sistema de amarração como se vê na Fig. 8.



3.9.3 TRANSPORTE

Como a goiaba é um produto que exige refrigeração para sua conservação, os cuidados no transporte devem começar com a coleta do fruto no campo, onde uma vez completada a carga de uma caixa, a mesma deve ser imediatamente colocada à sombra, visando não elevar a temperatura do fruto, o que provocaria prejuízos ao resfriamento e conservação.

O transporte para o packing house, sempre que possível, deve ser feito em veículos com sistema de refrigeração, fazendo com que este já faça parte do sistema de resfriamento do fruto. Quando não for possível o uso de veículos refrigerados, cuidados devem ser tomados para evitar ao máximo a elevação da temperatura da goiaba, o que mais uma vez prejudica sua qualidade final. Alguns desses cuidados devem ser:

- Manuseio e transporte cuidadosos, evitando danos mecânicos ao fruto;
- Cobertura do veículo com lona, de preferência de cor clara, deixando espaço livre entre a mesma e os produtos.
- Evitar que no arranjo das caixas de colheita, a ventilação entre elas seja prejudicada.

- Não permitir que o fundo da caixa superior entre em contato com os frutos da inferior.
- Sempre realizar o transporte pela manhã ou no final da tarde, quando as temperaturas ambientais são mais baixas
- Encurtar ao máximo o tempo de transporte.

3.9.1 TRANSPORTE MARÍTIMO

Quando se fala em transporte marítimo para goiaba, fala-se em transporte de caixas paletizadas, em contêineres marítimos com sistema de refrigeração. Os contêineres marítimos mais utilizados são o de 40 pés de comprimento (preferido pelo mercado americano) e o de 20 pés (preferido pelo mercado europeu). Dentre estes, os comumente utilizados na exportação de frutos são os tipos Reefer e Con-Air.

O tipo Reefer se refere a contêineres refrigerados, onde o frio é gerado num sistema de refrigeração instalado no próprio contêiner, sendo que o acionamento do mesmo pode ser elétrico ou por motor de combustão interna (gasolina ou diesel). Suas medidas internas são: (40 pés) 11.574mm de comprimento, 2.282mm de largura e 2.527mm de altura.

O tipo Con-Air se refere a contêineres refrigerados, onde o frio é gerado num sistema de refrigeração instalado fora do contêiner, ou seja, este possui uma entrada e uma saída de ar gelado, responsáveis pela manutenção da temperatura interna do contêiner. Suas medidas internas médias são: (40 pés) 11.840mm de comprimento, 2.250mm de largura e 2.221mm de altura.

Em ambos os casos, a altura máxima da carga não deve ultrapassar 2m, sendo 1,80m a altura de carga sugerida.

A temperatura dos contêineres no transporte apenas de goiaba não deve ser superior a 13°C, para não acelerar sua deterioração, e também não deve ser inferior a 8°C, para evitar lesão térmica do produto.

Os contêineres normalmente são dimensionados para manter a temperatura da goiaba e não para resfriá-la, portanto, a mesma deve estar a uma temperatura próxima à

de estocagem e transporte quando acondicionada no contêiner, que, por sua vez, já deve ter seu sistema de refrigeração ligado para o resfriamento das paredes e do ar interior, ou o mesmo efeito conseguido com o uso de spray de nitrogênio líquido.

A renovação de ar dos contêineres durante o transporte constitui um fator complicador na manutenção da temperatura interna dos mesmos. No caso da goiaba, ela é importante, e pode se dar por aberturas breves das janelas de renovação de ar dos contêineres a cada 32 horas, à noite ou quando a temperatura exterior for baixa.

Na Figura 9 apresentam-se exemplos de arranjos do palete 1.000 x 1.200mm nos contêineres de 20 e 40 pés e na Figura 10 as propriedades e condições recomendadas para o transporte marítimo de goiaba sob refrigeração.

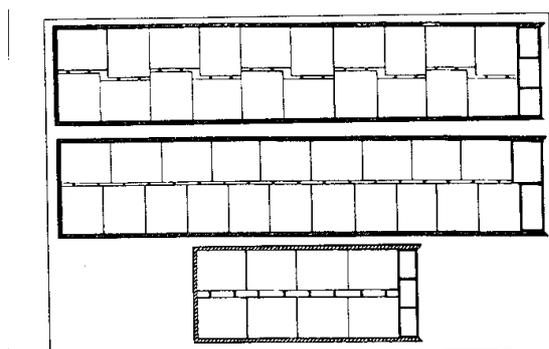


FIG. 9. Arranjos do paleta 1000 x 1200 nos contêineres de 20 a 40 pés. Observar o travamento dos paletes, executado com madeira *Pinus* de 40 x 120mm.

3.9.2 TRANSPORTE AÉREO

No transporte aéreo os aspectos técnicos importantes são o tempo, a temperatura, a pressão atmosférica e a umidade relativa.

3.9.3 TEMPO

A redução do tempo no transporte aéreo é, sem dúvida, o fator mais importante para seu uso no transporte de goiaba, sendo que mesmo os vôos transatlânticos não levam mais que quatorze horas para serem completados. Esse fator faz com que a preocupação com a conservação da goiaba durante o transporte se torne secundária.

Ao contrário do fator tempo, que diminui o custo do transporte aéreo, muitas vezes ultrapassa a somatória de todos os outros custos, quando a goiaba é colocada no mercado consumidor, o que inviabiliza a sua colocação em mercados nos quais seu preço não justifica tal investimento.

3.9.4 TEMPERATURA

A temperatura durante o vôo pode ser controlada nos diferentes compartimentos das aeronaves, porém, o compartimento principal de carga é normalmente responsável por 70% da capacidade nominal de carga, que no Boeing 747 é de 120 toneladas e no DC-10 de 83 toneladas, para um volume cúbico máximo de utilização de 760m³, no caso do Boeing 747, contra 467m³ do DC-10.

Os aviões têm capacidade instalada para manter durante o vôo uma temperatura de até 7 °C num dia extremamente quente (38 °C ao nível do mar) ou 25 °C em um dia extremamente frio (- 50 °C ao nível do mar).

Também possuem condições de renovar até 40m³ de ar fresco por minuto, isto é, renovar quatorze vezes o volume total de ar a cada hora. Isso faz com que, tecnicamente, o transporte aéreo seja altamente recomendado para a goiaba.

3.9.5 PRESSÃO ATMOSFÉRICA

Durante o vôo, a pressão atmosférica no interior dos aviões será sempre inferior à normal, assumindo valores em torno de 600 a 650mmHg contra 760mmHg ao nível do mar, isso causa um aumento de aproximadamente 20% na taxa de perda de água dos frutos à mesma temperatura e umidade relativa.

3.9.6 UMIDADE RELATIVA

A umidade relativa do ar no interior dos aviões, que será sempre baixa, contribuindo com a pressão atmosférica para aumentar significativamente a taxa de perda de água da goiaba quando transportada por via aérea.

3.9.7 PALETES AÉREOS

Os paletes aéreos de maior utilização no transporte de goiaba são:

P1P: 3.180 x 2.240mm e 1.630mm de altura máxima utilizável (compartimento secundário de carga), 4.500kg carga máxima.

P6P: 3.180 x 2.430mm e 2.438mm de altura máxima (compartimento principal de carga), 4.500kg carga máxima.

P9P: 3.180 x 1.530mm e 1.630mm de altura máxima (secundário), 3.090kg carga máxima.

Na Fig. 11 são apresentados exemplos de arranjos do palete 1.000 x 1.200mm nos paletes aéreos P1P, P6P e P9P.

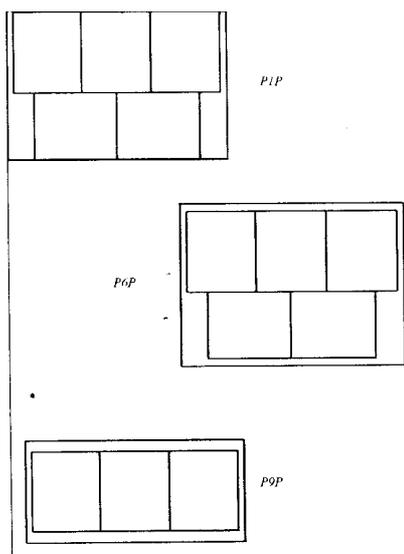


FIG. 11. Arranjos do palete 1000 x 1200mm nos paletes aéreos P1P, P6P e P9P.

3.9.8 COMPATIBILIDADE

No transporte de carga mista os fatores determinantes da compatibilidade entre diferentes frutos e produtos são a temperatura, o tempo de trajeto, a umidade relativa, a taxa de respiração e a sensibilidade ao etileno e ao CO².

Normalmente, no caso de transporte aéreo, todos esses fatores são pouco sentidos, uma vez que o tempo de trajeto é curto, auxiliado por uma operação aeroportuária ágil e eficiente.

Já no caso de transporte marítimo, com um tempo de trajeto de até três semanas, é importante considerar o tipo de carga que será embarcada em conjunto com a goiaba, visando a compatibilidade da mesma.

A goiaba pertence ao grupo de frutos que são estocados e transportados em temperaturas em torno de 12 °C, apresentando problemas de lesões por frio a baixas temperaturas e uma vida útil reduzida em temperaturas superiores às indicadas. Além da temperatura, o grupo de produtos compatíveis com a goiaba deve ser transportado a uma umidade relativa entre 85 a 90%.

Fazem parte do grupo da goiaba: banana, berinjela, grapefruit, abacaxi, manga, azeitonas, melão (Honeydew) e tomates.

3.9.9 MONITORAMENTO

O exportador brasileiro deve acompanhar o máximo possível todos os procedimentos de preparo da carga, transporte para o porto de embarque, estocagem no porto de embarque e embarque da carga no navio ou avião, procurando se certificar que a cadeia de frio e procedimentos padrões sejam seguidos rigorosamente.

Por outro lado, antes de completar o desembarque, o importador deve checar a carga, para determinar se a mesma se encontra de acordo com as especificações de qualidade, tamanho e embalagem.

A temperatura da goiaba, ao longo da carga, deve ser tomada (Fig.12) e se possível gravada. O exportador, juntamente com o transportador devem ser notificados em caso de temperaturas fora da especificada.



FIG. 12. Medição da temperatura da polpa da goiaba refrigerada.

TÓPICO 04

4.1. INTRODUÇÃO

Frutos e hortaliças, em geral, necessitam ser armazenados, para balancear as flutuações do mercado entre a colheita e a comercialização diária, podendo ainda ser armazenados a longo, para aumentar o período de comercialização, após o final da estação de colheita.

A comercialização da maioria dos vegetais frescos pode ser prolongada pelo armazenamento imediato dos mesmos, em atmosféricas que mantenham sua qualidade. Portanto, o armazenamento visa minimizar a intensidade do processo vital dos frutos e hortaliças, através da utilização de condições adequadas, que permitam uma redução no metabolismo normal, sem alterar a fisiologia do produto. Dessa forma, evita-se o brotamento, a germinação de sementes, o ataque de patógenos, as injúrias fisiológicas etc.

O grau de perecibilidade dos frutos e hortaliças está relacionado com a sua fase de desenvolvimento. Produtos que se desenvolvem rapidamente como os morangos, são mais perecíveis que os que possuem desenvolvimento lento, como as maçãs; contudo, outros fatores também influenciam a duração do armazenamento, dentre eles destacam-se: taxa respiratória, produção de etileno, perda d'água, deterioração, danos mecânicos, temperatura no armazenamento e temperatura durante a comercialização propriamente dita. Estes fatores estão ligados ao produto (fruto/hortaliça). Além desses fatores, as condições ambientais desejadas podem ser obtidas através do controle de temperatura, da circulação de ar e da umidade relativa.

Assim sendo, destacam-se como principais objetivos do armazenamento:

- redução da atividade biológica do produto, mantendo a temperatura em níveis que não sejam prejudiciais.
- redução do crescimento de microrganismos, mantendo a temperatura baixa e minimizando a umidade superficial do produto.
- redução de perda d'água, pela diminuição das diferenças entre a temperatura do ar e a do produto, bem como mantendo elevada umidade no ambiente de armazenamento.

Contudo, não se deve esquecer que o produto a ser armazenado deve estar na melhor condição e qualidade possíveis, para que o armazenamento possa ser o mais prolongado. Portanto, deve-se levar em consideração:

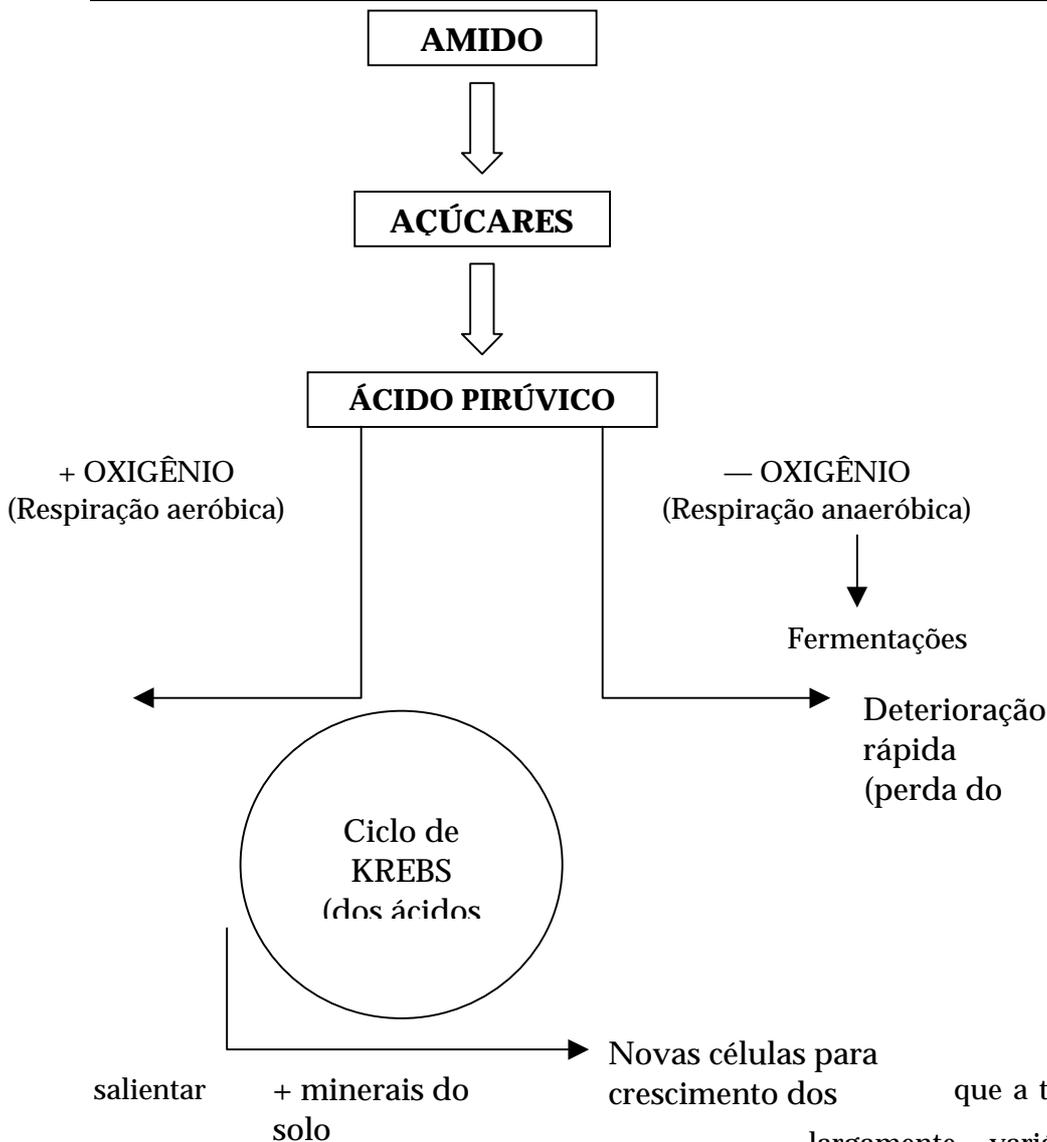
- Isenção máxima de danos mecânicos e doenças.
- Isenção de infecção insipiente.
- Pré-resfriamento e embalagem adequados, imediatamente após a colheita.

4.2. FATORES QUE INFLUENCIAM O ARMAZENAMENTO RELACIONADO AO PRODUTO

4.2.1 TAXA RESPIRATÓRIA

O processo respiratório de produtos vegetais é trazido por uma série completa de reações químicas, dentre os quais destaca-se principalmente a conversão de amido e açúcares, que são armazenados nos tecidos, em dióxidos de carbono e água, sempre na presença de oxigênio atmosférico. (figura 1). Se assimilação do oxigênio for restrita ou prejudicada, a respiração normal não acontecerá, acontecendo portanto a denominada respiração anaeróbica com a conseqüente fermentação e destruição do produto. O calor liberado pela respiração é parte da energia originalmente armazenada pelo vegetal durante o processo da fotossíntese.

A respiração é regulada por ação catalítica de enzimas específicas. Essas enzimas são sensíveis à temperatura e aumentam suas atividades de 2 a 4 vezes para cada aumento de 10°C de temperatura até à temperatura de 30°C. Acima desta temperatura a taxa respiratória começa a diminuir, acontecendo a morte do produto por altas temperaturas. A temperatura portanto passa a ser fator determinante no armazenamento de produtos vegetais.



É importante que a taxa respiratória é largamente variável para cada produto, e mesmo para diferentes variedades de uma mesma espécie. A Figura 2 ilustra o comportamento respiratório de várias espécies sob diferentes temperaturas. Desta forma, o controle de temperatura da espécie precisa ser iniciado imediatamente após a colheita, quando a deterioração pode ser iniciada, principalmente naqueles com alta perecibilidade. Nesse caso, o processo de resfriamento deve ser iniciado imediatamente, como por exemplo, no morango que deve ser resfriado, no máximo 2 horas após a colheita (Figura 3), pois quanto maior o tempo em temperatura elevada, menor seu tempo de comercialização. Já a maçã, que tem baixas taxas respiratórias e de perda d'água, pode ser

efetivamente comercializada, mesmo que sejam necessários entre 1 a 2 dias para que os frutos alcancem a temperatura ideal de resfriamento.

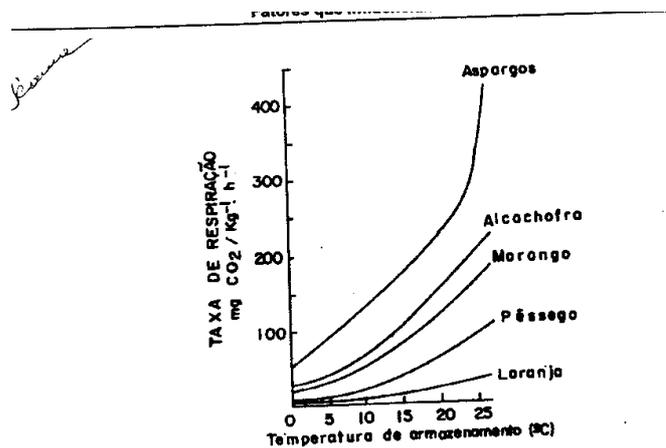


FIGURA 2: Efeito da temperatura de armazenamento sobre a taxa de respiração de alguns frutos e hortaliças (Adaptado de HARDENBURG, WATADA & WANG, 1986).

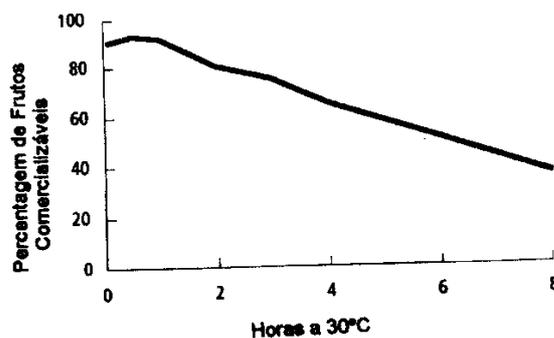


FIGURA 3: Efeito da demora do tempo de resfriamento na qualidade de comercialização de morangos.

4.2.2 PERDA D'ÁGUA

Tanto o murchamento como os enrugamentos danificam os produtos vegetais seriamente e de forma irreversível, tornando-se não comercializáveis. Alguns deles, em especial as folhosas estarão inapropriados para o consumo quando perdem em torno de 3% de água em relação ao seu peso. Por outro lado, outros produtos só mostram sintomas específicos quando o percentual de perda de d'água é mais elevado, à exemplo de batatas e pêssegos. Além disso, a perda de água também provoca outros danos como: enfraquecimento das células tornando-se mais suscetíveis ao ataque de microrganismos podendo resultar em maior produção de etileno e perda de clorofila, causando o amarelecimento inadequado de muitos produtos.

A água é perdida dos produtos vegetais em forma de vapor d'água. Os tecidos desses produtos são compostos por células interconectadas por espaços de ar intercelulares saturados com vapor d'água, mantendo assim a atmosfera saturada dentro do produto (Figura 4). O vapor d'água se move para a atmosfera externa através de lenticelas, estômato, áreas injuriadas ou diretamente pela cutícula.

A taxa de perda de umidade também é influenciada pela relação área/volume do produto. Perecíveis como folhosas têm, por exemplo, uma alta taxa de área superficial em relação ao volume, razão pela qual sua perda d'água acontece muito mais rapidamente que em frutos ou outras hortaliças.

O efeito global dos mecanismos fisiológicos de perda d'água e relação superfície/volume do produto é denominado transpiração. Assim produtos com alto coeficiente de transpiração, ou seja, com grande potencial de perda d'água devem ser cuidadosamente protegidos contra a desidratação através de embalagens resistentes a umidade, tais como sacos de polietileno.

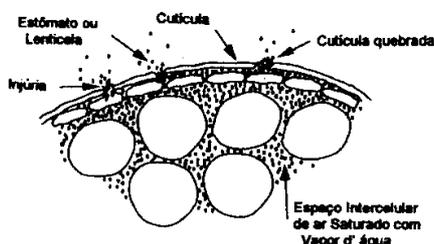


FIGURA 4: Rotas primárias de perda d'água em produtos frescos.

4.2.3 DETERIORAÇÃO POR MICRORGANISMOS

As temperaturas durante a colheita dos produtos vegetais são geralmente as mais favoráveis para criarem condições ótimas para o desenvolvimento de microrganismos que deterioram os produtos. Assim, o rápido manuseio e o resfriamento minimizam as condições de desenvolvimento desses microrganismos. Muitos patógenos, pós-colheita, como *Botrytis cinérea* (fungo cinza), *Penicillium expansum* (fungo azul), *Alternaria alternata*, *Cladosporium herbarum* e *Monilina fructicola* (podridão marrom de frutos de caroços), continuam crescer muito lentamente mesmo em temperatura abaixo de 0°C. Outros fungos, também relacionados à deterioração, como *Rhizopus stolonifera* e *Aspergillus niger*, não crescem à temperatura abaixo de 5°C. De uma forma geral, temperatura baixa pós-colheita são de importância fundamental no controle das deteriorações por microrganismos.

4.2.4 DANOS CAUSADOS POR ETILENO

O etileno (C₂H₄) é um gás produzido pelos vegetais, considerado como hormônio, pelo fato de ser produzidos em pequenas quantidades e ser encontrados em quase todas as partes do vegetal. Ele pode ser tanto importante ou benéfico, como também maléfico em alguns casos. Ele induz o amadurecimento em frutos e sintomas de envelhecimento como, por exemplo, a perda da cor verde e perda da textura. Alguns exemplos são bem marcantes, como concentrações em torno de 1ppm podendo causar perda de cor em pepinos e folhosas. Alguns produtos, como o Kiwi quando submetidos à exposição de

0,02ppm de etileno por 6 horas, têm sua textura danificada. Temperaturas baixas podem, portanto reduzir os danos do etileno sobre os produtos. Para a maioria dos produtos o efeito máximo do etileno ocorre quando a temperatura do produto está entre 16 a 21°C.

Existem muitas maneiras de se minimizar o efeito de concentrações maiores de etileno. Dentre elas, destaca-se ventilação periódica na câmara com ar externo e utilização de materiais absorventes de etileno.

Níveis de etileno em cerca de 100ppm por 1 a 3 dias são usados comercialmente para amadurecimento rápido de bananas, tomates e abacates. Esta dose também melhora a textura e uniformidade do amadurecimento de pêras da variedade Bartlett. Laranjas de algumas variedades que não desenvolvem cor, se expostas a 2 ou 5ppm de etileno por diversos dias, podem ter sua clorofila quebrada mostrando em seguida sua coloração pelo aparecimento dos carotenóides.

4.2.5 DANOS MECÂNICOS

Amassamentos, cortes, abrasões e outras injúrias causam perdas irreparáveis nos produtos, tanto durante a distribuição como na comercialização. Esses danos aumentam a taxa respiratória e freqüentemente induzem a produção de etileno que por vez causa rápida liberação de calor e rápido amadurecimento diminuindo a vida de prateleira do produto, acelerando a perda d'água. Esses danos mecânicos também rompem a barreira natural de unidade do produto, acelerando a perda d'água. Além disso, as áreas danificadas constituem porta de entrada para os microrganismos.

A temperatura tem efeito notável, mais ao mesmo tempo, contraditório sobre a suscetibilidade do produto nas injúrias mecânicas. Muitos produtos são mais suscetíveis aos danos por compressão e impactos quando estão à temperaturas baixas. Cuidados no manuseio durante a operação de embalagem devem ser observados para evitar quaisquer danos. Imediatamente após esta operação os produtos devem sofrer o processo de resfriamento.

Ao contrário dos danos provocados por impactos e compressão, aqueles provocados por vibração acontecem mais às temperaturas mais elevadas principalmente

durante o transporte. Assim, os danos por vibração durante o transporte podem ser evitados, além da utilização de temperaturas baixas adequadas, utilizando também suspensões adequadas em caminhões, embalagens de frutos em sacos de polietileno, não transportar produtos mais sensíveis aos impactos por vibração na parte traseira do caminhão onde os níveis de vibrações são maiores ou então imobilizar os produtos com técnicas de empacotamento específicas.

4.2.6 CONGELAMENTO E RESFRIAMENTO

4.2.6.1 CONGELAMENTO

O armazenamento dos produtos frescos que não são susceptíveis a injúrias pelo frio é feito em temperatura um pouco superior à do ponto de congelamento. O ponto de congelamento de frutos e hortaliças frescos é levemente inferior a 0°C, pelo fato do suco ser uma solução com diferentes solutos (ácidos, açúcares, vitaminas etc), o que reduz o ponto de congelamento. Como os principais sólidos solúveis são açúcares, quanto mais doce o produto, mais baixo será o seu ponto de congelamento.

A temperatura de congelamento é aquela na qual ocorrem formações de cristais de gelo nos tecidos e pode variar com a cultivar e com as condições do cultivo. Dessa forma se estabelece uma temperatura média para cada cultivar, porém, a melhor forma de prevenção do congelamento é utilização da temperatura mais alta que a de congelamento. A temperatura crítica de congelamento pode variar de país a país, devido as condições climáticas durante a época do desenvolvimento dos produtos. A injúria também pode ocorrer se o produto for mantido por períodos longos no armazenamento, mesmo quando a temperatura ideal é mantida.

O congelamento dos tecidos pode ocorrer em diferentes etapas. Os primeiros cristais de gelo são formados pela umidade na superfície das paredes celulares e depois eles crescem nos espaços intercelulares. A pequena massa de gelo atua como superfície de condensação para a água, que, emigra através da parede celular, em resposta ao gradiente da pressão de vapor. À medida que os cristais de gelo crescem, as células desidratam e

enrugam. Esse processo não é letal, porém, quando ocorre o congelamento intracelular, ocorre ruptura no núcleo da célula, sendo o processo sempre fatal. No descongelamento, as células sofrem colapso com exudação de líquido. Dessa forma os tecidos injuriados quando descongelados, perdem a rigidez e aparecem encharcados. As células danificadas não só perdem sua resistência à desidratação como também às infecções microbianas. O congelamento também pode conduzir ao desenvolvimento de odores fortes e estranhos após a cooção, no caso de hortaliças, como o brócole.

A suscetibilidade a esse tipo de injúria é muito variável. Alguns produtos podem ser congelados e descongelados algumas vezes apresentando pouco ou nenhum sintoma de injúria, enquanto que outros ficam injuriados mesmo por um leve congelamento como no caso de tomates. A severidade da injúria também é função do tempo e temperatura de exposição do produto. Eles podem ser agrupados, quando a suscetibilidade a injúrias pelo congelamento nas seguintes categorias:

Grupo 1 – mais suscetível: Aspargos, abacate, banana, bagas em geral, pepino, berinjela, limão, alface, lima, quiabo, pêssego, pimentão, ameixa, batata, abóbora e tomate.

Grupo 2 – modernamente suscetível: maçã, brócole, repolho verde, cenoura, couve-flor, aipo, uva, cebola, laranja, salsa, pêra, ervilha, rabanete e espinafre.

Grupo 3 – menos suscetível: beterraba, repolho maduro, tâmara e nabo.

O grupo 1 corresponde a produtos que se tornam injuriados mesmo por um leve congelamento. O grupo 2 corresponde àqueles que se recuperam após um ou dois congelamentos leves e grupo 3 corresponde a produtos que podem ser levemente congelados, várias vezes, sem dano considerável. Deve-se salientar que o congelamento reduz o período de armazenamento, devendo, portanto, ser evitado.

4.2.6.2 RESFRIAMENTO

A conservação de produtos vegetais pelo frio pode acarretar uma série de problemas fisiológicos; os quais tornam-se visíveis após o prolongamento do armazenamento, ou após a retirada desses produtos da frigoconservação.

As desordens pelo frio ocorrem em produtos de origem tropical, ou subtropical que são sujeitos a transtornos metabólicos quando expostos a temperaturas inferiores a 10°C e 13°C; porém, acima do seu ponto de congelamento. Certos produtos frutícolas de zona temperada também são suscetíveis as temperaturas críticas mais baixas entre 5° e 10°C. O fenômeno, porém, ocorre particularmente em produtos desenvolvidos em clima quente, ou que se derivam de progenitores de clima tropical, como manga, abacaxi, abacate, entre outros.

As injúrias ou distúrbios pelo frio, também conhecido como “chilling” deferem do congelamento, porque não há formação de cristais de gelo nas células, e sim, distúrbios metabólicos que conduzem a diferentes sintomas, os quais reduzem a qualidade dos produtos e conseqüentemente, sua comercialização. Na Figura 5 encontram-se relacionados numerosos produtos de acordo com sua suscetibilidade a injúrias pela temperatura, com indicação das faixas que acarretam distúrbios fisiológicos (frio e calor). Também há indicação da temperatura apropriada para amadurecimento, transporte e armazenamento.

O termo injúria pelo frio é freqüentemente usado para expressar o fenômeno fisiológico, os resultados dos sintomas, ou ambos. Outras terminologias também são usadas, como: danos pelo frio, injúrias por baixa temperatura, desordens por baixas temperaturas e outros. É importante reconhecer as distintas fases com respeito às respostas e aos sintomas que resultam da exposição ao frio. Primeiro há uma resposta primária à temperatura, usualmente considerada de natureza física, como alteração ao nível de membrana. Segundo, as mudanças fisiológicas que ocorrem, continuadas por período excessivo de tempo, podem ser prejudiciais e resultar no desenvolvimento de sintomas que são atribuídos à baixa temperatura.

Como a ocorrência desta injúria pode ser observada, quer seja no campo, no transporte, no armazenamento, na distribuição no atacado ou varejo e mesmo nos refrigeradores domésticos, os estudos e a compreensão do fenômeno são uma preocupação de todos os segmentos, desde o produtor até o consumidor. Assim sendo, torna-se objeto de grande interesse dos pesquisadores e cientistas da área de fisiologia pós-colheita. Além

disso, torna-se necessário também, o direcionamento de pesquisas básicas de melhoramento genético, para melhor adaptação de vegetais sensíveis às injúrias pelo frio.

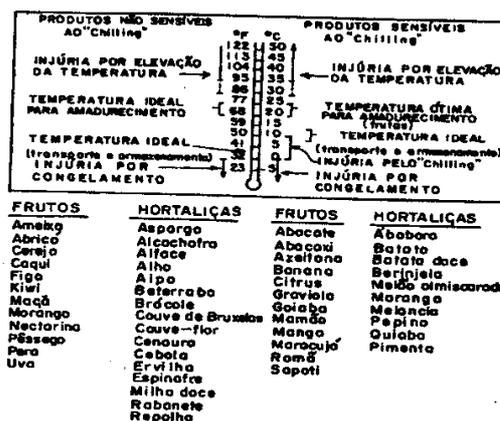


FIGURA 5: Classificação de frutos e hortaliças quanto a sensibilidade a injúrias pela temperatura (de Kader, 1985).

a. Sintomas

Esse tipo de injúria caracteriza-se pelo enfraquecimento dos tecidos, que se tornam incapazes de desenvolver os processos metabólicos normais. Dessa forma, essas alterações conduzem ao desenvolvimento de sintomas variados, que se tornam aparentes somente após a transferência do produto para temperaturas mais elevadas. Dentre os principais sintomas, podem ser citados os seguintes:

- Modificação da cor: pode ser tanto interna como externa, e, usualmente, varia de marrom a preto. A localização do tecido necrosado varia com o produto.
- “Pitting”: termo utilizado para definir a ocorrência de manchas aprofundadas na casca. Normalmente afetada pelo “déficit” de pressão de vapor d’água, por causa do problema da dessecação.
- Amadurecimento irregular: ocorre a coloração anormal ou desuniforme, caracterizada pela perda do sabor e aroma do fruto.

➤ Aumento da deterioração: a diminuição da resistência normal contribui para a invasão de microrganismos, e conseqüentemente para a perda do produto.

Na tabela 1. encontram-se os principais sintomas apresentados por algumas espécies de frutos e hortaliças quando injuriados pelo frio.

b. Fatores determinantes da extensão da injúria

A suscetibilidade dos produtores é bastante variada entre as espécies e mesmo entre as cultivares de uma mesma espécie. Assim sendo, podem ser agrupados em diferentes categorias que variam desde suscetibilidade baixa até muita alta. Dois fatores são de importância fundamental no processo da injúria: temperatura e tempo de exposição do produto. Outros fatores devem também ser considerados, como o estágio de maturação, o tipo de cultivar, a elevada umidade relativa na colheita e no armazenamento.

Temperatura e tempo de exposição

Para algumas espécies vegetais, num determinação estágio de maturação, há uma temperatura mínima na qual devem ser mantidos para que a injúria seja evitada. Esta temperatura é conhecida como Temperatura Mínima de Segurança (TMS), ou “Lowest Safe Temperature” (LST), com alguns valores apresentados na Tabela 1. Se a temperatura de armazenamento do produto for consideravelmente inferior à TMS, os danos podem ocorrer em curto espaço de tempo. Entretanto, se a temperatura encontrar-se dentro da faixa crítica, o produto pode ser mantido, sem injúria, por um longo espaço de tempo. Pela Figura 6. observa-se que, para a maioria dos produtos tropicais perecíveis, a TMS varia de 8 a 12°C (curva C ou entre a curva B e C). Para produtos de clima temperados, a TMS varia de 3 a 4°C (curva B). A curva A, corresponde a produtos não sensíveis. O conhecimento do binômio temperatura-tempo é importante para cada cultivar, dentro da mesma espécie. Por exemplo, para diferentes cultivares de banana, o comportamento é bem distinto. A cultivar Gros-Michel apresenta sintomas de injúria depois de 14 dias a 11,1°C, mas,

somente após 9 dias a 10,5°C. Na cultivar Lacatan os sintomas ocorrem após 10 dias a 13,3°C , mas, somente após 6 dias a 12,2°C.

TABELA 1: Suscetibilidade de alguns frutos e hortaliças ao “chilling”, quando armazenados sob temperaturas moderadamente baixas, porém, acima do congelamento. (Adaptado de HANDENBURG, WATADA & WANG, 1986)

Produto	Temperatura mínima de segurança (°C)	Sintomas de “chilling” sob temperatura entre 0°C e a de segurança
Abacate	4,5-13	Descoloração da polpa (marrom-esverdeado).
Abacaxi	7-10	Polpa marrom ou pelta. Verde quando maduro.
Banana (verde ou madura)	11,5-13	Traços marrons na casca e cor opaca quando madura.
Berinjela	7	Escaldadura superficial, podridão por <i>Alternaria</i> , escurecimento das sementes.
Batata	3	Escurecimento, aumento da doçura.
Goiaba	4,5	Injúria na polpa, deterioração.
limão	11-13	Depressões na casca, coloração de membranas, manchas vermelhas.
Laranja	3	Depressão, coloração marrom.
Manga	10-13	Descoloração acinzentada ou marrom na casca, falha no amadurecimento.
Melão “cantaloupe”	2-5	Depressões, podridão superficial.
Melancia	4,5	Depressões, “flavor” desagradável.
Mamão	7	Depressões, falha no amadurecimento, deterioração, sabor estranho.
maçã (certas cvs)	2-3	Escurecimento interno, escurecimento do miolo escaldadura.
Quiabo	7	Descoloração, depressões, deterioração.
romã	4,5	Depressões, escurecimento externo e interno.
Tomate maduro	7-10	Amaciamento, embebição com água, deterioração.
Tomate verde-maturo	13	Cor Esmacida quando maduro, podridão por <i>alternaria</i> .

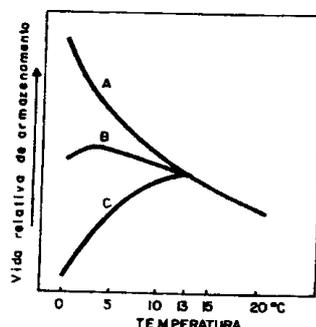


FIGURA 6: Efeito da temperatura sobre a vida de armazenamento de produtos sensíveis a injúria pelo frio.

A - Não sensíveis
B - Levemente sensíveis
C - Altamente sensíveis (de TOMKINS, 1966)

Estádio de desenvolvimento, amadurecimento e cultivar

A ocorrência da injúria pelo frio está diretamente ligada à espécie, e entre as espécies existe sempre uma injúria específica de cada cultivar. Em maçãs, quando o armazenamento à baixa temperatura é muito severo, as desordens são características, dependendo da cultivar. Assim, a cultivar “McIntosh” desenvolve o “Brown core”, a “Yellow Newton” desenvolve o “Internal breakdown”, a “Jonathan”, o “Soft Scald”. Estas são apenas algumas das muitas desordens que ocorrem em cultivares específicas de maçãs. A pêras, apesar de constarem como sensíveis ao frio, aparecem citadas por alguns autores, como, suscetíveis ao desenvolvimento de escurecimento interno em cultivares europeus, quando armazenadas abaixo de 5°C. Estas diferenças, mostram, enfaticamente, um envolvimento das cultivares na suscetibilidade a injúria pelo frio, apesar de que o controle genético não é, ou será, facilmente solucionado.

Os estádios de desenvolvimento da matura também desempenham um importante papel no desenvolvimento da injúria pelo frio. Normalmente, para a maioria das espécies, o estágio pré-climatérico apresenta maior sensibilidade, como ocorre em abacate, banana, manga, mamão e maçã. O resfriamento de produtos durante o pico climatérico é também problemático, pois esta é umas fases particularmente sensíveis, devido às rápidas transformações bioquímicas que ocorrem nos tecidos.

O amadurecimento irregular pelo uso de baixas temperaturas pode ser exemplificado com tomates, nos quais tanto a coloração como os amaciamentos dos tecidos são retardados ou mesmo, nunca atingem um grau adequado de amadurecimento. A sensibilidade à injúria decresce progressivamente, à medida que eles amadurecem. Tomates maduros podem suportar temperaturas mais baixas que os frutos no estágio rosado e estes mais que os frutos nos estágio verde-maturo.

Em alguns produtos, os efeitos de diferentes fatores podem ser cumulativos. As baixas temperaturas, pouco tempo antes de colheita ou durante o transporte, podem apresentar um efeito adicional durante o armazenamento sob refrigeração.

c. Repostas fisiológicas e bioquímicas dos vegetais

Inúmeras hipóteses têm sido propostas para explicar o mecanismo da injúria pelo frio. Apesar de muitos pontos contraditórios, alguns pontos específicos devem ser salientados, e espera-se que, a partir deles, alguns problemas tecnológicos possam ser solucionados. Alguns exemplos dessa controvérsia podem ser citados: a importância da composição lipídica da membrana celular para determinar a sensibilidade à injúria, a interferência da produção e utilização de energia no tecido estressado, bem como a relação de permeabilidade da membrana com a injúria. Alguns pontos mais pesquisados nos dias atuais, com relação às respostas primárias e secundárias dos vegetais à injúria pelo frio, são os seguintes:

Alterações da membrana. LYONS & RATSON em 1970, foram os primeiros pesquisadores a sugerir que a fase de transição física da membrana do estado líquido cristalino para a estrutura gel-sólido seria a resposta primária de vegetais sensíveis à injúria pelo frio. Verificaram ainda, que a atividade respiratória das mitocôndrias isoladas de vegetais sensíveis mostram uma mudança drástica na temperatura crítica da injúria.

O efeito primário da temperatura nas membranas das células vegetais é sobre a fluidez de seus lipídeos. Estes são mais ou menos fluidos ou móveis; sob temperaturas elevadas; porém, sob temperatura abaixo da crítica, passam para um estado tipo gel, e tornam-se imóveis. Esse fato afeta as propriedades das membranas, particularmente das

enzimas associadas com as membranas, envolvidas na produção de energia (ATP) e síntese protéica. Esse fenômeno ocorre em temperaturas entre 10° e 15°C, nos produtos de clima tropical, e entre 0° a 5°C, para os produtos de clima temperado que não são sensíveis à injúria. Essas temperaturas são correlacionadas com início da injúria.

A fase de transição ou de separação dos lipídeos da membrana tem sido proposta como causa principal da injúria, porém, o seu papel não está completamente elucidado.

A mudança da fase física da membrana pode ou não conduzir a respostas secundárias ou mudanças irreversíveis, dependendo da temperatura, do tempo de exposição e da suscetibilidade das espécies vegetais, a uma dada temperatura. O que tem sido proposto é que, após um período prolongado de exposição de espécies sensíveis ao frio, esta causa primária permitiria uma perda de integridade da membrana, vazamento de solutos, perda de compartimentalização, diminuição da taxa de atividade oxidativa da mitocôndria, aumento de energia da ativação de enzimas associadas à membrana, paralisação do fluxo protoplasmático, redução do suprimento e utilização de energia, diminuição na taxa fotossintética, desorganização de estrutura celular, disfunção do metabolismo, acúmulo de substâncias tóxicas, e a manifestação de uma grande variedade dos sintomas peculiares ao tecido injuriado.

Produção de etileno. A produção de etileno em muitos vegetais é estimulada por temperaturas baixas. A via de biossíntese do etileno em tecidos estressados pelo frio é a mesma que aquela já observada em frutos amadurecidos normalmente, ou seja, via ácido 1-aminociclopropano 1-carboxílico (ACC), que é o precursor imediato do etileno. Por outro lado, já foi verificado também que a produção de etileno induzida pelo frio, é inibida pela amino-etoxivinilglicina (AVG), benzoato de sódio, galato de propila e cicloheximida.

Mudança na atividade respiratória. O consumo de O₂ ou a liberação de CO₂, são parâmetros utilizados para medir a respiração. Tem-se verificado que as temperaturas baixas podem ocasionar um aumento ou decréscimo na taxa de consumo de O₂. Alguns vegetais mostram um estímulo do consumo de O₂ devido à injúria pelo frio, enquanto, a mitocôndria isolada mostra uma diminuição na sua atividade. Os tecidos de alguns produtos, como frutos cítricos, pepino, batata doce, têm sua taxa de respiração aumentada quando submetidos ao frio. O mecanismo desse estímulo não é bem conhecido, mas supõe-

se que o estímulo de O_2 seja devido ao desacoplamento da fosforilação oxidativa. Desta forma, o aumento da taxa respiratória após um período prolongado de exposição à baixa temperatura, pode ser indicativo de distúrbios metabólicos irreversíveis e acúmulo de intermediários oxidáveis. Por isto, a atividade respiratória tem sido sugerida como um parâmetro para medir a extensão da injúria dos tecidos.

Produção e utilização de energia. Apesar de ser um ponto ainda muito contravertido, alguns pesquisadores postulam que os sintomas da injúria pelo frio são o resultado, ou da perda de suprimento de energia, ou, então, da inadibibilidade que o tecido possui na utilização da mesma. Para frutos cítricos, por exemplo, já foi proposto que as temperaturas baixas resultam no declínio da capacidade em termos de fosforilação oxidativa, e na falta de compostos ricos em energia, como o ATP. Dessa forma, ocorre perda da integridade celular, atividade respiratória anormal e acúmulo de voláteis tóxicos. A capacidade da fosforilação oxidativa em tomates também é reduzida por temperaturas baixas. Por outro lado, também já foi verificado que uma redução no suprimento de ATP, abaixo do necessário para manter a integridade metabólica do citoplasma, não é importante no desenvolvimento da injúria em feijão, porque o nível de ATP diminui somente após o início visível da injúria na folha.

Assim, parece que a diminuição na formação do sistema de transferência de energia não é a resposta primária do tecido vegetal sujeita a injúria pelo frio. Futuras pesquisas são necessárias para verificar se realmente a aceleração dos sintomas é decorrente da demanda da fonte de energia, ou da inabilidade do tecido para utilização dessa energia.

Mudança nas proteínas e atividades enzimáticas. O estímulo da síntese protéica, após o frio, também já foi observado em folhas de algodão. A incorporação de aminoácidos marcados (^{14}C) na proteína aumentou significativamente, imediatamente após a aplicação do frio. A síntese protéica geralmente torna-se sem efeito em tecidos sensíveis ao frio, durante o período do frio. Contudo, esta síntese aumenta em seguida a um curto período de frio e durante o aquecimento, possivelmente, como parte de recuperação do processo.

Muitos dos sistemas enzimáticos afetados drasticamente pelas temperaturas baixas estão associados às membranas. Tem-se procurado relacionar os sistemas enzimáticos

ligados à membrana, com o comportamento representado pelo gráfico de Arrhenius, mostrando que, em vegetais sensíveis ao frio, há uma quebra na curva, na mesma temperatura onde a membrana muda a sua fase de transição do líquido-cristalino para o estado gel-sólido. Para as espécies não sensíveis, esta quebra não existe, ou, então, ocorre em temperaturas muito menores.

d. Controle

A injúria pelo frio tem sido um desafio constante aos fisiologistas, cujo objetivo principal dos estudos tem sido a busca de meios para estender a vida pós-colheita com manutenção da qualidade do produto. Evidentemente, a melhor forma de prevenção é evitar a temperatura de ocorrência desta injúria. Entretanto, como a refrigeração ainda é o meio mais fácil de ser utilizado quando se dispõe de recursos, justifica-se que as pesquisas sejam feitas, principalmente, quando o período de armazenamento é de curto em médio prazo. Assim sendo, os principais meios utilizados para tentar minimizar as injúrias pelo frio, são as seguintes:

- Aquecimento intermitente
- Armazenamento sob atmosfera controlada
- Pré-tratamento com cálcio ou etileno
- Armazenamento hipobárico
- Uso de ceras para cobertura de superfície
- Aplicação de produtos químicos
 - Manipulação genética
 - Evitar exposição a temperaturas críticas

Dentre os tratamentos sugeridos, salientam-se:

Aquecimento intermitente. São feitas interrupções periódicas da temperatura baixa, com subsequente aumento temporário da temperatura acima da faixa média da TMS. Pêssego armazenados a 0°C, foram aquecidos a 18°C por 2 dias a cada 3 semanas, após um armazenamento de 9 semanas. Observou-se um amadurecimento normal e aparência interna muito melhor que naqueles armazenamentos continuamente a 0°C. Contudo esta

técnica não têm sido aplicada comercialmente, devido a problemas sérios de ajuste de temperatura das câmaras, problemas de condensação de água e controle de deterioração.

Atmosfera controlada (AC). A transformação da atmosfera de armazenamento pela redução da concentração de O₂ a 5% ou menos e elevação da concentração de CO₂ acima de 2% pode estender a vida pós-colheita. Muitas tentativas têm sido feitas para combater os danos causados pelo frio, modificando a temperatura que ocasiona os mesmos. Entretanto, a utilização de uma atmosfera rica em CO₂ deve ser cuidadosa, quando em temperatura da injúria, pois, sua utilização na tem sido bem sucedida para maçã e nem aspargos. Contudo, para pêssegos, a presença de altas concentrações de CO₂ durante o armazenamento de temperaturas baixas, pode ser significativa na extensão da vida pós-colheita. Pêssegos e nectarinas têm sido armazenados com sucesso por período de até 20 semanas a 0°C, em 1% de O₂ e 5% de CO₂ quando aquecidos a 18°C ou 20°C cada 4 semanas. Problemas práticos de aplicação do calor intermitente citados anteriormente, tomam-se piores quando a AC é envolvida.

Umidade relativa (UR). Algumas pesquisas australianas têm demonstrado que injúrias por baixas temperaturas em maçãs, podem ser reduzidas pelo abaixamento da umidade relativa na armazenagem. Este efeito tem sido atribuído à perda acelerada de voláteis, em especial o acetato. Esta hipótese pode ser estendida para se interpretar os efeitos benéficos do aquecimento intermitente, ou seja, pode-se dizer que esse período de altas temperaturas promove uma dispersão de compostos voláteis que têm efeitos tóxicos no interior da célula. Existe também a argumentação de que a quebra de tecido em maçãs, pode ser devido a uma excessiva pressão de fluidos do protoplasma sobre a parede celular, que enfraquece com o amadurecimento. Assim, uma maior pressão pode causar a explosão da célula. Lembrando o mecanismo pelo qual o efeito é exercido, a aplicação prática de baixa umidade no armazenamento não é desejável, devido à perda de peso e a possibilidade de enrugamento do tecido.

Tratamentos químicos. A aplicação de compostos químicos pode tanto aumentar como diminuir a incidência da injúria pelo frio. A daminozida, por exemplo, largamente usada para retardar o amadurecimento de maçã, pode aumentar a suscetibilidade ao escurecimento do miolo. Talvez este seja um efeito de maturidade retardada do fruto, pois,

frutos menos maduros são mais sujeitos a esta desordem. O AVG, que inibe a produção de etileno e retarda o amadurecimento de maçãs, também aumenta a incidência dessa desordem.

No geral, parece que a utilização de reguladores de crescimento produz apenas benefícios limitados no que diz respeito à redução das injúrias pelo frio em frutos de clima temperado, apesar de que muitos outros produtos químicos têm sido testados sem sucesso. Vale a pena comentar alguns testes realizados mais recentemente. Já se verificou que maçãs com baixo teor de ácido linolênico são mais suscetíveis a escaldadura macia que aquelas que têm níveis normais. Assim sendo, o tratamento com um grupo de antioxidantes, possibilita a redução da incidência tanto da escaldadura, como a oxidação de ácidos graxos. Efeitos similares e benéficos foram obtidos mergulhando os frutos em solução contendo linoleato de metila.

A imersão em solução de CaCl_2 , tem sido utilizada para reduzir a incidência do escurecimento interno de tecido em algumas espécies de frutos e, em especial, em cultivares de maçã. Tal tratamento tem sido utilizado também para controle de outras desordens em maçãs. Contudo, existe falta de informações na literatura, que relacionem a redução das injúrias pelo frio, através desse tratamento, embora seja muito bem conhecido o fato que o cálcio afeta diretamente as propriedades da membrana celular.

4.3 TEMPERATURA DURANTE A COMERCIALIZAÇÃO

levando-se em conta que o binômio tempo/temperatura afeta consideravelmente a qualidade do produto durante a comercialização, é importante que o produto seja mantido a temperatura ideal sem causar injúrias. O nível de deterioração está diretamente relacionado ao tempo de exposição de uma dada temperatura. A manutenção de baixas temperatura nos locais de venda nem sempre é possível, mas durante o armazenamento e distribuição, pelo menos o produto deve estar na faixa ideal de temperatura para sua maior vida de prateleira. Isto entretanto não elimina as necessidades de se resfriar o produto durante a fase de comercialização.

4.4 TIPOS DE ARMAZENAMENTO

4.4.1. ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO

É utilizado para produtos altamente perecíveis, que requerem comercialização imediata. Pode ser realizado com refrigeração ou sem ela.

4.4.2. ARMAZENAMENTO A MÉDIO PRAZO

É realizado quando há necessidade de controle dos excedentes de mercado, sem muita perda na qualidade dos produtos. Pode prolongar-se de 1 a 6 semanas, ainda com boa qualidade para comercialização, são transferidos para o local de armazenamento onde se mantêm sob constante supervisão e aí permanecem aguardando o momento oportuno para comercialização, em geral, até que haja preço compatível ou razoável.

4.4.3 ARMAZENAMENTO PROLONGADO

É influenciado principalmente por fatores econômicos. Os produtos são armazenados no auge do período de produção e comercializados continuamente, durante o resto do ano, quando os produtores e comerciantes podem conseguir preços elevados pelos mesmos. Dentre esses produtos, encontram-se laranjas, maçãs, pêras, abóboras e morangas, batatas, cenouras, alhos, cebolas, etc.

Existe uma grande variação na forma de armazenamento dos produtos perecíveis. Em geral, a escolha do método é função da disponibilidade de recursos econômicos ou tecnológicos, bem como, do tipo de produto. As operações de armazenamento podem ser feitas de modo natural ou artificial.

4.4.4 ARMAZENAMENTO NATURAL

Nesse caso, o produto é deixado na planta pelo maior período de tempo possível, até que se torne maduro, sem nenhum tratamento artificial. Portanto, a colheita é retardada. Experimentos por 14 anos com laranja “Valência”, cultivada na Califórnia, demonstraram que os frutos dessa cultivar podem permanecer na árvore por um período de até 4 meses, após atingirem a maturidade. A colheita tardia, no entanto, acentua o fenômeno da floração alternada das árvores, fazendo decrescer o rendimento da safra subsequente, além de reduzir o rendimento em suco e a qualidade dos frutos. A colheita de bananas também pode ser retardada deixando-se os cachos com os frutos maduros na planta e realizando-se novos plantios em outros locais. As raízes das plantas são podadas para menor consumo de nutrientes e água. Essa operação também auxilia na uniformidade de amadurecimento dos frutos.

Na Índia, produtos como batata, batata-doce, inhame, alho e gengibre são deixados no local de plantio por vários meses, após atingirem a maturidade. São colhidos antes da estação chuvosa para prevenir deterioração pelo ataque de patógenos ou brotamento.

4.4.5 ARMAZENAMENTO ARTIFICIAL

As operações podem ser bastante simples, como no caso do uso de estruturas subterrâneas tipo buracos e valas. Podem ainda ser utilizados porões ou galpões com circulação adequada de ar. Podem ser operações que utilizam processos tecnológicos mais avançados, como no armazenamento comercial onde utilizam refrigeração, controle atmosférico, irradiação, produtos químicos, etc.

O armazenamento artificial, na forma de estruturas subterrâneas, é utilizado para produtos mais resistentes como raízes (beterraba, cenoura, nabo) tubérculos (batata, inhame, batata-doce), bulbos (alho, cebola) e rizomas (gengibre). Esses produtos podem ser armazenados por vários meses, sob temperatura apropriada. Em alguns países tropicais, o armazenamento sob ventilação é suficiente, sendo mais econômico que o

armazenamento refrigerado. O período de armazenamento, entretanto, é mais reduzido e incidência de doenças é maior e mais rápida.

Existem numerosos fatores que devem ser considerados no armazenamento de produtos perecíveis, entre os quais salientam-se os seguintes:

fatores da pré-colheita e colheita: nesse caso são incluídas as condições de cultivo e ambientais, bem como o estágio de maturação do produto, a colheita e condições de manuseio (amassamentos, fermentos, abrasões).

fatores do ambiente: dizem respeito às condições utilizadas no armazenamento, no que relaciona à temperatura, umidade relativa, circulação de ar e higiene.

O armazenamento adequado, de qualquer produto perecível, é, portanto, uma decorrência do uso correto de condições apropriadas para a manutenção das características inerentes a cada produto.

4.4.6 ARMAZENAMENTO SUBTERRÂNEO E AO AR

Alguns produtos são armazenados em buracos ou valas, cavados em ângulo que favoreça uma ventilação adequada. São recobertos com palha, feno ou lona, para evitar o contato direto com o solo. Após o armazenamento, faz-se a cobertura com palha ou feno e depois com uma camada de terra ou barro para impermeabilizar a superfície, evitando a infiltração de água. No caso de buracos, faz-se ainda uma cobertura com placas de madeira. As valas são mais rasas (25 a 80 cm) e a profundidade depende do produto a ser armazenado. É preferível o uso de várias valas menores, ao uso de uma ou duas maiores. Produtos do tipo beterraba, batata, batata-doce, repolho, cenoura e nabo, são armazenados por esse processo, por um período não muito longo.

Esse tipo de armazenamento oferece a vantagem de poder ser feito pelo produtor, em qualquer lugar e a qualquer tempo. Tem como desvantagem o fato de ser dispendioso em termos de mão-de-obra. As variações ambientais e o tipo de solo podem influir no processo. As condições climáticas não podem ser controladas, podendo causar perdas por deterioração, as quais serão mais rápidas se os produtos não forem removidos antes do advento de climas frios e úmidos.

O armazenamento ventilado, ou ao ar, é o meio mais comum e menos dispendioso de armazenamento. Corresponde ao controle automático da temperatura numa câmara ou depósito com isolamento, pelo uso de aberturas para passagem de ar e pelo uso de ventiladores. Quando a temperatura do meio exterior é favorável, o ar é puxado para o interior do recinto e circulado. Dessa forma, resfria-se gradualmente o produto e se mantém a temperatura de armazenamento desejada, após a remoção do calor de campo do produto. Usa-se um equipamento automático para o controle da entrada e circulação de ar. Em geral, o funcionamento é feito durante a noite quando a temperatura externa é mínima. Nos períodos de frio mais intenso, a entrada de ar é regulado a um mínimo, ou seja, suficiente para manter a temperatura interna da câmara e do produto. O ar pode ser circulado na parte inferior da câmara (entre as paredes e o chão) ou através do produto nas pilhas ou caixotes, de acordo com o “desing” e a aplicação do sistema de ar, de forma a eliminar o calor vital. O excesso de circulação pode acarretar perda excessiva de umidade no produto. Os requerimentos de umidade relativa variam com o produto armazenado e são mantidos através de umidificadores, acoplados ao ducto da entrada de ar. Produtos tais como batata, cebola e cenoura, para processamento, apresentam, bons períodos de armazenamento sob ventilação, conforme especificações apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2: Efeito da temperatura na umidade relativa sobre a vida de armazenamento estimada para hortaliças armazenadas sob ventilação. (Adaptado de BERG& LENTZ, 1978).

Hortaliças	Cultivar testada	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Tempo de armazenamento (semanas)	Principais fatores limitantes do armazenamento
Repolho	PennState	0 a 1	90 - 95	14 - 22	Deterioração, murchamento, amarelecimento.
	Balhead	0 a 1	98 - 100	18 - 26	Deterioração, amarelecimento.
	Storage green	3,5 a 4,5	90 - 95	10 - 14	Deterioração, murchamento, amarelecimento.
Cenoura	Special long	0 a 1	90 - 95	15 - 30	Deterioração e amaciamento
	Nantes	0 a 1	98 - 100	30 - 40	Deterioração, enraizamento, brotamento
	Cantenay	3,5 a 4,5	90 - 95	15 - 30	Deterioração e amaciamento
Couve-flor	Imperial/1006	9 a 10	90 - 95	3 - 4	Manchas marrons nas cabeças
Aipo					
Cebolas Salsa	Merveilleux	0 a 1	98 - 100	4 - 5	Deterioração
	Autumm Spice	0 a 1	75 - 80	35 - 40	Amaciamento devido à secagem
Salsa	Hollow Crown	0 a 1	90 - 95	20 - 30	Enrugamento, decomposição
Batata	Hollow Crown	3,5 a 4,5	90 - 95	15 - 25	Enrugamento, decomposição
Batata	Kennebec	4 a 5	85 - 90	> 35	Amaciamento, decomposição, brotamento
	Katahdin	4 a 5	98 - 100	> 35	Decomposição, brotamento

O armazenamento sob ventilação, também pode ser feito em porões ou em quartos subterrâneos com telado em declive, cobertos com solo e grama. A estrutura pode ser construída numa encosta recoberta com solo. Exceto na parte terminal. Podem ser frios, um pouco úmidos e bem ventilados. Quando providos de elevada umidade relativa, podem armazenar batatas, cenouras, nabos e outras raízes e tubérculos. Na Índia, também se faz o armazenamento de frutos por pequenos períodos, ou seja, até que os mesmos

atinjam o completo amadurecimento e sejam resistentes o suficiente para serem transportados.

4.4.7 ARMAZENAMENTO POR CONTROLE E MODIFICAÇÃO DA ATMOSFERA

O armazenamento pela Atmosfera Controlada (AC) consiste no prolongamento da vida pós-colheita de produtos, através da modificação e controle dos gases no meio de armazenamento. Como a composição normal da atmosfera encontra-se em torno de 78% de nitrogênio, 21 % de oxigênio (O_2), 0,03 de gás carbônico (CO_2) e pequenas percentagens de outros gases, a AC baseia-se principalmente no controle das concentrações de O_2 e CO_2 , visto que o N_2 é um gás inerte. O uso de produtos químicos não é necessário para o estabelecimento da AC convencional usadas para o armazenamento comercial de pêra e maçã, são aquelas que utilizam 2% a 5% de CO_2 + 2% de O_2 balanceados com N_2 .

No armazenamento em Atmosfera Modificada (AM), a atmosfera ambiental é geralmente alterada pelo uso de filmes plásticos, permitindo que a concentração de CO_2 proveniente do próprio produto aumente, e a concentração de O_2 diminua, à medida que o mesmo é utilizado pelo processo respiratório. Neste tipo de armazenamento, as concentrações de O_2 e CO_2 não são controladas, e variam com o tempo, temperatura, tipo de filme e com a taxa respiratória do produto.

A diferença entre os dois métodos está portanto, no grau de controle das concentrações de gases. Esses processos podem ser considerados como complementos para os procedimentos de refrigeração (figura 7), podendo ser utilizados durante o transporte, armazenamento temporário ou prolongado de produtos perecíveis destinados ao mercado, ou para processamento. O uso comercial de ambos os métodos ainda é limitado a alguns produtos, embora numerosos trabalhos experimentais venham sendo desenvolvidos com muitos frutos e hortaliças.

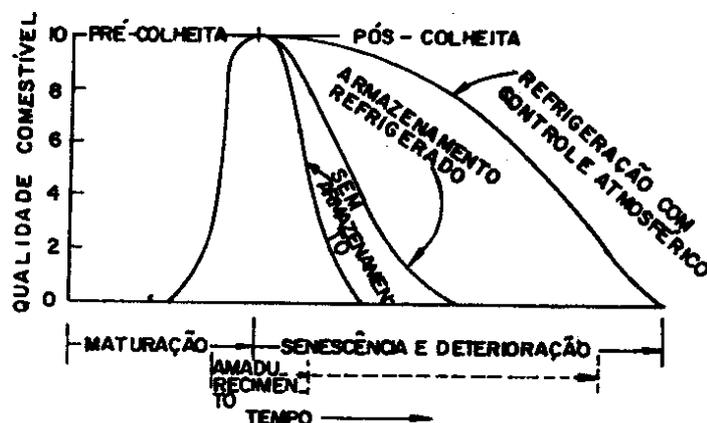


FIGURA 7: Influência de vários sistemas de armazenamento sobre a qualidade comestível de frutos e hortaliças. (de BARTSCH, 1984).

Os efeitos benéficos da AC ou AM sobre os frutos e hortaliças têm sido atribuídos à redução da concentração de O_2 e aumento de CO_2 . Entretanto, esta é uma forma muito simples de ver os benefícios, pois, a deterioração pós-colheita é dependente de fatores diversos que devem ser estudados e analisados na aplicação comercial da AM ou AC. Desta forma, os estudos são direcionados, verificando-se a interação entre alterações dos gases e transformações metabólicas, e, conseqüentemente, possibilitando a comercialização de produtos de ótima qualidade. Entretanto, torna-se evidente que, ao lado do emprego da tecnologia de armazenamento, é extremamente importante o aspecto econômico, ou seja, onde o investimento possa trazer retornos ao produto e/ou industrial.

A adoção da AC no armazenamento como opção para o prolongamento da vida de frutos e hortaliças pós-colheita, deve ser bem analisada, não só economicamente, mas tecnicamente, havendo consciência de que existem muitas vantagens, mas também algumas respostas negativas. Dentre os principais benefícios, podem ser citados a inibição do início do amadurecimento bem como do início da senescência. Por outro lado, a AC pode provocar desordens fisiológicas, principalmente aquelas provenientes da deficiência de O_2 e excesso de CO_2 aumento da suscetibilidade a doenças e desenvolvimento de “flavor” desagradável. Portanto, as condições para implantação dependem de estudos, principalmente os de mercado, para que o investimento possa ter um retorno de custo a médio prazo. Paralelamente ao aspecto econômico, o aspecto técnico e o tipo de

armazenamento devem ser analisados em conformidade com a cultivar ou espécie a ser trabalhada.

Atmosfera controlada (AC)

Kidd e West, na década de 30, foram os primeiros pesquisadores a utilizar modificação da atmosfera para armazenamento prolongado, na Grã-Bretanha. O uso adequado do método reduz a taxa respiratória em cerca de 50%, quando comparada com a taxa respiratória do produto armazenado ao ar, nas mesmas condições de temperatura.

As técnicas de armazenamento têm como principal objetivo a redução, a um valor mínimo, das trocas gasosas que ocorrem no produto, relacionadas à respiração. Dessa forma, há redução em sua atividade metabólica, mantendo-se, porém, vivas as células dos tecidos vegetais. Existem diferentes meios de se alterar a composição da atmosfera de armazenamento, podendo ser esse controle, utilizado como um auxiliar, ou como alternativa, para a refrigeração convencional.

A técnica de “controle” atmosférico envolve o uso de câmaras herméticas a gases e implica na adição ou remoção de gases (CO_2 , O_2 , C_2H_4), exigindo um controle instrumental rigoroso da composição atmosférica. O processo é aplicado comercialmente em vários países, para armazenamento de maçãs e pêras. Alguns resultados de pesquisas com frutos tropicais e subtropicais, têm demonstrado resultados promissores para frutos como abacate, manga e tomate.

O uso de AC é válido para prolongar a vida de armazenamento, por período superior ao obtido ao ar, numa dada temperatura. O produto deve apresentar qualidade superior à apresentada quando armazenado ao ar. Para compensar os custos dos sistema, o produto deve apresentar melhor aparência, sabor, textura, menor incidência de deterioração, etc. A AC não estaciona a deterioração, porém, pode retardá-la, algumas vezes por dia ou meses, dependendo do produto envolvido. Em geral, a AC é benéfica para frutos e hortaliças que se deterioram rapidamente como pêras e aspargos e para aqueles que amadurecem após a colheita como tomates. O etileno liberado pelo produto pode ser eliminado pelo uso de absorventes (KmnO_4) no interior da embalagem.

Atmosfera modificada (AM)

Para obtenção de atmosfera modificadas são utilizados filmes de polietileno de baixa densidade com diferentes espessuras, bem como os filmes de cloreto de polivinila (PVC), que são mais delgados e duas vezes mais permeáveis que os de polietileno, sendo portanto, em alguns casos, mais eficientes para prolongar a vida útil dos frutos. Um dos fatores mais importantes no uso desse tipo de embalagem é a possibilidade de manutenção de valores elevados para a umidade relativa em seu interior, acima de 95%.

É uma técnica bastante simples, que não se restringe às câmaras de armazenamento. Pode ser conseguida pelo envolvimento do produto em embalagens plásticas de permeabilidade limitada ao O_2 e CO_2 , com conseqüente modificação na concentração de gases no interior do invólucro. A composição da atmosfera interna irá depender da característica de permeabilidade do material da embalagem e da velocidade de consumo ou de liberação de gases pelo produto embalado. O controle da respiração é conseguido através do uso de materiais que tenham características adequadas de permeabilidade, bem como pela temperatura de armazenamento.

O tipo ideal de embalagem é aquele que possibilita concentração crítica para o início da respiração anaeróbica. Deve também impedir o acúmulo de CO_2 em níveis que provocam distúrbios fisiológicos. Alguns vezes, é necessário a perfuração da embalagem ou uma selagem parcial da mesma para se obter as condições gasosas desejadas em seu interior, evitando-se, assim, o aparecimento de sabores estranhos ou injúrias fisiológicas.

Composição dos gases

Para obtenção de ambientes com AC, faz-se a composição da atmosfera de armazenamento pela adição de gases, permitindo o consumo ou produção dos mesmos pelo produto ou, ainda, por remoção (através de meios físicos ou químicos) de gases do ambiente de armazenamento (Figura 8). A introdução de gases como monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), etileno (C_2H_4) e nitrogênio (N_2) pode ser feita utilizando-se suprimento engarrafado (cilindros ou botijões), ou usando gelo no saco de CO_2 . Ainda podem ser usados geradores no próprio local de armazenamento.

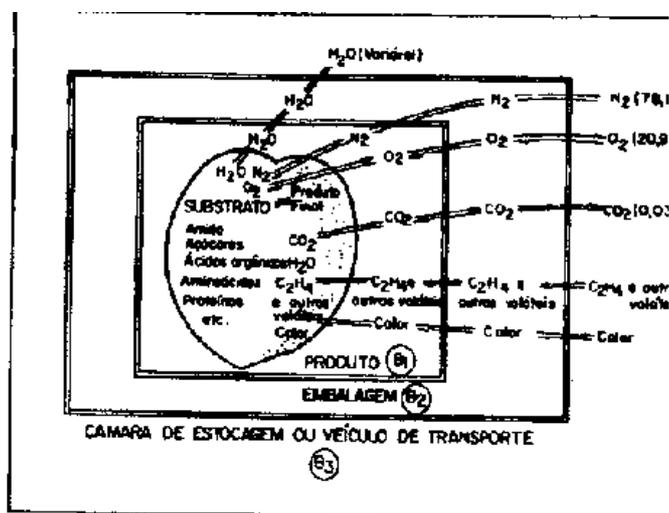


FIGURA 08: Tipos de barreiras que podem ser utilizadas para modificar a atmosfera de armazenamento. (de Kader, 1985).

B1 – Epiderme natural, cobertura com cera, envolvimento com filme polimérico.

B2 – Madeira, papelão, plástico.

B3 – Paredes da câmara ou veículo, seladas contra trocas gasosas. Barreiras adicionais: embalagem ao consumidor dentro da embalagem principal e coberturas sobre embalagens empilhadas.

4.4.8 ARMAZENAMENTO HIPOBÁRICO

Também é um método de modificação da atmosfera e corresponde ao armazenamento sob vácuo parcial. Tem como principais méritos:

A remoção contínua de C_2H_4 e outros voláteis da atmosfera de armazenamento.

O abaixamento da pressão parcial de O_2 aos níveis mais baixos do que os conseguidos com controle atmosférico e, como consequência, o retardo do amadurecimento de frutos como tomates, ou o amadurecimento de produtos verdes como o brócole.

A redução da pressão do ar a 10 Kilopascals (0,1 atmosfera) equívale à redução na concentração de O_2 a cerca de 2% sob atmosfera normal.

Uma vez que alguma quantidade de O_2 deve suprir as câmaras, outros voláteis também podem ser introduzidos para retardar deteriorações ou brotamentos. A contínua remoção de ar também pode remover o vapor d'água, promovendo o murchamento de alguns produtos. Por isso, há a necessidade de se ventilar a câmara constantemente com ar saturado, para manutenção dos níveis de O_2 e para minimizar a perda d'água. O processo tem sido utilizado para prolongar o período de armazenamento de produtos de elevado valor como morangos, porém, o seu uso é limitado pelo elevado custo e por dificuldades técnicas operacionais.

4.5 SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO

4.6 INTRODUÇÃO

O calor é uma forma de energia encontrada em qualquer matéria. O termo “frio” é simplesmente uma forma de expressão, para um nível relativamente baixo de calor. O calor sempre flui naturalmente de um objeto quente para um frio. Por exemplo, quando se coloca gelo sobre a água, esta se resfria e gelo muda de estado físico, porque absorve calor da água. No armazenamento sob refrigeração, o produto é resfriado pela remoção do seu calor e não pela transmissão de frio para o mesmo.

A refrigeração é o método mais econômico para o armazenamento prolongado de frutos e hortaliças frescos. Os demais métodos de controle do amadurecimento e das doenças são utilizados como complemento do abaixamento da temperatura.; métodos tais como controle ou modificação da atmosfera, uso de ceras na superfície dos produtos, entre outros, não produzem bons resultados, se não forem associados ao uso de baixas temperaturas.

A qualidade comestível, em muitos produtos perecíveis, aumenta após a colheita e depois decai rapidamente, se não for utilizado o processo de armazenamento a frio. Sem o mesmo, as deteriorações são mais rápidas devido à produção do calor vital e a liberação do CO_2 decorrentes da respiração. A temperatura de armazenamento é, portanto, o fator ambiental mais importante, não só do ponto de vista comercial, como também por

controlar a senescência, uma vez que regula as taxas de todos os processos fisiológicos e bioquímicos associados. Havendo redução da respiração, há, em consequência, redução nas perdas de aroma, sabor, textura, cor e demais atributos de qualidade dos produtos. Entretanto, a taxa metabólica deve ser mantida a um nível mínimo, suficiente para manter as células vivas; porém, de forma a preservar a qualidade comestível, durante todo o período de armazenamento. A refrigeração é recomendada para muitos produtos, porque retarda a ação dos seguintes fatores:

- Envelhecimento devido ao amadurecimento, conduzindo a mudanças na textura e na cor.
- Mudanças metabólicas indesejáveis e produção de calor vital pela respiração.
- Perda de umidade e consequente murchamento.
- Deterioração devida a bactérias e fungos.
- Crescimento indesejável (brotamento, alongação de caules, etc).

O processo de refrigeração é indicado para produtos que requerem resfriamento imediato após a colheita e armazenamento sob temperatura controlada. Algumas hortaliças podem ser armazenadas por até 6 meses se as condições de temperatura forem adequadas. A maioria, porém, não se adapta ao armazenamento prolongado.

Nas grandes câmaras comerciais, aconselha-se o armazenamento de um único tipo de produto, com histórico do mesmo quanto à colheita, tratamento, etc. de modo que se possa prever o período adequado de armazenamento, em condições favoráveis.

No caso da conservação de diferentes produtos em conjunto, deve-se optar pelos que não apresentam incompatibilidade nas condições de armazenamento (temperatura, umidade relativa, gases e odores).

4.7 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

A refrigeração é produzida mecanicamente pela evaporação de um gás líquido, comprimido num sistema fechado. O equipamento básico para a refrigeração compreende

um compressor, um condensador, uma válvula de expansão e um evaporador. O gás refrigerante é comprimido, resfriado pela passagem através de um condensador resfriado com ar ou água, sendo depois expandido através de um orifício (de vários tipos), na bobina do evaporador. Durante a fase da evaporação e expansão, o calor é absorvido da área do produto a ser resfriado (Figura 9).

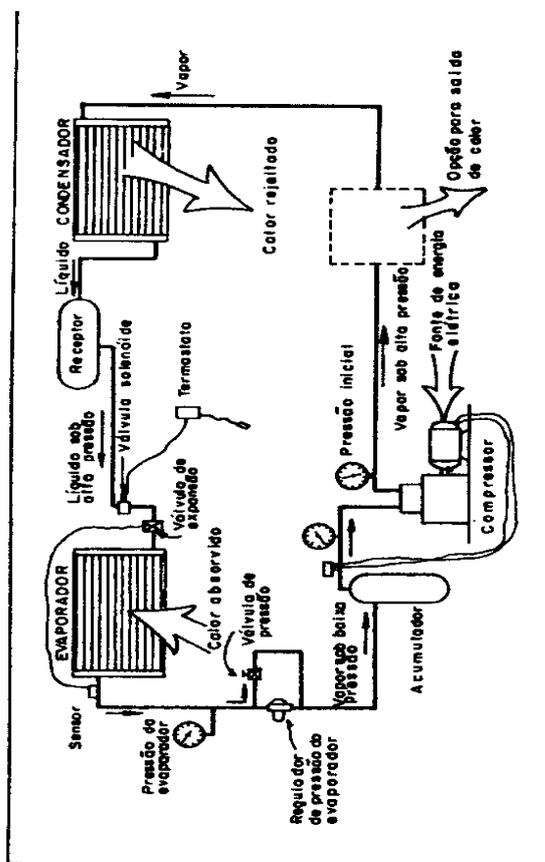


FIGURA 9: Reprodução esquemática de um sistema de refrigeração por expansão direta (BARTSCH, 1984).

Para a escolha do refrigerante, deve-se levar em conta a toxidez, o custo inicial, o controle de óleo, o dimensionamento e material de linha, etc., além do problema da energia necessária. Obedecendo esses critérios, os halogenados R-12, R-22 e R-502, assim como a amônia (R-717), são os mais empregados. Por problemas relacionados ao meio

ambiente , o R-12 e o R-502 não estão sendo mais fabricados e foram substituídos pelo R-134 a R-404.

A amônia é o refrigerante universalmente mais empregado, pois é relativamente barato e eficiente. Não pode ser usado com cobre ou suas ligas, exigindo aço carbono para a tubulação. Seu odor irritante permite o rápido conhecimento por ocasião de vazamento. Além de seu baixo custo em relação a outros refrigerantes, permite fácil separação do óleo arrastado para os diversos pontos do sistema. Já os refrigerantes R-134, R-22 e R-404 têm largo emprego em unidades menores à exemplo de resfriadores de leite e câmaras frigoríficas de pequena e média dimensões. Esses são gases inodoros, não corrosivos e devem ser usados tubulações de cobre. São classificados como não combustíveis e não inflamáveis e exigem atenção e equipamentos especiais para detecção de vazamento, e por isso, seus custos são maiores quando comparados com a amônia.

Para os compressores, o mercado geralmente cobre diversas faixas de capacidade, e usualmente são empregados compressores alternativos até 100-150 HP. A capacidade sé sempre referida em Kcal/h, e é dependente da temperatura de evaporação e de condensação, assim como da velocidade de operação. Entretanto, na maioria das vezes, a maior referência da capacidade é feita em m³/h. para a aquisição portanto de um compressor, é preciso levar em conta estas três características básicas (temperatura de evaporação, temperatura de condensação, velocidade de operação). Além disso, ao se dimensionar uma câmara, a potência do compressor (HP) estará diretamente relacionada à carga de resfriamento do produto, dado em Btu/h.

Com relação ao evaporador, o mais empregado atualmente é aquele no qual está acoplado um ventilador, que aspira ou descarrega o ar sobre uma superfície aletada, lançando-o no interior da câmara. É constituído por uma serpentina no interior da qual passa o refrigerante, aletas para aumento da área de transferência de calor, ventiladores destinados à circulação de ar, bandeja para recolhimento de água condensada, gabinete de pontos para fixação do evaporador. Em um sistema bem dimensionado, o ar que retira a carga térmica da câmara é aspirado e circulado sobre a serpentina do evaporador. O refrigerante é evaporado é evaporado e absorve o calor do ar. Em seguida é lançado novamente no ambiente, recebendo o calor do produto, das paredes, etc, repetindo assim o

ciclo. Em geral, a capacidade do ventilador deve ser equivalente a um terço do volume da câmara. Em algumas situações, o fluxo de ar deve ser determinado em base de cálculos, considerando-se uma diferença de temperatura entre o ar e o retorno e a temperatura de evaporação. Assim, a quantidade de calor que um evaporador absorve, depende desta diferença, da taxa de transferência de calor através das paredes do evaporador, e da área de resfriamento do evaporador, sendo as duas últimas características fixadas no projeto do equipamento. Assim, o calor transferido dependerá da diferença de temperaturas e através desta diferença é que o fabricante apresenta a capacidade em Kcal/h.

Uma outra peça importante do sistema é o condensador cuja função é remover o vapor de gás comprimido fazendo com que volte ao estado líquido. O calor absorvido pelo condensador deve ser retirado. Dependendo do meio utilizado para retirada do calor, eles podem ser a ar, água ou combinação de ar e água. Condensadores a ar são indicados para unidades relativamente menores. A temperatura do ar tem influência sobre a performance do sistema, pois em dias mais quentes a pressão de descarga aumenta com o conseqüente maior consumo de energia exigindo a instalação sempre em locais com boa circulação de ar. A limpeza é fácil e deve ser feita periodicamente.

Condensadores a água podem ser empregados com qualquer capacidade. O mais comum é o casco e tubo, onde a água passa pelo interior dos tubos e refrigerante no interior do casco. A capacidade do condensador de absorver o calor depende da superfície de contato com o meio de resfriamento e do fluxo deste meio.

No caso de ar, a transferência de calor é menor quando comparada com a água. Assim, a área de troca exigida será maior no primeiro caso. Também deverá ser instalado um ventilador com capacidade suficiente. Já no caso da água, os condensadores são mais compactos.

Há também o condensador evaporativo, formado por um gabinete onde é instalada a serpentina, sendo recolhida em um tanque situado na parte inferior do gabinete e recirculada por meio de uma bomba. Um (ou mais) ventilador instalado na parte superior aspira o ar em sentido contrário ao da água. Tem-se uma evaporação de parte desta água, aumentando o efeito de resfriamento, ou de outro lado, menor temperatura de condensação.

Apesar deste equipamento representar um maior investimento inicial, além do custo operacional maior, o consumo de água é reduzido sensivelmente quando comparado com o anterior. No entanto, há que se considerar o problema da qualidade desta água bem como o trabalho envolvido na limpeza do sistema.

Os sistemas modernos de refrigeração produzem circulação forçada de ar. Nesses sistemas, três fatores são controlados: a temperatura, umidade relativa e circulação de ar.

A quantidade de refrigeração no armazenamento deve ser baseada no pico da carga a ser utilizada, ou seja, quando a temperatura externa é elevada e quando o produto não foi ainda pré-resfriado. Depende sobretudo da quantidade de produto a ser armazenado cada dia. A capacidade do sistema é baseada no cômputo de todas as fontes adicionais de calor a saber.

- Calor conduzido através das paredes, teto, portas e piso do recinto.
- Temperatura do produto (calor específico)
- Calor e infiltração de ar.
- Temperatura final a ser atingida.

Calor produzido por equipamentos mecânicos de manuseio das cargas, motores elétricos, luzes, ventiladores e pessoal de apoio.

O equipamento para refrigeração em geral, não é produzido para remover o calor do campo em grandes quantidades, devendo haver um local separado para tal. Os diferentes métodos comercialmente utilizados para o pré-resfriamento são os seguintes:

- Resfriamento com água
- Resfriamento pelo vácuo
- Resfriamento com ar
- Resfriamento com gelo (na embalagem)

Existe variação entre os métodos porém, todos visam a transferência rápida do calor do produto, para o meio de resfriamento, como a água, o ar ou gelo. Um adequado resfriamento pode ocorrer entre 20 minutos ou menos, ou até 24 horas, ou um pouco mais. A velocidade de resfriamento depende sobretudo de quatro fatores, embora nem todos sejam aplicáveis a todos os métodos. Esses fatores são

- A sensibilidade do produto do meio refrigerante.

- A diferença de temperatura entre o produto e o meio refrigerante.
- A velocidade do meio refrigerante.
- tipo de meio refrigerante.

4.8 CONTROLE DA TEMPERATURA

É o principal fator a ser considerado no armazenamento e, para tal, devem ser observados alguns interferentes como:

- Quantidade de produtos a ser armazenado.
- Remoção do calor do campo.
- Temperatura ideal para o produto.
- Remoção do calor vital (metabólico) durante o resfriamento e armazenamento.

A – No resfriamento rápido

É a primeira etapa no manuseio da temperatura. A maior parte dos ambientes refrigerados não possui nem capacidade de refrigeração nem movimento de ar necessário para um resfriamento rápido. Conseqüentemente, o pré-resfriamento é, em geral, uma operação separada, que requer equipamentos e/ou recintos especiais. Tem por finalidade a remoção rápida do calor do campo dos produtos recém-colhidos, antes do transporte, armazenamento ou processamento. Quando realizado de modo adequado, reduz a incidência de doenças e retarda a perda de frescor e qualidade, porque inibe o crescimento de microrganismos, restringe as atividades enzimáticas e respiratórias, inibe a perda de água e reduz a produção de etileno pelo produto.

- Uso de água

É um meio rápido e eficiente de resfriamento podendo ser realizado por fluxo, pulverização ou imersão em água fria. A temperatura da água deve permanecer em torno de 1°C, independentemente da temperatura do produto. Dois sistemas básicos são utilizados. O sistema de fluxo ou transportador, no qual o produto é resfriado por chuveiros ou por imersão em água fria, à medida que ele passa através do resfriador. O produto pode estar em esteiras, distribuído em uma única camada ou em várias camadas,

como pode estar embalado em grandes “containers” ou em caixas. O segundo sistema é o de lotes ou baterias. Nesse caso o produto embalado e empilhado (paletizado), com 1 a 3 camadas, é resfriado com esguinchos de água, em local apropriado. Em ambos os sistemas, a água é usualmente recirculada, o que leva à necessidade de tratamento químico periódico (com soluções de hipoclorito) para evitar o acúmulo de microrganismos produtores de doenças. Os recintos para resfriamento devem ser esvaziados (drenados) e limpos diariamente. Como exemplo de produtos que são resfriados antes do processamento citam-se aspargos, aipo, melões, ervilhas, rabanetes, pêssegos e milho doce. Produtos que são resfriados algumas vezes incluem pepinos, pimentões e batatas precoces.

Um sistema mais moderno de resfriamento para cargas paletizadas é o resfriamento por água e ar (Hydroaircooling), no qual se utiliza uma mistura de ar refrigerado e água fria finamente pulverizada (borrifada) por circulação em volta e através da pilha de “containers”.

- Uso de vácuo

É realizado colocando-se o produto numa câmara impermeável ao ar, bombeando rapidamente o ar e o vapor d’água. A água é vaporizada sob baixa pressão portanto, o resfriamento é realizado pela evaporação da água da superfície do produto. A evaporação continua à medida que a pressão na câmara é reduzida. Por exemplo, se a pressão for reduzida a 4,6 mmHg e a evaporação continuar por um determinado período de tempo sob essa pressão, a temperatura do produto atingirá 0°C.

Sob pressão atmosférica normal (igual a 760 mmHg) a água entra em ebulição a 100°C, porém, se a pressão for reduzida a 4,6 mmHg, a ebulição da água ocorrerá a 0°C, o que literalmente significa que o resfriamento sob vácuo ocorre pela retirada de água do produto, através da ebulição da mesma. A perda de umidade do produto pode variar de 1,2% a 5%, sendo, porém, uniforme em toda a sua massa, o que torna o murchamento invisível (exceto quando a perda é superior a 5%). A perda de peso é de aproximadamente 1% para o abaixamento de temperatura igual a 5,6°C. o resfriamento sob vácuo é usado comercialmente para alface, podendo também ser utilizado para outros produtos como aspargos, brócole, cou-flor, repolho, aipo e milho doce. Produtos como frutos, tubérculos, raízes, são melhores adaptados a outros tipos de resfriamento. O método pode ser

utilizado para produtos embalados em papelões ou em filmes plásticos, se os mesmos forem adequadamente ventilados para permitir a evaporação da água.

- Uso de ar

Pode ser realizado em câmara de resfriamento, ou por ar forçado (resfriamento sob pressão). O problema da perda de água pode ser eliminado, usando-se elevados valores de umidade relativa (9+5%) no ambiente.

No caso do pré-resfriamento em câmaras, o produto embalado em “containers” é exposto ao ar frio, em espaço especial, no mesmo local de armazenamento refrigerado (por médio ou longo prazo). Os melhores resultados são obtidos quando existe ar refrigerado em quantidade suficiente para manter todas as partes do recinto com a mesma temperatura fria. Usa-se uma corrente de ar de 60 a 120m³/minuto, circulando em volta e entre os “containers” devendo os mesmos ser empilhados adequadamente para permitir a passagem regular do fluxo de ar. Produtos tais como maçãs, frutos cítricos e peras podem ser resfriados satisfatoriamente por esse método. Os “containers” de transportes são manuseios em “pallets”, sendo o recinto de resfriamento esvaziado e repostado todo dia ou a cada 2 dias. Um resfriamento efetivo pode requerer de 18 a 24 horas ou mais.

Os resfriamento, por ser forçado, é realizado pela diferença de pressão de ar, produzida entre as faces opostas das pilhas de embalagens perfuradas. Essa diferença de pressão força o ar através das pilhas retirando o calor do produto, pela passagem fluxo de ar refrigerado em volta das unidades do produto no “containers”. Esse método permite um resfriamento mais rápido que o necessário no resfriamento em recintos (1/4 a 1/5 do tempo); porém, é 2 vezes mais demorado que o resfriamento com a água fria ou a vácuo. É utilizado para frutos e hortaliças em geral e em especial para morangos, uvas, tomates, melões, pepinos, pimentões e couve-flor.

- Uso de gelo

É realizado utilizando-se gelo quebrado em pequenos pedaços dentro ou sobre os “containers” de transporte. O processo é efetivo em produtos que não se danificam pelo contato com o gelo, tais como espinafre, couve, brócole, rabanete, cebolinha, cenoura e melão “Cantaloupe”.

O tempo requerido para reduzir à metade a diferença entre a temperatura do produto e a temperatura de resfriamento permanece constante através do período de resfriamento e é independente da temperatura inicial. Uma vez estabelecido, pode-se prever o resfriamento num determinado intervalo de tempo, independentemente da temperatura do produto e da temperatura do meio refrigerante. o pré-resfriamento deve ser realizado o mais rápido possível (dentro de condições econômicas viáveis), devido à elevada perecibilidade dos produtos, os quais podem deteriorar durante um resfriamento lento. A Figura 10, ilustra o espaço de tempo requerido para o resfriamento de produtos à sua temperatura adequada para o armazenamento.

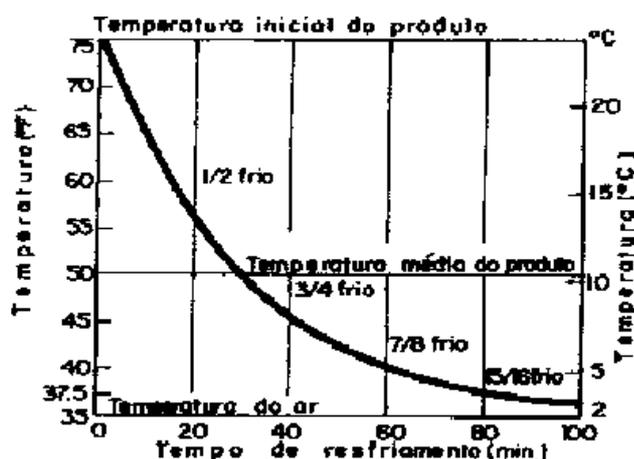


FIGURA 10: Taxa média de resfriamento de produtos sensíveis ao "chilling", em relação ao tempo necessário ao resfriamento. (AMERICAN PRESIDENT COMPANIES, 1986).

- Taxa de resfriamento

Como a seleção e operação de um sistema necessita de uma otimização devido aos custos envolvidos, a tarefa daquele que trabalha com refrigeração pode ser dividida em duas etapas principais. A primeira refere-se ao cálculos das necessidades de frio para o processo, considerando-se que o fenômeno de transferência de calor é estacionário.

Já a Segunda etapa compreende o estudo do resfriador propriamente dito, onde são dito os problemas:

-
- a) – obter informações necessárias para a taxa de resfriamento exigida sob o ponto de vista de qualidade ligada a uma técnica geral e possibilidade econômicas;
 - b) determinar a combinação de condições externas que irá permitir a obtenção da taxa de resfriamento ótima do produto em função de sua característica e propriedades térmicas.

Tais questões devem ser analisadas considerando-se um estado não estacionário de transferência de calor, caracterizado pela dependência do tempo em relação ao fluxo de calor e níveis de temperatura utilizadas, entre outros pontos, como discutido por Neves, F^o.

De forma a quantificar o processo de resfriamento, tanto em termos de tempo ou temperatura, são empregados diversos parâmetros. O mais comum é o meio tempo de resfriamento, que é o tempo necessário para reduzir à metade a diferença de temperaturas entre o produto e meio. De acordo com a Tabela 3, tomada apenas a título de ilustração, o meio tempo para maçãs sem embalagem no interior das caixas, é de 12 horas quando se utiliza uma câmara. Isto é, supondo-se que a temperatura do ar seja 0°C e a inicial das maçãs 26°C, seriam necessárias 12 horas para que as maçãs atinjam 13°C e mais 12 horas para alcançarem 7°C.

TABELA 3: Valores em horas, para o meio-tempo de resfriamento de maçãs (Hall, 1972).

Método de resfriamento	Condições	Meio-tempo
Câmara de estocagem	Soltas em caixa	12,0
	Embaladas, em caixa	22,0
	Bin de 500kg granel	18,0
	Caixas paletizadas	43,0
Túnel, ar 3-6 m/s	Soltas em caixa	4,0
	Embaladas, em caixa	14,0
Água	Frutas soltas	0,4
	Ar 0,7 m/s	1,3
Individual	Ar 0,7 m/s	0,5

Entretanto, este conceito de meio tempo ou de sete oitavos, supõe que não há um diferencial de temperatura no produto, uma remissa falsa pois a condutividade térmica de frutas e hortaliças é relativamente baixa e que, em raros casos, apresentam pequena espessura. Também medidas tomadas experimentalmente demonstram que no interior das caixas houve diferenças de temperatura significativas em diferentes posições do produto. Quando criteriosamente aplicado, permite cálculos relativamente simples e, em determinados casos, respostas aceitáveis.

Como pode ser observado na Figura 11, durante o resfriamento de abacate com água gelada, há um grande diferencial entre as temperaturas do centro e da superfície, o que pode afetar diretamente o cálculo da carga técnica ou, em outras palavras, a capacidade frigorífica do sistema.

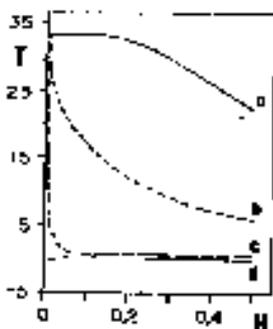


FIGURA 11: Comportamento da temperatura no resfriamento de abacate com água gelada, onde T - temperatura (°C), H - tempo (h), a - centro, b - média, c - superfície ou água (Goffney & col., 1976).

De forma a se analisar o comportamento das diversas variáveis envolvidos no processo para sua otimização, empregam-se modelos matemáticos. Tais simulações oferecem resultados bastante parecidos aos obtidos experimentalmente quando a forma do produto pode ser aproximada a uma esfera, placa infinita ou cilindro.

Métodos mais sofisticados para o cálculo da taxa de resfriamento de um produto envolvem o emprego de diferenças finitas ou elementos finitos, tanto para o resfriamento individual ou a granel.

No entanto, quando o produto é disposto ou embalado em caixas de diferentes materiais utilizados para a comercialização final antes do resfriamento, o cálculo da taxa de resfriamento apresenta grandes dificuldades. Isto porque a distribuição do ar não é uniforme no interior destas embalagens, visto as restrições impostas pela área, número e dimensões das aberturas, além dos arranjos na distribuição destas caixas.

Para certas condições, Baird e col. (1988), desenvolveram um modelo que oferece indicações para o estudo técnico-econômico do resfriamento a ar forçado, onde a Figura 12 relaciona o tempo e custo para uma carga horária de nove toneladas de um produto com 50mm de diâmetro. A temperatura de entrada foi de 27°C e a final, 4°C. Já a do ar manteve-se em 2°C.

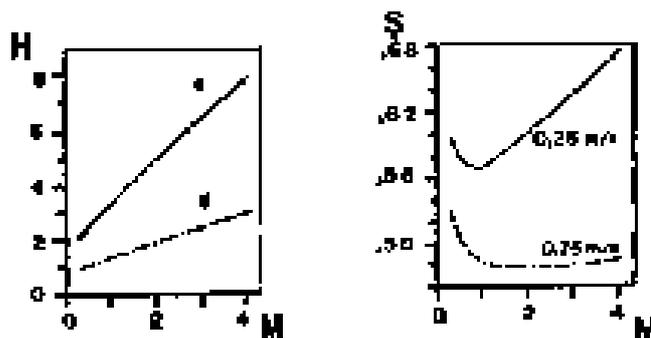


FIGURA 12: Parâmetros no resfriamento com circulação forçada de ar, onde H é o tempo, M a profundidade em metros e S o custo em centavos de dólar por kg de produto. (Baird e col. 1988).

Há uma série de outros dados que foram considerados, incluindo diferentes custos tanto de investimento quanto operacionais. Poder-se-ia concluir que para o produto embalado em caixas de papelão com aberturas correspondentes a 4% da área e ar de 0,25

m/s, a profundidade não deveria ultrapassar 1 m. Já para o produto a granel e are a 0,75 m/s os valores mais econômicos estão na faixa de 2 a 3 m.

B – No armazenamento

Após o pré-resfriamento, o produto é então transferido para as câmaras de armazenamento onde será submetido às condições adequadas de temperatura para sua conservação. O limite mínimo de temperatura utilizado em condições de segurança, é função de cada produto, evitando-se o aparecimento de injúrias fisiológicas pelo frio (chilling) e as temperaturas de congelamento.

O controle da temperatura na câmara de refrigeração é baseado na estrutura isolante do sistema, na capacidade de refrigeração para a demanda máxima e no controle do fluxo do refrigerante através do sistema, por meio de termostatos ou válvulas de expansão com pressão controlada.

A temperatura de armazenamento deve normalmente ser deixada $\pm 1^{\circ}\text{C}$ da temperatura desejada para o produto a ser armazenado. A variação deve ser menor ainda para armazenamento em temperatura muito próxima à do ponto de congelamento. Variações de 1 a 2°C acima ou abaixo da temperatura desejada são muito grandes, na maioria dos casos onde se usa um armazenamento prolongado. O efeito é tanto maior quanto mais longo for o período durante o qual a temperatura for mantida abaixo ou acima da ideal. Temperaturas abaixo da variação ótima, poderão causar problemas de “chilling” ou congelamento. Temperaturas acima, irão ocasionar redução na vida de armazenamento. Grandes flutuações na temperatura podem resultar na condensação de água sobre o produto, o que favorece o crescimento de fungos na superfície e o desenvolvimento de doenças. A temperatura deve ser uniforme em todas as partes do recinto de armazenamento para evitar o amadurecimento desuniforme, como, também, para evitar deteriorações ou doenças em locais em inacessíveis, reduzindo a qualidade do produto. A variação de temperatura pode ser mini minimizada através do uso de isolamento adequado nas paredes, pela manutenção de uma circulação de ar adequada na câmara de armazenamento e pelo empilhamento adequado das embalagens. As câmaras devem ser equipadas com termostatos confiáveis e acurados ou com controles manuais, conferidos com freqüência. A temperatura deve ser checada em todos os níveis do recinto,

como teto, chão, ou outro local, bem como nas embalagens ou dentro dos grandes “containers”, em diferentes locais. As temperaturas em locais menos acessíveis, tais como no meio das pilhas de embalagens, podem obtidas de modo conveniente pelo uso de termômetros apropriados (termômetros para leitura a longas distâncias).

a. Paletização

Uma câmara de estocagem tanto no local de produção quanto na distribuição consiste essencialmente em um recinto devidamente isolado. Assim a decisão dos níveis de temperatura e umidade está relacionada ao produto que se deseja estocar e mantidas por meio de circulação de ar previamente resfriado.

De forma a se evitar a formação de gelo, quando a temperatura de evaporação for abaixo de 0°C, e que impede a perfeita troca de calor entre a superfície dos tubos e aletas com o ar a ser circulado na câmara, deverá ser previsto o degelo periódico dos evaporadores. Este fenômeno poderá ser reduzido com o emprego de uma correta cortina de fitas plásticas especiais além da redução ao máximo no tempo de abertura da porta.

Procurando melhorar a circulação de ar deve-se distribuir as caixas no interior da câmara de forma a não se impedir a passagem deste ar entre elas de forma a evitar a formação de bolsões mais quentes. Um exemplo é mostrado na Figura 13 onde as caixas estão dispostas sobre estrados, com espaços entre elas.

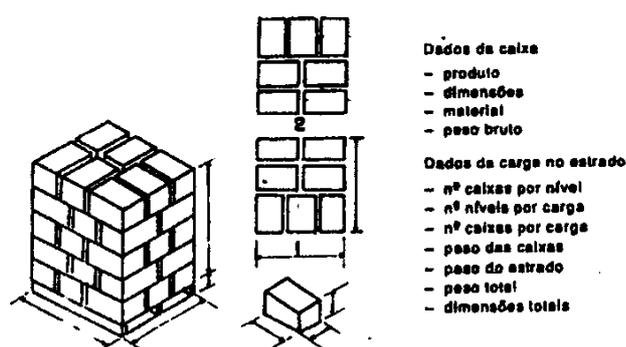


FIGURA 13: Exemplos de disposição correta de caixas sobre um palete.

Em câmaras de grandes dimensões poderão ser utilizados ductos de distribuição do ar, dispostos no teto ou ao longo das paredes. No entanto, a escolha deste sistema deverá ser feita criteriosamente tanto por motivos técnicos quanto econômicos.

Um ponto crítico é a transferência de produtos da câmara até o sistema de transporte ou vice-versa. Isto deve ser organizado de tal modo que seja efetuado o mais rápido possível, evitando-se variações de temperatura, excesso de sol ou vento. Assim, deverá ser prevista uma proteção especial no local de carga e descarga impedindo um aumento da temperatura o qual, evidentemente, trará prejuízos à qualidade do produto.

A embalagem tem importante papel na conservação em função de suas qualidades físicas e sanitárias. Ainda, se padronizadas, representariam grande economia para o produtor e o consumidor.

Ainda a paletização possibilita uma melhor utilização do espaço, especialmente se os paletes forem de medida padronizadas. Em geral são empregados paletes de 1,0 x 1,2m que correspondem ao da IS O II. No entanto, tem-se também outras medidas como visto na Figura 14, com diversos tipos, com duas ou quatro entradas para os garfos da empilhadeira ou paleteira. As dimensões dos estrados devem prever máxima utilização das carretas transportadora, melhor arrumação nas câmaras e facilidade de movimentação tanto no sentido horizontal como vertical.

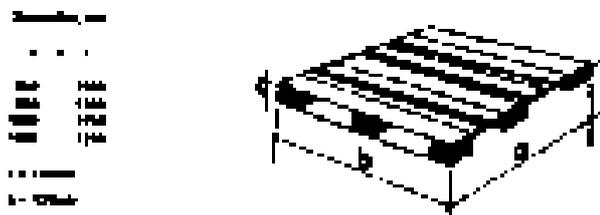


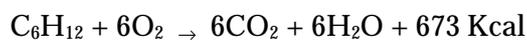
FIGURA 14: Dimensões de paletes utilizados para estocagem.

De forma a oferecer melhor utilização no sentido vertical tais paletes podem receber quatro montantes, um em cada canto, que devidamente montados e amarrados, permitem a disposição de um paleta sobre outro até a altura permitida na câmara.

Para a movimentação horizontal são utilizados paleteiras elétricas ou manuais. Já para vertical e/ou horizontal empregam-se empilhadeiras elétricas.

b. Calor vital e interconvenção entre as unidades de respiração

Durante o processo de respiração, os produtos vegetais continuam liberando energia na forma de calor (calor vital), conforme a equação:



A quantidade de calor liberada varia com o produto e aumenta com o aumento da temperatura até cerca de 38° a 40°C. Esse calor deve ser considerado no manuseio de frutos e hortaliças que irão ser submetidos ao armazenamento sob refrigeração. A quantidade aproximada de calor produzido pelos diferentes produtos pode ser calculada sob diversas temperaturas de armazenamento, através da taxa de respiração, conforme dados apresentados para alguns produtos, nas Tabelas 4 e 5. A faixa de variação dos valores para um mesmo produto é devida às diferenças entre as cultivares ensaiadas, procedência, condições de cultivo, estação do ano entre outras variáveis.

O controle da respiração dos produtos é o princípio básico do sistema de refrigeração. A energia liberada pela respiração na forma de calor, é expressa em calorias (cal). Por exemplo, 1 caloria é a quantidade de calor necessária para elevar 1°C na temperatura de 1 g de água. O calor específico de qualquer produto e, portanto, a quantidade de calor requerida para elevar a sua temperatura até um determinado nível e que causa a mesma quantidade (peso) de água. O conhecimento do calor específico torna-se necessário para o cálculo da quantidade de refrigerante que irá suprir adequadamente o local de armazenamento.

TABELA 4: Taxa de respiração de alguns frutos submetidos a diferentes temperaturas, expressa em mg CO₂.kg⁻¹.h⁻¹. (Adaptado de HARDENBURG, WATADA & WANG, 1986).

PRODUTO	TEMPERATURA					
	0° C	4-5°C	10°C	15-16°C	20-21°C	26-27°C
Abacate	-	20-30	-	62-157	74-347	118-428
Abacaxi (verde-maturo)	-	2	4-7	10-16	19-29	28-43
Ameixa 'Wickson'	2-3	4-9	7-11	12	18-26	28-71
Banana (verde)	-	-	-	21-23	33-35	-
Banana (maturação)	-	-	21-39	25-75	33-142	50-245
Caqui 'japonese'	-	6	-	12-14	20-24	29-40
Figo (fresco)	-	11-13	22-23	49-63	57-95	85-106
Laranja	2-5	4-7	6-9	13-24	22-34	25-40
Morango	12-18	16-23	49-95	71-92	102-196	169-211
Maçã	3-6	5-11	14-20	18-31	20-41	-
Manga	-	10-22	-	45	75-151	120
Melão 'cantaloupe'	5-6	9-10	14-16	34-39	45-65	62-71
Melão 'honey dew'	-	3-5	7-9	12-16	20-27	26-35
Melancia	-	3-4	6-9	-	17-25	-
Mmão	-	4-6	-	15-22	-	39-88
Pêssego	4-6	6-9	16	33-42	59-102	61-122
Pera 'Batletti'	3-7	5-10	8-10	15-60	30-70	-
Pera Kleffer	2	-	-	11-24	15-28	20-29
Uva	1-2	3-6	8	10-12	-	25-30

Cada mg de CO₂ produzido na respiração libera 2,55 cal. A aplicação prática desses valores, usualmente é feita para grandes quantidades de produto armazenado durante dias e semanas. A energia respiratória produzida é então expressa em unidades do sistema inglês, ou seja, Btu (British Thermal Units) ton./dia, ou pode ser expressa em Joules (J) ton./dia, pelo sistema métrico. No caso da transformação de mgCO₂Kg⁻¹.h⁻¹ para Btu/ton./dia, faz-se o cálculo do fator de conversão da seguinte forma:

$$1\text{mgCO}_2 = 2,55 \text{ cal}$$

$$1\text{Btu} = 254 \text{ cal}$$

$$1 \text{ ton.} = 2.000 \text{ libras}$$

$$1 \text{ lb} = 0,454 \text{ Kg}$$

$$1 \text{ dia} = 24\text{h}$$

$$1\text{mg CO}_2 = 2,55 \text{ cal} = 0,01012 \text{ Btu}$$

$$\text{Btu/ton./dia} = 0,01012 \times 908 \times 24 = 220$$

A evolução do calor de respiração é computado no sistema britânico, multiplicando-se cada mg de CO₂ liberado na respiração pelo fator 220, expressando-se o resultado em Btu/ton./dia. No caso da produção de CO₂ ser expressa em ml, considerar que cada 1ml de CO₂ pesa 1,96 mg.

A transformação de unidades para o sistema métrico decimal é feita com base no fato de 1 cal ser igual a 4,187 Joules. Se 1 mg CO₂ = 2,55 cal, o fator de conversão será 2,55 x 4,187 = 10,676. Os valores do calor vital calculados por esses métodos são concordantes com os obtidos através de medições de O₂ captado pelo produto com os valores determinados diretamente por calorimetria em temperaturas moderadas até 26,7°C.

A quantidade de refrigeração é usualmente referida como tonelada de refrigerante. uma tonelada padrão de refrigeração equívale à quantidade de calor absorvida por uma tonelada de gelo com fusão a 0°C em 24 horas, ou seja, 288.000 Btu. Esse valor equívale a 12.000 Btu/h ou 12.660 KJ/h.

Os produtos que apresentam taxa de respiração mais alta necessitam maior poder de refrigeração no armazenamento do que os produtos que respiram lentamente, para permanecer num determinada temperatura.

A taxa respiratória de alguns produtos declina gradualmente durante o armazenamento, devido ao envelhecimento (batata, alface, aspargos). Outros, apresentam elevação nos valores, devido ao amadurecimento (ameixas, banana).

c. Quociente da temperatura de respiração

A taxa de respiração é governada pela temperatura e aumenta 2 a 3 vezes, a cada aumento de 10°C. Esse comportamento segue a regra de Van't Hoff, que postula um aumento de 2 a 3 vezes na taxa da maioria das reações químicas e bioquímicas, para cada aumento de 10°C na temperatura.

$$Q_{10} = (R_2/R_1)^{10/t_2 - t_1} \text{ constante } \approx 2, \text{ onde:}$$

Q = quociente

10 = graus centígrados

R = taxa das reações às temperaturas t₁ e t₂

Como exemplo, pode-se observar o comportamento respiratório da cenoura na Tabela 5.

TABELA 5: Taxa de respiração de algumas hortaliças submetidas a diferentes temperaturas, expressas em mg CO₂.kg⁻¹.h⁻¹. (Adaptado de HARDENBURG, WATADA & WANG, 1986).

PRODUTO	TEMPERATURA					
	0° C	4-5°C	10°C	15-16°C	20-21°C	26-27°C
Alface (cabeça)	6-17	13-20	21-40	32-45	51-60	73-91
Alface (folha)	19-27	24-35	32-46	51-74	82-119	120-173
Alho	4-14	9-33	9-10	14-29	13-25	-
Aspargos	27-80	55-136	90-304	160-327	275-500	500-600
Broto de feijão	21-25	42	93-99	-	-	-
Beterraba (com folhas)	11	11	22	25	40	-
Brócole	19-21	32-37	74-87	161-186	278-320	-
Batata (imatura)	-	12	14-21	14-31	18-46	-
Batata (madura)	-	3-9	7-10	6-12	8-16	-
Cebola (verde)	10-32	17-39	36-62	66-115	79-178	98-210
Cebola (seca)	3	3-4	7-8	10-11	14-19	27-29
Cogumelo	28-44	71	100	-	264-316	-
Cenoura	10-20	13-26	20-42	26-54	4-95	-
Couve-flor	16-19	19-22	32-36	43-49	75-86	84-140
Ervilha (com casca)	47-75	79-97	-	-	349-556	-
Ervilha (sem casca)	30-47	55-76	68-117	179-202	245-361	343-379
Espinafre	19-22	35-58	82-132	134-223	172-287	-
Moranga (verão)	12-13	14-19	34-36	75-90	85-97	-
Milho verde (com palha)	30-51	43-83	103-120	171-175	268-311	282-435
Pepino	-	-	23-29	24-33	14-48	19-55
Pimentão (doce)	-	10	14	23	44	55
Quiabo	-	53-59	86-95	138-153	248-274	328-362
Rabanete (c/ talos)	14-17	19-21	31-36	70-78	124-136	158-193
Rabanete (s/ talos)	3-9	6-13	15-16	22-42	44-58	60-89
Salsa	30-40	53-76	85-164	144-184	196-225	291-324
Tomate (verde-maduro)	-	5	12-18	16-28	28-41	35-51
Tomate (amadurecimento)	-	-	13-18	19-29	24-44	30-52

Obs: Para cálculo da taxa de evolução do calor vital, utilizam-se os valores mais altos ou as médias.

Btu/ton./24h = taxa de respiração x 220

Kcal/ton./24h = taxa de respiração x 61,2

J/ton./24h = taxa de respiração x 10,7

A 0°C, a taxa respiratória encontra-se entre 10 e 2 mg CO₂ . Kg⁻¹ . h⁻¹. Esses valores são duas vezes maiores (20 a 42 mg CO₂ . Kg⁻¹ . h⁻¹) a 10°C. a Figura 2 ilustra o efeito do

aumento de temperatura sobre a respiração aspargos, alcachofra, morango, pêsego e laranja. Quanto mais intensa a respiração (aspargos), maior será a quantidade liberada de calor e menor será o período de armazenamento. Produtos com brócole, milho doce e alface têm elevada taxa de respiração, enquanto que batata, cebola e uva têm baixas taxas de respiração, sendo, portanto, melhor conservados no armazenamento.

O Q_{10} é uma constante ≈ 2 , porém, pode variar em função de uma grande variação na faixa de temperatura (Tabela 6). As enzimas que governam as reações bioquímicas,

TABELA 6: Efeito da temperatura sobre a taxa de deterioração de produtos não sensíveis à injúria pelo frio (de KADER. 1985).

Temperatura (°C)	Q_{10} Assumido	Velocidade relativa de deterioração	Vida de prateleira relativa	Perda Diária
0	-	1,0	100	1
10	3,0	3,0	33	3
20	2,5	7,5	13	8
30	2,0	15,0	7	14
40	1,5	22,5	4	25

$$Q_{10} = \frac{\text{Taxa de deterioração a } T + 10^{\circ}\text{C}}{\text{Taxa de deterioração a } T}$$

podem ser afetadas pela temperatura. Em geral, a atividade enzimática em frutos e hortaliças decai em temperaturas superiores a 30°C, porém, a maioria é inativa a 40°C. Em temperaturas superiores a 35°C o metabolismo torna-se anormal, o que resulta em rompimento da integridade e estrutura das membranas celulares. Há ruptura da organização celular, conduzindo a uma rápida deterioração do produto. As mudanças são caracterizadas por uma perda geral dos pigmentos e os tecidos apresentam aparência aquosa ou translúcida. Quando o produto é transferido para temperaturas mais elevadas, há um aumento inicial na taxa respiratória, demonstrando um aumento súbito na atividade enzimática dos tecidos. Posteriormente, há um declínio gradual, até que a taxa aproxima-se de zero. Esse decréscimo gradual, na respiração, pode ser um reflexo de alguma desnaturação enzimática, mas, pode também indicar algum outro fator como:

- pequena difusão de O₂ nas células, não suprindo adequadamente a respiração.
- acúmulo de CO₂ nas células, a um nível capaz de inibir o metabolismo.
- suprindo inadequado de metabólitos intermediários, para manutenção de uma taxa respiratória elevada.

- Recomendações de temperaturas para armazenamento

As condições recomendadas para o armazenamento comercial de alguns frutos encontra-se na Tabela 7 e de algumas hortaliças na Tabela 8, com indicação do ponto de congelamento superior e período de conservação dos produtos.

De acordo com a sensibilidade ao frio, os produtos podem ser agrupados em diferentes faixas de temperatura. A faixa de 0 a 4°C corresponde aos produtos com menor sensibilidade ao frio; temperatura de 4 a 8°C, inclui frutos e hortaliças de sensibilidade moderada, e acima de 8°C, produtos bastante sensíveis ao frio. Pela análise da Tabela 9, observam-se variações quanto à temperatura ótima de conservação, mesmo dentro de um mesmo grupo de produtos e do tempo de conservação, que pode variar de dias até meses. Essas variações são atribuídas à natureza dos diferentes produtos, bem como à sua maior ou menor sensibilidade. Existe a possibilidade do aparecimento da injúria fisiológica, quando os valores de temperatura adequada para o armazenamento não são observados. As condições de armazenamento recomendadas são apenas para orientação, devendo cada país estabelecer as condições adequadas de armazenamento refrigerado para seus produtos.

TABELA 7: Condições de temperatura e umidade relativa (UR) recomendadas para o armazenamento comercial, ponto de congelamento (superior) e tempo de conservação de frutos. (Adaptado de HARDENBURG, WATADA & WANG, 1986).

Produto	Temperatura (C°)	UR (%)	Ponto de congelamento (superior) (C°)	Tempo de conservação
Abacate	4.4 a 13	85-90	-0,3	2-8 semanas
Abacaxi	7 a 13	85-90	-1,1	2-4 semanas
Ameixa	-0,5 a 0	90-95	-0,8	2-5 semanas
Banana (verde)	13 a 14	90-95	-0,7	
Carambola	9 a 10	85-90	-	3-4 semanas
Cereja doce	-1,0 a -0,5	90-95	-1,8	2-3 semanas
Caqui (japonese)	-1	90	-2,1	3-4 meses
Figo (fresco)	-0,5 a 0	85-90	-2,4	7-10 dias
Goiaba	5 a 10	90	-	2-3 semanas
Lima	9 a 10	85-90	-1,6	6-8 semanas
Limão	12 a 14	85-90	-1,4	2-3 meses
Laranja	3 a 9	85-90	-1,2	3-8 semanas
Maçã	-1 a 4	90-95	-1,5	1-12 meses
Morango	0	90-95	-0,7	5-7 dias
Manga	13	85-90	-0,9	2-3 semanas
Mamão	7	85-90	-0,9	1-3 semanas
Maracujá	7 a 10	85-90	-	3-5 semanas
Marmelo	-0,5 a 0	90	-2,0	2-3 meses
Melancia	10 a 15	90	-0,4	2-3 semanas
Melão 'cantaloupe'	0 a 2	95	-1,2	5-14 dias
Melão 'Honey Dew'	7	90-95	-0,9	3 semanas
Nectarina	-0,5 a 0	90-95	-0,9	2-4 semanas
Pêssego	-0,5 a 0	90-95	-0,9	2-4 semanas
Pêra	-1,5 a -0,5	90-95	-1,5	2-7 meses
Tangerina	4	90-95	-1,0	2-9 semanas
Uva	-1 a -0,5	90-95	-2,1	1-6 meses

TABELA 8: Condições de temperatura e umidade relativa (UR) recomendadas para o armazenamento comercial, ponto de congelamento (superior) e tempo de conservação de hortaliças. (Adaptado de HARDENBURG, WATADA & WANG, 1986).

Produto	Temperatura (C°)	UR (%)	Ponto de congelamento (superior) (C°)	Tempo de conservação
Alcachofra	0	95-100	-1,1	2-3 semanas
Aspargos	0-2	95-100	-0,6	2-3 semanas
Aipo	0	98-100	-0,5	2-3 meses
Alho	0	65-70	-0,8	6-7 meses
Alface	0	98-100	-0,2	2-3 semanas
Abobrinha	5-10	95	-0,5	1-2 semanas
Broto de feijão	0	95-100	-	7-9 dias
Beterraba	0	98-100	-0,9	4-6 meses
Brócole	0	95-100	-0,6	10-14 dias
Berinjela	8-12	90-95	-0,8	1 semanas
Couve-flor	0	95-98	-0,8	3-4 semanas
Couve	0	95-100	-0,8	10-14 dias
Cenoura	0	98-100	-1,4	7-9 meses
Cogumelo	0	95	-0,9	3-4 dias
Cebola (verde)	0	95-100	-0,9	3-4 semanas
Ervilha verde	0	95-98	-0,6	1-2 semanas
Feijão verde	4-7	95	-0,7	7-10 meses
Moranga	10-13	50-70	-0,8	2-3 meses
Milho doce	0	95-98	-0,6	5-8 meses
Pepino	10-13	95	-0,5	10-14 meses
Pimentão	9-13	90-95	-0,7	2-3 semanas
Quiabo	7-10	90-95	-1,8	7-10 dias
Repolho precoce	0	98-100	-0,9	3-6 semanas
Repolho tardio	0	98-100	-0,9	5-6 meses
Rabanete	0	95-100	-	2-4 meses
Salsa	0	95-100	-1,1	2-2,5 meses
Tomate (verde-maturo)	13-21	90-95	-0,6	1-3 semanas
Tomate (maduro firme)	8-10	90-95	-0,5	4-7 dias

TABELA 9: Condições de refrigeração de alguns produtos, agrupados de acordo com os intervalos de temperatura de conservação. (Adaptado de MUÑOZ-DELGADO, 1982).

FRUTOS				HORTALIÇAS			
Tipo	Temperatura (°C)	UR (%)	Conservação	Tipo	Temperatura (°C)	UR (%)	Conservação
0 a 4°C							
Cereja	0	90-95	1-2s	Alcachofra	0	95	3-4s
Framboesa	0	90-95	1-4d	Alho	0	65-70	6-7m
Morango	0	90-95	1-5d	Aipo	0	>95	4-12s
Maçã	0 a 4	90-95	2-6m	Cebola	0	65-75	6-8m
Limão	0 a 4,5	85-90	2-6m	Couve	0	95	1-3m
Laranja	0-4	85-90	2-4m	Couve-flor	0	>95	2-3m
Pêssego	0	90	2-4s	Cogumelo	0	90-95	5-7d
Pêra	0	90-95	2-5m	Milho doce	0	95	1s
Uva	-1 a 0	90-95	1-4m	Cenoura	0	95	5-6m
4 a 8°C							
Mandarina	4 a 6	85-90	4-5m	Vagem verde	7 a 8	92-95	1-2s
Manguito	4 a 5,5	85-90	6-7s	Batata (cons.)	4 a 6	90-95	4-8m
Melancia	5 a 10	85-90	2-3s	Batata (ind.)	7 a 10	90-95	2-5m
> 8°C							
Abacate	7 a 12	85-90	1-2s	Abóbora	10 a 13	50-75	2-5m
Goiaba	8 a 10	90	2-3s	Berinjela	7 a 10	90-95	10d
Lima	8,5 a 10	85-90	3-6s	Cará	16	85-90	3-5s
Manga	7 a 12	90	3-7s	Quiabo	7,5 a 10	90-95	1-2s
Melão	7 a 10	85-90	1-12s	Pepino	9 a 12	95	1-2s
Mamão	7 a 10	-	1-3s	Tomate verde	12 a 13	-	1-2s
Abacaxi	7 a 8	90	2-4s	Tomate mad.	8 a 10	85-90	1s

m = meses / s = semanas / d = dias

4.9. UMIDADE RELATIVA (UR)

O controle de UR durante o armazenamento é imprescindível, uma vez que valores mantidos abaixo dos requeridos pelo produto promovem perda de umidade, tornando-os imprestáveis para a comercialização. Por outro lado, UR próximas da saturação (98 a 100%), poderão ocasionar o desenvolvimento excessivo de microorganismo patogênicos, bem como rachaduras na superfície do produto. Por essa razão, há necessidade de um controle, associado à temperatura de armazenamento. Muitos vegetais folhosos

conservam-se melhor a 0°C, uma vez que nessa temperatura os fungos e as bactérias são usualmente suprimidos, mesmo mantendo-se a UR próxima da saturação. Outros produtos como, os frutos cítricos que são suscetíveis ao “chilling”, devem ser armazenados sob temperaturas mais elevadas, as quais, em combinação com as elevadas UR do ar, favorecem o desenvolvimento de microorganismos na superfície dos frutos.

O ar é uma mistura de cerca de 78% de nitrogênio (N₂), 21% de oxigênio (O₂) e 0,03% de dióxido de carbono (CO₂). O 1% restante corresponde à mistura de argônio e outros constituintes menores. O ar úmido corresponde a uma mistura de ar seco com vapor d’água. A presença de vapor d’água no ar é chamada de umidade. Se a água for colocada num recipiente fechado contendo ar seco, as suas moléculas passarão para o estado gasoso (vapor), tornando o ar saturado. A quantidade de vapor d’água no ar pode variar de zero, até a um máximo, que é dependente da temperatura e da pressão.

Umidade relativa é o termo utilizado para expressar a umidade do ar. É definida como relação entre a pressão de vapor de ar (PV) e a PV de saturação possível, sob a mesma temperatura, expressa em percentagem.

$UR = (P/P_0) T \times 100\%$, onde:

P = Pressão de vapor de água no ar na temperatura T.

P₀ = Pressão de vapor de saturação relativa só podem ser comparados nas mesmas condições de temperatura e pressão. O ar saturado tem UR igual a 100%. A capacidade de retenção de umidade pelo ar aumenta com a elevação da temperatura (Tabela10). Por exemplo, o ar com 90% de UR a 20°C, contém muito mais água, em peso, do que o ar com a mesma UR a 5°C ou a 0°C. À medida que a UR do ar aumenta, também aumenta a sua PV e, com isso, há aumento na capacidade do ar remover água das superfícies úmidas.

Na refrigeração, a PV deve ser elevada, mantendo-se, porém, um pequeno diferencial entre o produto armazenado e o ar, para que a perda d’água pelo mesmo seja evitada. Isso é conseguido igualando-se rapidamente a temperatura do produto e a do ar, mantendo-se a UR o mais alto possível e ar em quantidade suficiente apenas para uniformização da temperatura.

TABELA 10: Relação da temperatura e umidade relativa (UR) com a pressão de vapor de água e o déficit da pressão de vapor. *(de HARDENGURG, WATADA & WANG, 1968).

Temperatura (°C)	Umidade relativa (UR)	Pressão de vapor (mmHg)	Déficit de pressão de vapor (mmHg)
0	100	4,58	0
	90	4,12	0,46
	70	3,21	1,37
	50	2,29	2,29
3	100	5,69	0
	90	5,12	0,57
	70	3,98	1,71
	50	2,84	2,85
5	100	6,54	0
	90	5,89	0,65
	70	4,58	1,96
	50	3,27	3,27
10	100	9,21	0
	90	8,29	0,92
	70	6,45	2,76
	50	4,60	4,61
20	100	17,54	0
	90	15,79	1,75
	70	12,28	5,26
	50	8,77	8,77

O vapor d'água é adicionado à atmosfera de armazenamento pelas seguintes fontes:

- transpiração (perda de água) pelo produto.
- evaporação da água da superfície do produto.
- umidificadores colocados na câmara de armazenamento para elevar a umidade relativa.
- evaporação de água livre dos pisos e que se deposita sobre os "containers", bem como, da umidade liberada durante o descongelamento do evaporador.

O vapor d'água também é perdido pelo ambiente de armazenamento através do gelo formado sobre as serpentinas do condensador e através das trocas de ar com o

exterior das câmaras. A madeira seca utilizada na confecção dos “containers” também absorve água durante o período inicial de armazenamento.

A – UR de equilíbrio

Quando um material contendo água (como por exemplo, um fruto) é colocado num recipiente fechado contendo ar, o conteúdo de água do ar aumenta ou decresce, até que o equilíbrio seja atingido. O equilíbrio ocorre quando o número de moléculas de água que entram e deixam a fase de vapor é igual, sendo esse ponto conhecido como umidade relativa de equilíbrio (URE). Ela é uma função do material e do seu conteúdo de umidade. A água pura tem uma URE igual a 100%, porém, nos produtos vegetais frescos, esse valor é inferior. O conteúdo de água de frutos e hortaliças é mantido dentro das células por forças osmóticas, principalmente como água livre. Existe também uma pequena proporção de água ligada quimicamente, mais estável. A água nos tecidos vegetais contém uma quantidade variável de solutos que reduz levemente a pressão de vapor a água. Portanto, quando um tecido vegetal fresco é colocado em recipiente hermético contendo ar, este não fica completamente saturado, devido aos solutos e a água quimicamente ligada. Por essa razão, URE é sempre inferior a 100%.

A UR é medida com auxílio do psicômetro de aspiração, através do qual a temperatura do ar é monitorada por meio de dois termômetros: um de bulho úmido cuja temperatura é sempre menor em decorrência da evaporação da água e o outro de bulho seco. A diferença de leitura entre dois termômetros (diferenças psicométricas), corresponde à medida da UR. Os valores de UR sob diferentes temperaturas são calculados através de tabelas ou cartas psicométricas.

B – Condensação

O ar úmido a 20°C e 760 mmHg contém 17,5g de vapor d’água. Se esse ar for resfriado, atingirá uma temperatura na qual a PV será máxima, havendo, em consequência, condensação da água, ou seja, formação de gotas d’água. Esse ponto de condensação é também referido como ponto de orvalho. Portanto, o ponto de orvalho é a temperatura na qual ocorre a saturação, quando o ar é resfriado sem mudança no seu conteúdo de água. É um parâmetro prático, uma vez que especifica simultaneamente a temperatura a 100% de UR e, conseqüentemente, a PV de saturação ou o conteúdo de água

de saturação. As mudanças na temperatura do ar acima do ponto de orvalho não afetam o conteúdo de água; porém, o abaixamento da temperatura remove umidade do ar, causando a condensação nas superfícies resfriadas. A determinação do ponto de orvalho tem aplicação prática no armazenamento e transporte de produtos, nos quais a condensação é indesejável.

A condensação tem conseqüência indesejáveis para o produto resfriado na embalagem, quando ele é removido para o ar quente e úmido. A remoção dos produtos do ambiente de armazenamento refrigerado deve ser feita adequadamente, evitando-se mudanças bruscas de temperatura, uma vez que a umidade do ar se condensa na superfície fria do produto, causando sudação. A condensação pode favorecer o desenvolvimento de doenças no produto, devendo, conseqüentemente, ser evitada. Isso é feito aquecendo-se o produto gradualmente. Produtos armazenados a 0°C podem ser removidos para ambientes com temperatura entre 10 e 13°C, o que resulta em pequena ou nenhuma condensação. Como esse procedimento é pouco prático, pode ser feita circulação de ar morno sobre o produto, o que ajuda, inclusive, a secar sua superfície. Essa precaução é desnecessária em produtos que permanecem úmidos por pequeno espaço de tempo.

No armazenamento sob baixa temperatura, onde se requer elevada UR, pequenas flutuações na temperatura podem resultar numa condensação excessiva na superfície resfriada a acentuar a perda d'água do produto. Porém, quanto mais alta e constante for a UR no ambiente de armazenamento a frio, menor será a oscilação da temperatura do ar.

C - Transpiração

O teor de água na maioria dos frutos e hortaliças é variável entre 80 e 95%, parte da qual é perdida através da evaporação (transpiração). Esta pode ser controlada através do manuseio adequado das condições de armazenamento, a saber:

- redução da temperatura do ar
- elevação da umidade relativa (UR)
- redução na diferença da pressão de vapor (DPV)
- uso de embalagem protetora

A UR da atmosfera interna de praticamente todos os frutos e hortaliças, é de pelo menos 99%, enquanto que a UR da atmosfera circundante externa é sempre menor. Portanto, o produto libera vapor d'água dos seus tecidos para a atmosfera externa, na forma de transpiração. Quanto maior a diferença entre a PV interna e a externa, maior será a perda d'água pelo produto. Essa diferença de pressão de vapor entre o produto e o ar é conhecida como déficit de pressão de vapor (DPV) e tem papel importante no resfriamento dos produtos frescos. Quando um produto é resfriado com ar, mesmo que este contenha uma UR de saturação, o produto continuará perdendo água por evaporação, enquanto permanecer mais quente que o ar, ou seja, enquanto o DPV for elevado. Portanto, é importante resfriar o produto, o mais rapidamente possível, para minimizar o DPV e sua consequente perda d'água. Dessa forma, evita-se uma redução na comercialização não só em função da perda de peso do produto, como também da qualidade (murchamento, enrugamento, perda de textura, etc).

4.10- CIRCULAÇÃO E RENOVAÇÃO DE AR

O ar precisa ser circulado para manter o recinto de armazenamento na temperatura adequada. A temperatura do produto armazenado pode variar, porque a temperatura do ar sobe à medida que absorve calor do produto. Durante a remoção do calor de campo, a circulação de ar deve ser mais rápida, sendo posteriormente reduzida porque se torna desnecessária e, até mesmo, indesejável. A movimentação do ar não terá efeito sobre a perda de peso do produto, se a UR for mantida elevada. Entretanto, produtos mantidos em recinto com baixa UR, sem circulação de ar, apresentam enrugamento menor do que se houvesse circulação. Esse fato se deve à transpiração dos produtos no ambiente, o que causa um aumento na umidade do ar adjacente ao produto. Portanto, a perda total de água diminui.

A circulação de ar na câmara deve ser feita para manter a temperatura homogênea em todo o recinto. O ar deve ser suprido ao sistema em volume suficiente para remover o calor vital do produto e o calor que entra através das superfícies externas e portas. Em

geral, o coeficiente da recirculação é de 20 a 25. Esse coeficiente é definido como a relação entre o fluxo de ar insuflado pelos ventiladores (m^3/h) e o volume da câmara vazia (m^3).

A ar deve ser suprido e fluxo que permita o direcionamento uniforme do mesmo em toda as partes do recinto, o que pode ser conseguido com 15 a $23m^3/min$. através das pilhas de “containers”. A uniformidade do fluxo de ar através do sistema é conseguida pela localização apropriada de ventiladores ou ducto e pelo posicionamento dos “conatiners” que devem ser empilhados de modo a permitir um fluxo de ar livre, na direção apropriada.

A purificação do ar na câmara é imprescindível para evitar o acúmulo dos gases liberados (CO_2 e C_2H_4), bem como dos outros voláteis responsáveis pela produção de sabores e odores estranhos nos produtos e que também podem acelerar a deterioração. Também contribui para a remoção de odores de madeira (pinho) ou outros materiais utilizados na fabricação das embalagens. A purificação do ar pode ser feita pela abertura de uma porta na câmara, por variação na pressão atmosférica ou por infiltração de ar.

4.11 ASPECTO ECONÔMICO NO USO DE REFRIGERAÇÃO

A armazenagem sob refrigeração tem sido usualmente recomendado para países em desenvolvimento, visando à redução de deterioração dos produtos perecíveis, principalmente em climas tropical e subtropical. Entretanto o uso de refrigeração nem sempre tem trazido resultados vantajosos. Em muitos países da Ásia, África e América Latina, os equipamentos para refrigeração são construídos para armazenagem de produtos diversos como carne, peixe, ovos, produtos lácteos, frutos e hortaliças e não apenas para produtos vegetais. Os equipamentos são elaborados acuradamente do ponto de vista da engenharia, porém, a demanda pelo espaço de armazenagem sob frio é usualmente exagerada. Seria necessário um estudo de mercado sobre as necessidades da demanda para o armazenagem dos produtos e se os mesmos podem ser vendidos por preços que cubram o custo adicional do armazenagem. Pode-se utilizar armazenagem a curto prazo, nos países em desenvolvimento, onde o preço dos produtos perecíveis tem uma queda acentuada no final do período de comercialização, devido ao amadurecimento

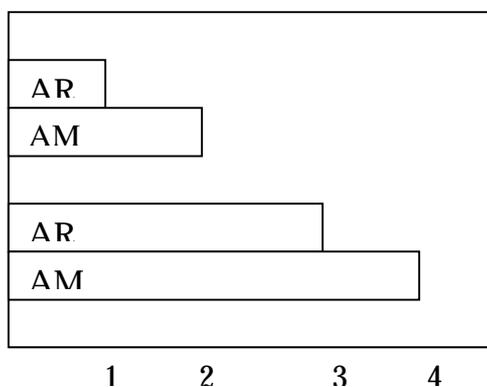
dos frutos ou murchamento de hortaliças folhosas. Nesses casos pode-se retirar das câmaras de refrigeração apenas a quantidade dos produtos a ser comercializada em 1 dia, para estabilizar o mercado e reduzir as perdas. Uma temperatura de 15,5°C pode ser suficiente para reduzir a deterioração de produtos armazenados, por apenas algumas horas ou alguns dias, tornando o uso da refrigeração mais racional e economicamente mais viável.

TÓPICO 05

ARMAZENAMENTO SOB ATMOSFERA MODIFICADA E CONTROLADA

5.1 DEFINIÇÃO DA AM

O ar atmosférico contém aproximadamente 78,08% de nitrogênio, 20,95% de oxigênio (O₂) e 0,03% de dióxido de carbono (CO₂). A atmosfera modificada (AM) bem como a atmosfera controlada (AC) consistem na remoção ou adição desses gases com compõe a atmosfera normal do ar. A diferença entre AM e AC está exatamente no grau de controle, onde AC tem monitoramento, sendo por isto, mais exato. Contudo, como na maioria dos casos, a AC tem custos mais elevados, opta-se pelo uso da AM. Entretanto, não se deve esquecer que a utilização da modificação dos gases que circundam o produto, deve estar também sempre acompanhada da monitoração da temperatura e da umidade relativa do meio ambiente (Figura 1).



VIDA PÓS-COLHEITA

FIGURA 1: vida pós-colheita relativa de produtos frescos embalados e armazenados ao ar ou embalados em atmosfera modificada à temperatura ambiente (20-25°C), ou em temperatura ótima (próximo a 0°C para produtos não sensíveis ao frio e 5-14°C para produtos sensíveis). (De Zagory e Kader,1988).

Para obtenção de atmosferas modificadas são utilizados filmes de polietileno de baixa densidade com diferentes espessuras, bem como os filmes de cloreto de polivinila

(PVC), que são mais delgados e duas vezes mais permeáveis que os de polietileno, sendo portanto, em alguns casos, mais eficientes para prolongar a vida útil dos frutos. Um dos fatores mais importantes no uso desse tipo de embalagem é a possibilidade de manutenção de valores elevados para a umidade relativa em seu interior, acima de 95%.

É uma técnica bastante simples, que não se restringe às câmaras de armazenamento. Pode ser conseguida pelo envolvimento do produto em embalagens plásticas de permeabilidade limitada ao O₂ e CO₂, com conseqüente modificação na concentração de gases no interior do envólucro. A composição da atmosfera interna irá depender da característica de permeabilidade do material da embalagem e da velocidade de consumo ou de liberação de gases pelo produto embalado. O controle da respiração é conseguido através do uso de materiais que tenham característica adequadas de permeabilidade, bem como pela temperatura de armazenamento.

O tipo ideal de embalagem é aquele que possibilita concentração de O₂, suficientemente baixa, para retardar a respiração, porém, mais alta que a concentração crítica para o início da respiratória anaeróbica. Deve também impedir o acúmulo de CO₂ em níveis que provocam distúrbios fisiológicos. Algumas vezes é necessária a perfuração da embalagem ou uma selagem parcial da mesma para se obter as condições gasosas desejadas em seu interior, evitando-se, assim, o aparecimento de sabores estranhos ou injúrias fisiológicas.

5.2. EFEITOS DA AM

Aplicada adequadamente, a AM pode ser vista como ótima complementação à refrigeração, resultando em grandes benefícios durante toda a cadeia de comercialização, minimizando as perdas qualitativas e quantitativas. Dentre os diversos benefícios que a AM apresenta, destacam-se os seguintes:

- Retarda o amadurecimento e, conseqüentemente a senescência, através da diminuição da produção de etileno e da taxa respiratória, da redução do amaciamento e das mudanças da composição química. Com relação ao etileno, que, em pequenas quantidades afeta consideravelmente o metabolismo celular, muitos

estudos vêm sendo realizados, tentando buscar ou verificar as causas e possíveis soluções relacionadas ao início do amadurecimento, da senescência e da síntese de compostos fenólicos, já se verificou que a atividade de uma enzima chave desse metabolismo, a fenilalanina amônia liase (FAL) aumenta a ação do etileno. Como causa desse aumento, há um acúmulo de intermediários fenólicos que causam problemas de sabor e aroma aos produtos, ou então servem de substratos para síntese de lignina (Figura 3). A lignificação, por exemplo, pode prejudicar a textura, como em aspargos, que se tornam fibrosos, e portanto, comercialmente inaceitáveis. Quando em concentrações mais elevadas de etileno, as cenouras podem desenvolver sabor amargo, também devido ao acúmulo de fenólicos. Desta forma, é importante que os níveis de oxigênio e dióxido de carbono sejam bem controlados para que a respiração do produto, mantida a níveis mínimos, libere a menor quantidade possível de etileno.

- Reduz a sensibilidade ao etileno, principalmente quando os níveis inferiores a 8% de oxigênio e superiores a 1% de dióxido de carbono. Os efeitos de concentrações reduzidas de oxigênio e elevadas de dióxido de carbono sobre a respiração e amadurecimento de frutos ao aditivos e podem ser maiores que quando utilizados isoladamente.

- Tem efeitos diretos e indiretos sobre patógenos que atuam na fase pós-colheita, diminuindo a incidência e severidade de doenças, como por exemplo, os níveis elevados de dióxido de carbono (10-15%) inibindo podridões por *Botrytis* em morangos, cerejas e outros frutos.

- Pode ser também uma boa ferramenta para o controle de insetos em alguns produtos.

Apesar dos efeitos maléficos da AM sobre os produtos serem menores em relação aos benéficos, é preciso observar que as combinações utilizadas na AM para controlar as deteriorações e/ou insetos por exemplo, muitas vezes não são toleradas por muitos produtos e acabam resultando em deteriorações rápidas. Os principais problemas que a AM pode trazer para os produtos são os seguintes:

Fenilalanina

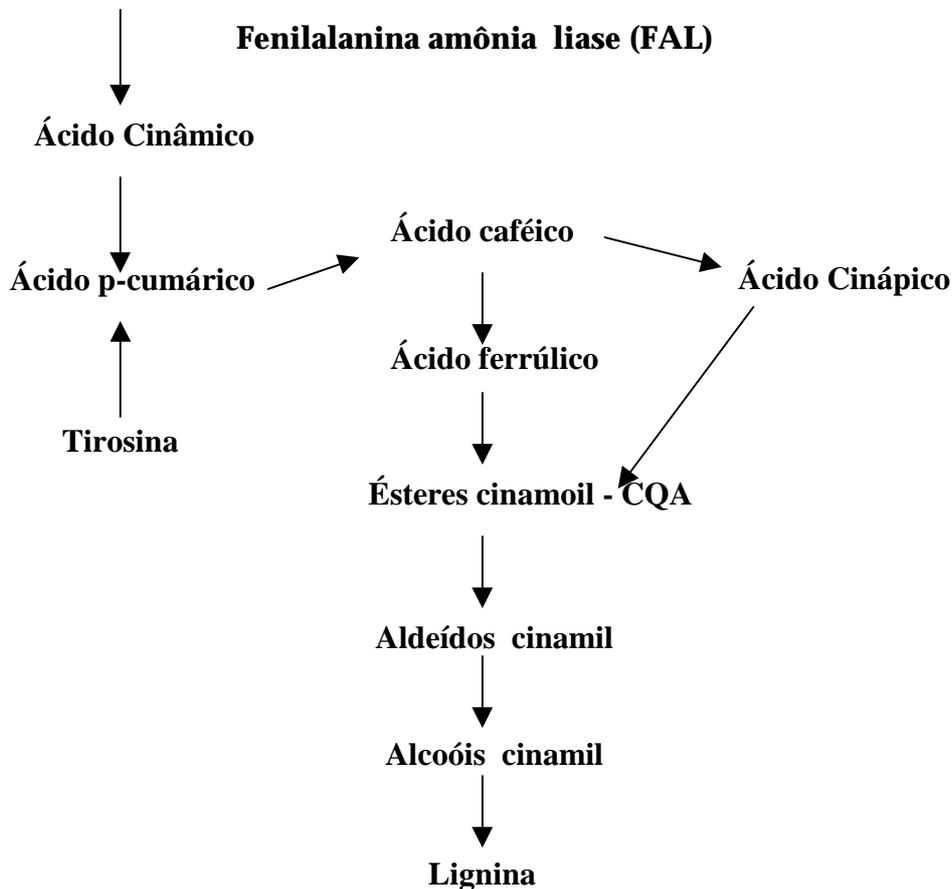


FIGURA 2: Via de biossíntese da lignina.

➤ Início ou agravamento de desordens fisiológicas, como por exemplo, o coração preto em batatas, escurecimento interno em pêras e maçãs, amadurecimento verde em bananas.

➤ O amadurecimento irregular de frutos como banana, pêra e tomate, como resultado dos baixos níveis de O_2 (abaixo de 2%) e/ou níveis acima de 5% de CO_2 .

➤ A baixa concentração de O_2 pode resultar em respiração anaeróbica, produzindo fermentação, ausência de sabor e odor.

➤ Aumento à suscetibilidade às deteriorações principalmente quando o produto é fisiologicamente injuriado por baixíssimas concentrações de O₂ e elevadíssimas de CO₂.

➤ Estímulo à brotação e retardamento ao desenvolvimento da periderme em raízes e tubérculos.

5.3. FATORES DE INFLUÊNCIA E APLICAÇÕES DA AM

Dentre os fatores que influenciam o uso da AM para diferentes produtos, encontram-se os seguintes:

➤ Potencial de armazenamento do ar: seu uso é desnecessário para produtos que podem ser armazenados satisfatoriamente ao ar durante o período total de comercialização.

➤ Exigência e magnitude de resposta favorável: deve haver um efeito benéfico distinto, pois nem todos os produtos respondem favoravelmente à regulação da atmosfera e alguns são pouco afetados.

➤ Disponibilidade da estação de produção: alguns produtos são produzidos apenas em curto espaço de tempo. Uma maximização da vida de armazenamento é desejável para prolongar a comercialização, se possível durante todo o ano.

➤ Valor comercial do produto: deve ser computado o custo adicional para o alcance da atmosfera desejável.

➤ Disponibilidade do produto: a importação de produtos de outras regiões ou países que apresentam um período de colheita diferente, pode ser mais viável que os custos que devem ser investidos na estrutura para o armazenamento.

5.4. FATORES RELACIONADOS A EMBALAGENS EM AM

As condições estabelecidas dentro de uma embalagem resultam na interação entre, principalmente, o produto e as condições do meio ambiente.

5.4.1 FATORES RELACIONADOS AO PRODUTO

a – Resistência à difusão de O_2 , CO_2 , C_2H_4 e H_2O

Muitos produtos vegetais são tolerantes a níveis abaixo de 1 a 5% de O_2 e acima de 5 – 10% de CO_2 . Contudo, as enzimas vegetais que estão envolvidas na utilização de oxigênio podem funcionar em ambientes com percentuais de oxigênio abaixo de 1%. A diferença entre as concentrações externas de oxigênio (ou CO_2 externo) e a de O_2 ou CO_2 disponíveis na célula é determinada extensamente pela resistência do órgão vegetal à difusão do gás. A resistência à difusão dos gás varia entre diferentes vegetais, cultivares, e o estágio de maturação, mas parece ser pouco afetada pela temperatura. Essas diferenças podem estar, possivelmente, relacionadas muito mais à tolerância às baixas concentrações de O_2 e elevadas de CO_2 na AM.

b – Respiração

A respiração é um processo primário e primordial de todo ser vivo. No produto vegetal colhido, esse processo também é contínuo e se traduz pela quebra oxidativa de amido, açúcares e ácidos orgânicos, à moléculas mais simples, incluindo o CO_2 e H_2O , com a produção de energia. Essa respiração pode ser tanto aeróbica, na presença de oxigênio, ou na anaeróbica, quando na sua ausência, também chamada de fermentação.

A taxa de respiração é um excelente indicador da atividade metabólica dos tecidos de produtos vegetais e assim, pode se tornar um guia útil do potencial de armazenamento do produto. A taxa respiratória pode ser medida tanto pelo consumo de oxigênio como pela liberação de dióxido de carbono em qualquer fase da vida do produto, podendo-se assim obter um determinado padrão respiratório. Alguns frutos como tomate, manga, maçã, pêra, banana mostram considerável variação na atividade respiratória, cujo pico coincide com o amadurecimento e que está associado à sensibilidade ao etileno. Esse grupo é denominado de “climatérico”. A taxa de respiração bem como sua vida metabólica estão sujeitas a influências internas e externas .

Grandes benefícios comerciais, incluindo o prolongamento da vida útil pós-colheita de produtos vegetais, têm surgido através de conhecimentos científicos mais aprofundados na fisiologia do amadurecimento e senescência.

Deve-se, entretanto, salientar que a taxa de respiração é extremamente sensível a mudanças na concentração de oxigênio abaixo de 8% e na de dióxido de carbono acima de 1%. Fora desses limites, é preciso ser cuidadoso para que o produto não sofra danos fisiológicos (Figura 4).

c – Produção e sensibilidade ao etileno

O grupo de frutos “climatéricos” e “não climatéricos” são diferenciados pela resposta à aplicação do etileno e pelo padrão de produção de etileno durante o amadurecimento. Durante a fase de pré-maturação e maturação, os frutos produzem quantidades mínimas de etileno. Contudo, coincidente com o amadurecimento, os frutos climatéricos produzem quantidades grandes de etileno principalmente quando comparados com os não climatéricos. Assim, uma redução na produção e sensibilidade ao etileno, associados à AM, pode retardar o início do climatério prolongar a vida pós-colheita dos frutos. Mesmo frutos não climatéricos e hortaliças, podem se beneficiar de menores taxas respiratórias e sensibilidade reduzida ao etileno, atribuídas a AM. A produção de etileno é reduzida tanto pela baixa concentração de oxigênio, como pela alta concentração de CO₂, ou ambos, e seus efeitos são aditivos (Figura 5).

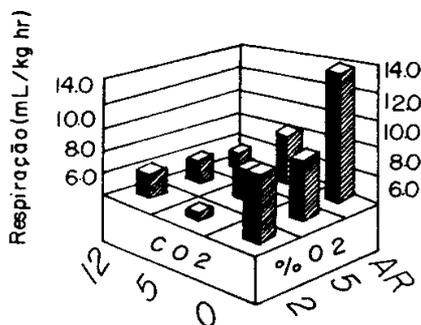


FIGURA 9: Efeito da concentração de CO₂ e O₂ na taxa média respiratória de brócoli 'Emperor' durante armazenamento a 0°C por 7 dias. (De Zagory e Kader, 1988).

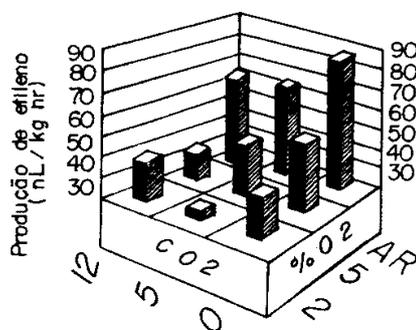


FIGURA 10: Efeito da concentração de CO₂ e O₂ na taxa de produção média de etileno de brócoli 'Emperor' durante armazenamento a 0°C por 7 dias. (De Zagory e Kader, 1988).

d – Temperatura ótima

Os processos metabólicos estão diretamente relacionados à temperatura. Entretanto, o simples fato de se diminuir a temperatura para se prolongar a vida de armazenamento do produto, requer cuidados especiais para não ocasionar danos ao produto pelo resfriamento. Esses cuidados ocorrem principalmente com frutos de clima tropical, como por exemplo, banana, mamão, abacate, abacaxi, manga, que são sensíveis a temperaturas de armazenamento abaixo de 12°C. outros produtos, normalmente de origem de clima frio e temperado, como por exemplo, ameixas, pêras, maçãs, brócolis, podem ser armazenados a 0°C sem prejuízos ou danos. A AM, onde a concentração elevada de CO₂ e baixa de O₂ prevalece, pode reduzir o impacto de injúria da menor

temperatura sobre o processo do amadurecimento, e conseqüentemente sobre o prolongamento da vida útil pós-colheita. Entretanto, o manuseio da temperatura deve ser muito cuidadoso.

e – Umidade relativa ótima

A condição 'sine qua non' para a aceitabilidade de produtos vegetais pelo consumidor é a manutenção da umidade em níveis desejáveis. Medidas que minimizam a perda d'água pós-colheita podem ser altamente lucrativas. Perdas de 3 a 5% de umidade tornam muitas vezes o produto impróprio para a comercialização, pois inicia-se o processo de enrugamento ou murchamento, não aceitável pelo consumidor. Por outro lado, quando as condições são de excesso de umidade, as perdas também podem ser desastrosas, pois as condições criadas no ambiente podem levar a perda dos produtos principalmente pelas condições propícias para o crescimento de fungos e conseqüentemente deteriorações. Um dos benefícios da AM em embalagens especiais, em geral, é a manutenção da umidade relativa adequada dentro da embalagem. A condensação na superfície do filme da embalagem pode afetar de modo adverso as propriedades da permeabilidade do filme, evoluindo de forma progressiva para uma atmosfera desfavorável. Assim, é importante salientar que o passo principal para evitar a condensação no interior das embalagens, é manter a temperatura apropriada durante todo o manuseio pós-colheita.

Outro fator importante a ser considerado também é a facilidade que muitos materiais de embalagem têm em absorver a água. Exemplo disso, são os diversos tipos de papéis, sacos de juta e fibras naturais, que podem absorver muito mais água antes de se tornarem visivelmente úmidos ou encharcados. No momento da operação embalagem há freqüentemente um déficit de vapor d'água entre o produto e o meio fazendo com que a água seja evaporada do produto e absorvida pelo material da embalagem. Uma alternativa para evitar esse problema é a utilização de material incorporado de ceras e resinas, ou os biopolímeros, dos quais trataremos posteriormente.

f – Concentrações ótimas de oxigênio e dióxido de carbono

Uma atmosfera ideal deve minimizar a taxa respiratória sem oferecer perigos a danos metabólicos do produto. Como os diferentes produtos variam intensamente em suas tolerâncias a diferentes atmosferas, têm hoje uma classificação específica para frutos e

hortaliças quanto a tolerância a elevadas concentrações de dióxido de carbono e a reduzidas de oxigênio. Exatamente porque o efeito dessas concentrações, elevada de dióxido de carbono e reduzida de oxigênio sobre a taxa respiratória é aditivo, muitas vezes torna-se difícil de se fazer uma predição das concentrações ótimas dos gases sem medidas exatas nas mais variadas atmosferas. Os limites de tolerância a baixas concentrações de oxigênio e elevadas de dióxido de carbono (além dos quais os danos ocorrem) estão sujeitos a diversas variáveis tais como temperatura, condição fisiológica, maturidade e tratamentos prévios. Assim, como a atmosfera dentro da embalagem é ligeiramente variável, a atmosfera ótima deve ser aquela que não esteja próxima à ideal para causar qualquer tipo de injúria.

5.4.2 FATORES RELACIONADOS AO AMBIENTE

a – Temperatura e umidade relativa

A temperatura ambiente pode afetar a temperatura do produto, onde o filme da embalagem atua como um intermediador. Assim, o produto pode ter a variação de sua temperatura (mais quente ou mais fria) mais lentamente do que se tivesse exposto diretamente a condições ambientes. As mudanças de temperatura também afetam a permeabilidade do filme. Em geral, o aumento da permeabilidade do filme aumenta com o aumento da temperatura, onde a permeabilidade ao CO₂ responde mais que a permeabilidade ao O₂. Isto implica na especificidade dos diferentes filmes a temperaturas apropriadas.

A umidade relativa parece ter pequenos efeitos na permeabilidade da maioria dos filmes das embalagens, a menos que grandes condensações ocorram sobre o filme. Grande parte dos filmes constitui excelentes barreiras ao vapor, pois eles mantêm elevada umidade interna mesmo que em condições secas do ambiente.

b – Luz

Para maioria dos produtos a luz não constitui fator de influência no manuseio pós-colheita. Contudo, hortaliças verdes na presença de luz podem consumir quantidades substanciais de CO₂ e produzir O₂ pela fotossíntese. Existem poucas informações para dar explicações mais exatas de como a luz que passa através do filme é suficiente para

provocar as reações de fotossíntese. Exemplo mais clássico de como a luz afeta de forma prejudicial do produtos, pode ser citado para o enverdecimento da batata quando exposta à luz por diversos dias de armazenamento. Neste caso, embalagens de filmes opacos devam ser utilizados para evitar o problema.

c – Microrganismos

A atividade de diversos microrganismos que deterioram os produtos pós-colheita pode ser minimizada em AM, principalmente quando concentrações de CO₂ estão acima de 10%. Cuidados, entretanto, devem ser tomadas para que essas concentrações mais elevadas não causem injúrias no produto. Morango é o mais clássico com relação a extensão da vida útil pós-colheita em AM, tendo em vista que o mesmo pode tolerar concentrações acima de 10% de CO₂ sofrendo pequeno percentual de injúria (Tabela 1). Por outro lado, como vimos anteriormente, frutos e hortaliças frescos embalados em filmes plásticos podem criar meio de elevada umidade, baixa concentração de O₂, favorável a condições ideais de crescimento e desenvolvimento de microrganismos. Cuidados, portanto, devem ser tomadas para evitar essas condições favoráveis.

TABELA 1: Deterioração de morangos em diferentes concentrações de CO₂

Condições de Armazenamento	Deterioração dos Morangos (%)			
	AR % (CO ₂)	10% CO ₂	20% CO ₂	30% CO ₂
3 dias a 5°C em atmosfera de armazenamento	11,4	4,5	1,7	1,3
Mais 1 dia a 15°C ao ar	35,4	8,5	4,7	4,0
Mais 2 dias a 15°C ao ar	64,4	26,2	10,8	8,3

Wills, R. B. H. et al. (1989).

A elevada umidade mantida no interior da embalagem pode levar ao aumento do desenvolvimento de patógenos vegetais, em, especial os Botrytis e Geotrichum. Por essa razão, tratamentos com fungicidas em frutos e hortaliças embalados são importantes. É preciso, entretanto, tomar cuidado no tipo de produto a ser utilizado bem como sua dosagem, não contrariando as normas estabelecidas pelos órgãos oficiais de fiscalização, para sempre atender as expectativas do consumidor que nos dias atuais vêm crescendo.

5.5. TIPO DE AM

A AM pode ser criada de forma passiva pelo próprio produto, ou intencionalmente de forma ativa.

5.5.1 AM PASSIVA

A AM passiva é aquela resultante da atmosfera que é criada passivamente dentro da embalagem através da respiração do produto, traduzida pelo consumo de oxigênio e liberação de dióxido de carbono. Esse processo ocorre porque as características do produto estão adequadamente equilibradas com as características da permeabilidade do filme da embalagem. Desta forma, para se alcançar uma atmosfera satisfatória dentro da embalagem, é preciso que a permeabilidade do filme permita entrada de oxigênio na mesma razão do consumo pelo produto. Da mesma forma, a eliminação da produção de dióxido de carbono produzida pelo produto no interior da embalagem deve ser eficiente. É importante salientar que a adoção de uma atmosfera desta natureza precisa ser muito cuidadosa para não se criar condições de anoxia suficientes para injuriar o produto pelas altas concentrações de CO_2 no interior da embalagem (Figura 6).

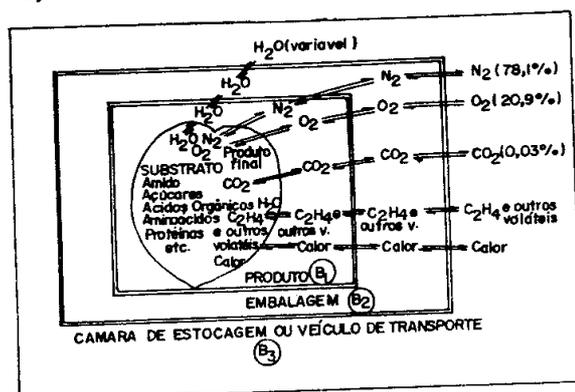


FIGURA 6: Tipos de barreiras que podem ser utilizadas para modificar a atmosfera de armazenamento. (de Kader, 1985).

- B₁ - Epiderme natural, cobertura com cera, envolvimento com filme polimérico
 - B₂ - Madeira, papelão plástico.
 - B₃ - Paredes da câmara ou veículo, selados contra trocas gasosas.
- Barreiras adicionais: embalagem ao consumidor dentro da embalagem principal e coberturas sobre embalagens empilhadas.

5.5.2 AM ATIVA

Como visto, a AM criada passivamente dentro da embalagem é muito limitada. Por isto, criou-se a AM ativa que consiste no ajuste ideal ou pelo menos adequado da atmosfera no interior da embalagem, frente às necessidades do produto. Isto pode ser feito através de um leve vácuo e substituindo imediatamente a atmosfera desejável (mistura de gases) no interior da embalagem. Esta mistura pode ser ajustada através do uso de absorvedores ou adsorvedores no interior da embalagem para eliminação do oxigênio, CO₂ e etileno. Por exemplo, CO₂ pode ser absorvido por hidróxidos (cálcio, sódio ou potássio), por água, pela etanolamina, por peneiras moleculares (“adsorventes”) ou ainda pelo carvão ativo. O etileno ou outros voláteis podem ser removidos pelo uso de permanganato de potássio, oxidação catalítica ou luz ultravioleta. O oxigênio pode ser removido através do processo de combustão. Em alguns casos, a produção de gases indesejáveis pode ser controlada pelo uso de ventilação.

Apesar da AM ativa implicar em custos adicionais, sua principal vantagem é permitir o rápido ajuste da atmosfera desejável.

A AM ativa representa, nos dias atuais, um conceito moderno de embalagem onde há uma interação ativa não só com o produto, mas também com o ambiente que a circunda, de tal forma que a interação embalagem-produto seja a mais perfeita possível para o prolongamento da vida útil do produto. A embalagem ativa, além das características normais de uma embalagem como funcional e inteligente, deve ser também atrativa e altamente interativa. Esses progressos têm sido alcançados graças a inúmeras pesquisas realizadas nos últimos anos para atender as exigências dos consumidores que têm aumentado consideravelmente.

Os objetivos e a aplicação da embalagem ativa têm avançado muito além do objetivo de se oferecer apenas proteção ao produto, pelo fato de interagir com o mesmo e responder por suas mudanças metabólicas.

Gontard classifica a embalagem ativa em três grupos distintos dependendo da sua interação como produto ou com o consumidor através da informação e da utilidade da mesma. Nesta classificação, a adaptação para a AM de produtos vegetais, principalmente

frutos e hortaliças, destacam-se a interativa e a indicadora. A embalagem interativa é aquela que, como o próprio nome indica, interage ativamente com o produto. O objetivo é aumentar a vida de prateleira do produto preservando sua qualidade através do tempo de armazenamento. Este tipo de embalagem poderá modificar ou manter os gases no espaço vazio durante o armazenamento. Exemplos típicos de métodos empregado para obtenção desta embalagem ativa são os absorvedores de CO₂ e etileno conforme relatados anteriormente.

No caso da embalagem ativa indicadora, um dos principais objetivos é indicar, através das mudanças de cor, se houve decréscimo na qualidade do produto, preferencialmente antes de sua deterioração. Exemplos marcantes são os indicadores tempo-temperatura fixados na superfície da embalagem, indicadores de oxigênio e de dióxido de carbono.

5.6. CONTROLE DAS CONDIÇÕES NO INTERIOR DAS EMBALAGENS

5.6.1 EXTINTORES DE OXIGÊNIO

Uma vez colhido e embalado, o produto vegetal continua respirando normalmente, o que o leva a rápida deterioração. É necessária, portanto, reduzir esse nível de oxigênio disponível para aumentar a vida útil do produto. Esta redução deve ser, contudo, cuidadosa para não ocasionar a respiração anaeróbica e portanto levar o produto a processos fermentativos. Por isto, são utilizados filmes com permeabilidade diversas ao oxigênio. Entretanto, os dados que se dispõe ainda são limitados em relação a real necessidade de consumo de oxigênio par uma determinada embalagem. Porém, existe uma outra forma de controle do nível de oxigênio no interior da embalagem, que é a utilização de extintores de oxigênio, como por exemplo, a utilização do mineral ferro em saquinhos especiais. O ferro é oxidado na presença de vapor d'água e oxigênio a hidróxido férrico. Se a taxa de oxidação do produto e a permeabilidade ao oxigênio do filme forem desconhecidas, a quantidade de ferro necessária para a vida de prateleira desejada do produto, não é difícil de ser calculada. Contudo, é muito importante conhecer a

quantidade necessária de oxigênio que poderá causar danos ao produto atingindo sua não aceitação pelo consumidor.

Os absorvedores de oxigênio adicionados separadamente em pequenos sacos, dentro da embalagem, provavelmente têm hoje o mais importante significado comercial na embalagem interativa de alimentos. A Tabela 2 indica o nome de alguns fabricantes, origem e nome comercial de absorvedores de oxigênio à base de ferro.

Tabela 2: PRINCIPAIS FABRICANTES E NOMES COMERCIAIS DE ABSORVEDORES DE OXIGÊNIO

Fabricante	País	Nome Comercial
Mitsubishi Gas Chemical Co., Ltd.	Japão	Ageless
Toppan Co., Ltd.	Japão	Freshilizer
Toagosei Chemical Industry Co., Ltd.	Japão	Vitalon
Nipon Soda Co., Ltd.	Japão	Seagul
Finetec Co., Ltd.	Japão	Seando-Cut
Multiform Desiccants Co., Ltd.	EUA	Fresh Max
Standa Industrie	França	ATCO

De Gontard, N. (1997).

5.6.2 GERADORES E EXTINTORES DE CO₂

Um procedimento complementar ao controle de oxigênio é a incorporação de um sistema de geração e extinção de CO₂ nos filmes ou dentro de saquinhos especiais. Já vimos anteriormente que níveis altos de CO₂ (acima de 10%) são prejudiciais para a maioria de frutos e hortaliças, pois conduzem principalmente a injúrias fisiológicas. Tendo em vista que o CO₂ é 3 a 5 vezes mais permeável que o oxigênio em filmes plásticos, um gerador é necessário para alguns casos.

Um saquinho contendo mistura de pó de ferro e CaOH pode extinguir tanto o O₂ como o CO₂. Ainda não se sabe se o controle de ambos chega a causar desbalanço de vias metabólicas prejudicando a concentração dos nutrientes e do flavor típico dos produtos durante o armazenamento.

5.6.3 EXTINTORES DE ETILENO

A intensidade do processo respiratório na fase pós-colheita está diretamente relacionada com a senescência, principalmente em produtos que são colhidos antes de atingir o processo de amadurecimento como por exemplo bananas, mangas, abacates, tomates, etc. São os frutos denominados climatéricos, cujo teor de etileno aumenta durante o processo de maturação. É necessário, portanto, remover o etileno no interior da embalagem, para que o processo de amadurecimento possa ser retardado.

Uma sílica gel contendo permanganato de potássio, o qual sequestra o etileno, tem sido utilizada com muito sucesso para diversos tipos de frutos em AM. Esse extintor é usualmente colocado em saquinhos altamente permeáveis ao etileno.

5.6.4 ELIMINAÇÃO DA UMIDADE

Como o metabolismo de gorduras e carboidratos produz água e umedece o produto provocando elevada pressão de vapor, a umidade na embalagem aumenta e permite o desenvolvimento de fungos e levedura. Portanto, é necessário o controle desta umidade. Uma das formas é introduzir no interior das embalagens alguns absorventes como por exemplo pequenos sacos de terras diatomáceas.

5.6.5 AGENTES MICROBIANOS

No caso de alguns produtos vegetais, em especial frutos e hortaliças, onde o problema de ataque microbiano está restrito à superfície, a utilização de filmes ou sacos que emitam agentes antimicrobianos é de grande valor. Filmes que geram dióxido de enxofre podem estender a vida útil de uvas armazenadas evitando desenvolvimento de fungos. Extintores de oxigênio também podem ser utilizados para esse fim, mas cuidados devem ser tomados para não causar atmosfera com baixo teor de oxigênio, e assim permitir o desenvolvimento de patógenos anaeróbicos.

Alguns filmes comestíveis impregnados com ácidos e aplicados na superfície do produto podem abaixar o pH e reduzir o desenvolvimento de fungos.

Melhoramentos significativos foram observados na estabilidade microbiana de alguns frutos que tiveram aplicação de coberturas comestíveis contendo ácido sórbico. A eficiência da cobertura foi observada na seguinte ordem: cera de carnaúba + ácido sórbico > cera carnaúba > caseína + ácido sórbico > caseína > ausência de cobertura.

5.7. USO DE FILMES POLIMÉRICOS COMESTÍVEIS E BIODEGRADÁVEIS EM EMBALAGENS

5.7.1. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS

Apesar da existência comercial de muitos filmes plásticos com propósitos especiais de atender a área de embalagem de produtos vegetais frescos, pouquíssimos são utilizados, principalmente por causa de problemas relacionados à permeabilidade, aos gases e ao vapor d'água pode ser extremamente promissor no controle de mudanças respiratórias e aumento do período de conservação de produtos vegetais minimamente processados e "in natura". A permeabilidade ao vapor d'água de alguns polímeros pode ser visualizada na Tabela 3. As estruturas básicas de termoplásticos etilênicos encontram-se na Figura 7.

TABELA 3: Permeabilidade de diversos filmes ao vapor d'água.

Filme	Permeabilidade ao vapor d'água (x 10 ¹² mol.mm ⁻² .s ⁻¹ .pa ⁻¹)	t (°C)	Espessura (mm)	UR (%) (condições)
Amido	142	38	1,190	100-30
Caseinato de sódio	24,7	25	-	100-0
Metilcelulose	7,78	25	0,025	52-0
Zeína de milho	6,45	21	0,200	85-0
Monoesterato de glicerol	5,85	21	1,750	100-75
Glúten trigo-glicerol	5,08	30	0,050	100-0
Glúten trigo-ác. Oléico	4,15	30	0,50	100-0
Protéina miofibrilar de peixe	3,91	25	0,060	100-0
Glúten trigo-cera carnaúba	3,90	30	0,050	100-0
Polietileno baixa densidade	0,0482	38	0,025	95-0
Glúten trigo-bicamada de cera de abelha	0,0230	30	0,090	100-0
Polietileno alta densidade	0,0122	25	0,120	87-0
Cera abelha	0,0122	25	0,120	87-0

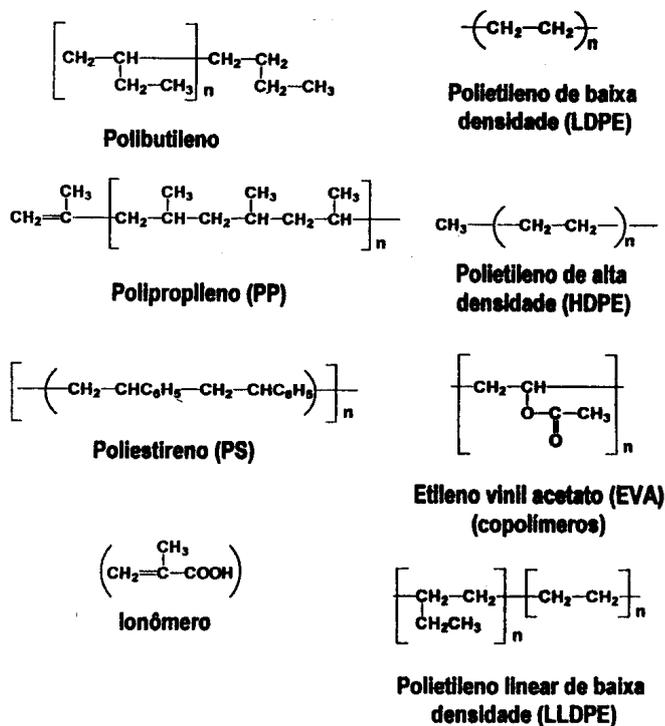


FIGURA 7: Estruturas Básicas de Termoplásticos Etilênicos.
(ADAPTADO DE WILEY, 1994).

Ela é nitidamente alta em filmes formados à base de materiais hidrofílicos. Esses filmes podem ser usados somente como camada de barreiras protetoras para limitar as mudanças de umidade em aplicações por curtos períodos de tempo. Em filmes ou coberturas à base de compostos lipídicos, a água não é muito solúvel ou móvel por causa da baixa polaridade. A resistência à umidade de filmes lipídicos é geralmente inversamente relacionada à polaridade dos lipídeos. A capacidade de diferentes filmes a essa barreira de umidade pode ser classificada na ordem crescente de eficiência, da seguinte maneira: óleos líquidos < gorduras < sólidos < ceras.

Usualmente há diferença entre a permeabilidade do vapor d'água e aos gases (O_2 e CO_2) para alguns materiais. Este fato deve ser bem observado principalmente para coberturas de frutos e hortaliças frescos. Muitas embalagens à base de biopolímeros têm propriedades com relação ao oxigênio. A permeabilidade ao oxigênio e ao CO_2 de alguns filmes comestíveis e não está exposta na Tabela 6.

Quando a umidade está presente, as cadeias das macromoléculas tornam-se mais móveis levando a substanciais aumentos de permeabilidade ao oxigênio, conforme constata-se na Tabela 4. Lípidos que são usados freqüentemente para retardar a transferência de água têm também importante significado na barreira do oxigênio. Aumento no grau de insaturação ou ramificação e redução no comprimento da cadeia de carbono dos lípidos diminui a permeabilidade ao oxigênio. A eficiência a essa barreira é verificada na seguinte ordem: álcool esteárico > triestearina > cera de abelha > monoglicérides acetilados > ácido esteárico > alcanos.

TABELA 4: Permeabilidade de diversos filmes ao oxigênio e dióxido de carbono.

Filme	Permeabilidade a O ₂ (x10 ¹⁸ mol.mm ⁻² s ⁻¹ pa ⁻¹)	Permeabilidade a CO ₂ (x10 ¹⁸ mol.mm ⁻² s ⁻¹ pa ⁻¹)	T (°C)	Atividade d'água
Polietileno baixa densidade	1003	4220	23	0
Poliéster	12	38	23	0
Etileno-vinil álcool	0,2	-	23	0
Metilcelulose	522	29,900	30	0
Cera de abelha	480	-	25	0
Cera de carnaúba	81	-	25	0
Zeína de milho	35	216	38	0
Proteína glúten de trigo	3	-	38	0
Glúten de trigo	1	7	25	0
Proteína miofibrilar de peixe	1	9	25	0
Chitosana	0,6	-	25	0
Polietileno alta densidade	224	-	23	1
Poliéster	12	-	23	1
Etileno-vinil álcool	6	-	23	0,95
Pectina	1340	21.300	25	0,96
Glúten de trigo	1290	36.700	25	0,95
Amido	1085	-	25	1
Protéina miofibrilar de peixe	873	11.100	25	0,93
Chitosana	472	8.010	25	0,93

Adaptado de Cuq et al. (1997).

Pelo fato do teor de oxigênio em embalagem por AM ser reduzido de um ambiente normal de 21% para níveis de 1 a 5% dentro da mesma, há a contrapartida, onde adversamente o CO₂ aumenta de 0,03% do ambiente para 15-20% dentro da embalagem. Isso acontece porque pelo processo respiratório há uma correspondência de 1: 1 entre o O₂ consumido e o CO₂ liberado. Pelo fato dos altos níveis de CO₂ provocarem uma série de injúrias conhecidas em frutos e hortaliças, o filme ideal é aquele que permite mais a saída de CO₂ do que a entrada de O₂. Desta forma, a permeabilidade ao CO₂ deve ser sempre 3 a 5 vezes maior que a do oxigênio, dependendo evidentemente da atmosfera desejável. Por causa disso, polietileno de baixa densidade e cloreto de polivinila são os filmes mais utilizados na embalagem de frutos e hortaliças. Outros filmes que tenham baixa

permeabilidade aos gases podem também ser utilizados mas para produtos que possuem baixa taxa respiratória (Tabela 5).

TABELA 5: Pereabilidade de alguns filmes mais comuns e disponíveis para produtos frescos.

Tipo de filme	Permeabilidade cc/m ² mil/dia a 1 atm		CO ₂ :O ₂ Relação
	CO ₂	O ₂	
Poliétileno; baixa densidade	7.700-77.000	3.900-13.000	2,0-5,9
Cloreto de polivinila	4.263-8.138	620-2.248	3,6-6,9
prolipropileno	7.700-21.000	1.300-6.400	3,3-5,9
Poliestireno	10.000-26.000	2.600-7.700	3,4-3,8
Poliéster	180-390	52-130	3,0-3,5

Adaptado de Zagory, D. & Kader, A. A. (1988)

5.7.2 MATERIAIS UTILIZADOS PARA CONFECÇÃO DOS FILMES

a – Filmes poliméricos comestíveis

Usualmente um filme comestível é definido como um filme de camada fina de material comestível formado sobre o alimento ou o produto vegetal fresco como cobertura. Seu objetivo é inibir a migração de umidade, oxigênio, dióxido de carbono, aroma, lípidos, etc., dando inclusive certa proteção aos produtos quanto à sua integridade física. Quando utilizados de forma efetiva e com eficiência, essas coberturas, realizadas por imersão ou aspersão, podem reduzir as necessidades de outros tipos de embalagens, bem como as perdas.

A determinação da aceitabilidade desses filmes é dependente de alguns fatores, dentre os quais destacam-se: precisa ser devidamente reconhecido como um produto seguro e saudável, ou seja, estar dentro de normas e padrões legais e necessidade do fabricante ter licença especial para comercialização.

b – Filmes poliméricos biodegradáveis

A introdução de plásticos biodegradáveis que constitui na combinação de polímeros naturais (p. ex, amido) e sintéticos (p. ex, LDPE) tem ainda uma certa

característica cética, pois eles não se biodegradam completamente. A biodegradabilidade determina que, para um material ser denominado biodegradável, precisa ser completamente degradado em dióxido de carbono, água, metano e biomassa. A biodegradação compreende dois passos: a despolimerização (quebra da cadeia) e a mineralização a dióxido de carbono, água, sais, etc., envolvendo três elementos: microrganismos apropriados, meio ambiente bem sintonizado e substratos poliméricos vulneráveis. A apropriados, meio ambiente bem sintonizado e substratos poliméricos vulneráveis. A umidade, o ambiente úmido com mudanças aceitáveis de pH, nutrientes e oxigênio para os organismo, são fatores que devem ser observados para a condução do processo efetivo de biodegradação.

A substituição portanto de embalagens sintética convencionais por polímeros biodegradáveis pode reduzir o uso de matérias ou fontes não renováveis e diminuir perdas através de reciclagens biológicas do biosistema.

Dos filmes poliméricos biodegradáveis, não comestíveis, estão incluídos certos produtos à base de celulose (p. ex., celofane), poliésteres microbianos (p. ex., polihidroxibutirato) e combinações de amido com polímeros sintéticos biodegradáveis (p. ex., o polivinilálcool).

Os principais polissacarídeos não comestíveis à base de celulose, compreendem o celofane, o acetato e o etil celulose.

O celofane, uma forma regenerada da celulose, foi o primeiro filme transparente e flexível usado para embalagens. Desde a introdução na década de 50, de filmes sintéticos termoplásticos para embalagens, sua utilização caiu em 90% nos dias atuais. Filme biodegradável, mas não comestível, é utilizado para algumas embalagens, principalmente por suas características de alongamento e resistência tênsil. Como outros materiais de natureza polimérica, o celofane é sensível à umidade e não é um bom isolante de umidade. Por causa de sua inerente natureza hidrofílica, a sensibilidade à umidade talvez seja um dos maiores problemas. Por não ser um material termoplástico, não é auto selável ao calor. Por se tratar de material cuja resistência à umidade é muito baixa, é freqüentemente coberto com mistura de nitrocelulose (NC) e cera ou com cloreto de polivinilideno (PVDC). O celofane assim coberto tem permeabilidade ao vapor d'água tão baixa como o

polietileno de alta densidade (HDPE). O celofane é uma boa barreira ao oxigênio, gorduras, óleos e flavor, a umidade relativa baixa, mas sua eficiência é comprometida a influência da umidades intermediárias e altas. A cobertura com NC e cera e PVDC reduz a influência da umidade relativa sobre as suas propriedades. O celofane coberto com NC e cera se biodegrada totalmente, mas quando coberto com PVDC ele se degrada em pequenos fragmentos. A Tabela 8 sumariza as propriedades e aplicações de celofane não coberto com NC e cera, e outros filmes biodegradáveis.

Ao contrário do celofane, o acetato celulose, é um material termoplástico obtido por processo de extrusão, sendo de aparência clara e duro. Não é um material que apresenta uma boa barreira à umidade, e apesar de não ser biodegradável.

A utilidade da celulose torna-se muito maior quando quimicamente transformada a seus éteres como: metil celulose (MC), hidroxipropilmetilcelulose (HPMC), hidroxipropilcelulose (HPC) e carboximetilcelulose (CMC).

Usualmente esses éteres tendem a ser flexíveis, transparentes, sem odor, solúveis em água, moderados no que concerne a barreira á umidade e oxigênio (Tabela 6). De todos esses compostos, a MC é a menos hidrofílica e não se constitui numa boa barreira à umidade. Contudo, os filmes de MC fornecem excelente barreira contra a migração de óleos e gorduras. O HPC é o único polímero derivado da celulose que é comestível e biodegradável.

Muitas pesquisas têm sido realizadas em filmes compostos de MC ou HPMC e várias espécies de lipídeos sólidos como cera de abelha e ácidos graxos. Muitos desses têm permeabilidade ao vapor d'água tão baixa como os filmes de polietileno de baixa densidade.

Coberturas comestíveis, as quais incluem MC, HPMC, HPC e CMC têm sido largamente aplicadas à uma grande variedade de alimentos como forma de fornecer barreiras à umidade, oxigênio ou óleos e melhorar a adesão do filme ao produto.

TABELA 6: Propriedade de filmes biodegradáveis e comestíveis.

Material	Preparação do filme	Barreira à unidade	Barreira ao oxigênio	Propriedades Mecânicas	Aplicações
Filmes biodegradáveis					
Celofane	Suspensão Aquosa	Moderada	Boa	Boa	Embrulhos decorativos e fitas
Nitrocelulose-cera/celofane	Cobertura Nitrocelulose/cera	Boa	Boa	Boa	Produtos frescos
Acetato de Celulose	Extrusão	Moderada	Pobre	Moderada	Produtos frescos
Amido/polivinilálcool	Extrusão	Pobre	Boa	Boa	Sacos para lixo
Filmes comestíveis					
Metilcelulose	Água-etanol	Moderada	Moderada	Moderada	
Hidroxipropilmetilcelulose	Água-etanol	Moderada	Moderada	Moderada	
Amido com alto teor amilose	Água	Pobre	Moderada	Moderada	
Colágeno	Suspensão aquosa	Pobre	Boa	Moderada	
Zeína	Etáina 95%	Moderada	Moderada	Moderada	
Glúten	Água-etanol	Moderada	Boa	Moderada	
Isolado protéico de soja	Água	Pobre	Boa	Moderada	
Caseína	Água	Pobre	Boa	Não-aplicável	
Cera de abelha	Fusão	Moderada	Boa	Não-aplicável	

Adaptado de Krochta, J. M & De Mulder-Johnston, C. (1997).

A celulose pode também ser quimicamente modificada a outro éter, a etil celulose (EC) que é biodegradável mas não comestível. Como os outros éteres, constitui-se numa barreira à umidade, mas boa com relação a óleos e gorduras.

Outro importante grupo de polissacarídeos, os comestíveis, compreende aquele à base do amido. O amido pode ser usado como filmes na forma comestível ou biodegradável. Desses polissacarídeos destacam-se a amilose, o amido rico em amilose e o

amido hidropropilado com alto teor de amilose. Os filmes à base desses polissacarídeos parecem ter moderada barreira ao oxigênio mas pobre à umidade, e suas propriedades mecânicas são geralmente inferiores aos filmes poliméricos sintéticos. Entretanto, o amido exibe propriedades termoplásticas quando um plasticizante (glicerol ou sorbitol) é adicionado. Mistura de amido e polivinilálcool (amido – PVOH) parece ter ótimo potencial para substituir filmes LPDE, mas com limitações onde as barreiras à umidade são limitantes.

Algumas pesquisas também têm sido conduzidas especificamente com a utilização de películas de fécula de mandioca natural e modificada par conservação pós-colheita de produtos frescos. Quando essas películas foram utilizadas especificamente em pepinos, verificou-se eficiência na manutenção da aparência, abrindo-se assim, um enorme campo industrial para a produção dessas películas na aplicação de outros frutos e hortaliças.

Outros polissacarídeos importantes e utilizados em fabricação de filmes são: alginatos, pectinatos, chitosanas, pululanas, elisanas e levanas. Desses compostos, as chitosanas são as mais utilizadas em alguns países em desenvolvimento, no que concerne principalmente à conservação de produtos frescos. São produzidos comercialmente da chitina acetilada. Apesar de ser biodegradável, ainda não têm sua aprovação como ingrediente alimentar nos EUA. São filmes transparentes constituindo-se uma boa barreira ao oxigênio. Como função de cobertura, são utilizados como barreira ao oxigênio e dióxido de carbono em produtos frescos como maçãs, pêras, pêssegos e ameixas, e no controle à deterioração pós-colheita em morangos, pepinos e pimentões (Tabela 7).

TABELA 7: Aplicações e funções de cobertura comestíveis de polissacarídeos.

Material e aplicações	Função de cobertura
Carboximetilcelulose	
- Bananas	Barreira ao oxigênio e dióxido de carbono
- Maçãs	Barreira ao oxigênio e dióxido de carbono
- Pêras	Barreira ao oxigênio e dióxido de carbono
- Tomates	Barreira ao oxigênio e dióxido de carbono
- Laranjas	Barreira ao oxigênio e dióxido de carbono
Chitosanas	
- Maçãs, pêras, pêssegos e ameixas	Barreira ao oxigênio e dióxido de carbono
- Morangos frescos	Controle à deterioração pós-colheita
- Pepinos frescos e pimentões	Controle à deterioração pós-colheita

Adaptado de Krochta, J. M & De Mulder-Johnston, C. (1987).

Dos filmes fabricados à base de proteínas destacam-se o colágeno, a gelatina, a zeína de milho (ZM), o glúten de trigo (GT), o isolado protéico de soja (IPS), o isolado protéico de trigo (IPT), e a caseína (CS). Filmes comestíveis e biodegradáveis a partir dessas proteínas são obtidos geralmente de solução etanólica (ZM, GT) ou solução aquosa (ZM, IPS, IPT, CS). Esses filmes têm propriedades mecânicas semelhantes aos filmes procedentes do colágeno e inferiores aos do celofane. Isso faz com que, a partir de suas propriedades mecânicas mais pobres, sua utilização fica limitada em embalagens biodegradáveis, mas as coberturas comestíveis parecem ser plenamente utilizáveis. Pesquisas com filmes à base de proteínas miofibrilares extraídas de carne bovina, têm sido desenvolvidas, obtendo-se soluções formadoras de filmes com características apreciáveis como homogeneidade, transparência e fácil manuseio. Considerando-se suas propriedades mecânicas, esses filmes parecem bastante promissores no emprego de embalagens de produtos vegetais em AM.

A aplicação prática desses compostos na indústria de alimentos é, nos dias de hoje, de grande importância. Especificamente para produtos frescos, destacam-se principalmente, na função de coberturas, a ZM utilizada em tomates, propiciando boa barreira à umidade e ao oxigênio, o monoglicerídeo acetilado de zeína utilizado em amêndoas, amendoim e nozes, cuja função é propiciar barreiras ao oxigênio, umidade e oxidações lipídicas. A caseína também, principalmente na forma de monoglicerídeo acetilado tem sido utilizada como barreira à umidade em abobrinhas e maçãs (Tabela 8).

TABELA 8: Aplicações e funções de cobertura comestíveis de proteínas.

Material e aplicações	Função de cobertura
Zeína	
- Tomates	Barreira ao oxigênio e à umidade
Monoglicerídeo acetilado de zeína	
- Amêndoas, amendoins, nozes	Barreira ao oxigênio, umidade e aos lipídeos
Monoglicerídeos acetilado de caseína	
- Abobrinhas	Barreira à umidade
- Maças e aipo	Barreira à umidade
Ácido esteárico-caseína, cera de abelha ou monoglicerídeo acetilado	
- Cenouras descascadas	Retenção de umidade

Adaptado de Krochta, J. M & De Mulder-Johnston, C. (1987).

A natureza hidrofílica dos polímeros comestíveis limita consideravelmente as suas funções. Para todos os polímeros comestíveis, a umidade relativa, a qual influencia suas propriedades, precisa ser levada em consideração nessas aplicações. Assim, o uso de filmes poliméricos comestíveis e coberturas utilizadas principalmente como o objetivo de se formar uma barreira contra a umidade, necessita de composição especial, em que o filme contenha materiais hidrofóbicos tais como ácidos graxos e ceras comestíveis. Assim, a combinação de polímeros lipídicos em bicamadas, com ceras, funciona muito mais que utilizados isoladamente. Entretanto, muitas pesquisas precisam ainda de desenvolvimento maior para se chegar a uma composição ideal de filmes e coberturas a partir de éteres de celulose e outros polímeros comestíveis.

5.8. ARMAZENAMENTO SOB ATMOSFERA CONTROLADA

5.9. INTRODUÇÃO

A conservação em Atmosfera Controlada (AC) é uma técnica utilizada no armazenamento e transporte de frutos e hortaliças. Seu princípio de funcionamento, baseia-se na modificação da concentração de gases na atmosfera natural, ou seja a concentração de CO₂ é aumentada e a concentração de O₂ é reduzida, podendo-se ainda eliminar o etileno produzido normalmente pelas frutas.

A utilização de uma atmosfera artificial iniciou com os egípcios, séculos antes de Cristo. Os primeiros experimentos com frutos foram realizados na França em 1821m por Jacquet Beard, mas o grande avanço tecnológico da Atmosfera Controlada foi feito por Kidd e West, que iniciaram seus estudos em 1918 na Inglaterra. Estes dois pesquisadores descobriram que mudanças adequadas na composição do ar (uma redução no O₂ e um aumento no CO₂) poderiam ser usados para retardar a respiração de frutos, desta forma melhorando o seu armazenamento. A enorme importância desta descoberta é indicada pelo o fato de que o Laboratório Ditton, no qual eles trabalhavam, foi elevado expressivamente para facilitar suas pesquisas, e pesquisas similares, foram mais tarde estabelecidas na Austrália, EUA, Canadá, França e Holanda. Como resultado desse

esforço, a primeira área de armazenamento comercial com ambiente em Atmosfera Controlada (AC) foi construída em 1929, na Inglaterra.

Nos EUA 35000 toneladas de maçãs foram armazenadas nessas modernas facilidades em 1958. De 1960 a 1970 houve um aumento de 400% na capacidade de Armazenamento em Atmosfera Controlada (AC). Em 1970 a razão entre as áreas de armazenamento em ambiente normal e as áreas de armazenamento em AC na América era de 2: 1. Em 1980 esta proporção mudou de 1:1, devido principalmente a construção de casas de armazenamento em AC, as quais já significavam que aproximadamente 800.000 toneladas de frutos (23% do total produzido) era armazenado em AC. No Brasil a primeira câmara de AC foi instalada em 1982 em Fraiburgo – SC para armazenamento de maçãs.

Ambientes que utilizam Atmosfera Controlada são baseados no fato, que mesmo após a colheita, os frutos continuam vivos, por isso respiram: isto é inspiram O_2 e expiram CO_2 . A intensidade da respiração em frutos colhidos é tal que isto leva a reduções na qualidade do produto.

O período de armazenamento de frutos pode desta forma ser aumentado pelo abaixamento lento da respiração. Para este fim o produto geralmente é refrigerado. Isto não é sempre suficiente, entretanto.

No início a Atmosfera Controlada era praticamente desconhecida, e agora, tornou-se um complemento da refrigeração. A AC tem adquirido grande importância nos últimos anos no transporte marítimo de produtos vegetais perecíveis. É usada no transporte de bananas da América Latina para Europa, de maçãs da Nova Zelândia para a Europa e de frutas de caroço (pêssego, ameixas e nectarinas) do Chile para os EUA.

A redução da atividade respiratória de frutos no armazenamento em AC aumenta o período de conservação de produtos muito perecíveis, chegando a dobrar o período de armazenamento e, além disso, permite o transporte marítimo de produtos que antes só podiam ser transportados por via aérea. O transporte em AC permite ainda um colheita dos frutos num ponto de maturação mais avançado, o que melhora a sua qualidade degustativa a nível de consumidor.

5.9.1. ATMOSFERA CONTROLADA (AC)

Atmosferas Controladas (AC) ou Atmosfera Modificadas (AM) significam a remoção ou adição de gases resultando numa composição atmosférica em torno do produto que é diferente da composição do ar atmosférico (78,08% N₂, 20,95% de O₂, 0,03% de CO₂). Usualmente isso envolve a redução das concentrações de oxigênio (O₂) e/ou elevação do dióxido de carbono (CO₂). Atmosfera Controlada e Atmosfera Modificada diferem somente no grau de controle; AC é mais exata.

O uso de AC é considerado como suplemento para manuseio da temperatura e umidade relativa adequadas. O potencial de benefícios ou riscos de seu uso depende sobretudo do produto, variedade, idade fisiológica, composição atmosférica, temperatura e duração do armazenamento. O armazenamento em AC tem aumentado, principalmente durante o transporte, o armazenamento temporário, ou armazenamento prolongado de produtos hortícolas destinados ao mercado de produtos frescos ou processados. Um pré-armazenamento com levada concentração de CO₂ também pode ser utilizado para alguns frutos. Monóxido de carbono (CO) é usado, dentro de um certo limite, como um componente adicionado ao ambiente de armazenagem para diminuir descoloração e controlar a deterioração.

De um ponto de vista mais científico, a composição do ar influencia o processo de oxidação, regulando o funcionamento das enzimas (ácido ascórbico oxidase, polifenoloxidase, etc) as quais regulam estes processos. A presença de uma concentração mais alta de O₂ acelera os processos oxidativos, enquanto uma redução no nível de O₂ baixa abaixo de um certo nível, a respiração anaeróbica se inicia, a qual pode somente ser evitada pela manutenção de um nível mínimo de respiração oxidativa.

Outro efeito fisiológico óbvio sobre a manutenção de frutos em uma atmosfera de CO₂, é o fato de que a sacarose é convertida em frutose e estes polissacarídeos são decompostos em uma menor extensão em AC, como resultado de que frutos frescos retêm sua firmeza e a maioria de seus componentes.

Na prática, o princípio básico de armazenamento em AC pode ser formulado dizendo que um gás é especialmente isolado (molecularmente isolado), em uma área designada especificamente para este propósito onde trocas gasosas são feitas mutuamente nas razões quantitativas proporcionais dos componentes do ar (por exemplo: CO₂ é aumentado de 0,03% para 2 a 3% e N₂ de 78% para 94%). Se as proporções do ar são trocadas desta maneira, elas causam um substancial retardamento no metabolismo do fruto armazenado.

Uma grande vantagem da AC é o fato de que o período de armazenamento pode ser consideravelmente estendido. Em adição, maiores reduções podem ser encontradas na incidência de doenças fisiológicas e fúngicas (20-25%). Outra vantagem é que devido a inibição dos processos de dissimilação os frutos armazenados utilizando este método retêm os componentes de qualidade interna (ácidos, açúcares, flavor, aroma), então os frutos permanecem frescos desde o início até o fim do seu armazenamento. Um importante aspecto, não somente para consumo, mas também para preparo do fruto para o mercado e transporte, é o fato de que o fruto mantido em AC apresenta um melhor textura e firmeza que aquele em condições normais de atmosfera.

A grande desvantagem da AC são os altos custos de sua construção. Uma outra desvantagem é de origem fisiológica. Diversos autores tem demonstrado que tecidos das células de frutos armazenados em AC ficam mais sensíveis à danos pelo frio.

5.9.2 EFEITOS DA ATMOSFERA CONTROLADA

5.9.2.1 POTENCIAIS BENÉFICOS

Usada adequadamente a AM ou AC podem complementar temperaturas apropriadas de armazenamento e podem resultar em um ou mais dos seguintes benefícios os quais reduzem quantitativamente e qualitativamente perdas durante o manejo pós-colheita e o armazenamento de diversos produtos hortícolas.

- Retardação da senescência (amadurecimento), a qual é associada com as mudanças bioquímicas e fisiológicas, por exemplo, abaixamento lento da

respiração e das taxas de produção de etileno, amaciamento da polpa e mudanças composicionais.

- Redução da sensibilidade do fruto a ação do etileno ocorre a níveis de O_2 abaixo de 8% e/ou CO_2 a níveis acima de 1%.
- Diminuição de certas desordens fisiológicas tais como “chilling injury” de vários produtos,, manchas em legumes e algumas desordens no armazenamento de maçãs.
- AC pode direta ou indiretamente afetar patógenos pós-colheita e conseqüentemente diminuir a incidência e a gravidade. Por exemplo, Níveis elevados de CO_2 (10% ou 15%) inibem significativamente o desenvolvimento de Botrytis rot em morangos, cerejas e outras frutas.

5.9.2.2 EFEITOS PREJUDICIAIS

Em alguns casos a diferença entre benefício e prejuízo em AC é relativamente pequena.

- Iniciação ou agravação de certas desordens fisiológica tais como, manchas pretas no interior das batatas, manchas marrons em legumes e no centro de maçãs e pêras.
- Amadurecimento irregular de frutas, tais como batatas, pêra e tomate, podem resultar em níveis de O_2 abaixo de 2% ou níveis de CO_2 acima de 5%.
- Suscetibilidade a podridão pode aumentar quando o produto está fisiologicamente injuriado pelas baixas concentrações de O_2 ou altas concentrações de CO_2 .

5.9.2.3 REQUISITOS E RECOMENDAÇÕES

Durante os últimos 50 anos, o uso de AC tem aumentado e tem contribuído significativamente para estender a vida pós-colheita e a manutenção da qualidade de

diversos frutos e vegetais. Esta tendência é esperada para continuar com os avanços tecnológicos que estão sendo feitos para obtenção e manutenção da AC durante o transporte, armazenamento e comercialização de produtos frescos.

Vários requintes de armazenamento em AC incluem baixo nível de O₂ (1-1,5%), baixo nível de etileno, estabelecimento rápido da atmosfera controlada, ou seja, dos níveis de O₂ e CO₂, e armazenagem programada ou seqüencial (ex: armazenamento em 1% de O₂ por 2 a 6 semanas, seguido por armazenamento em 2-3% de O₂ para o restante do período).

Frutos e hortaliças variam muito na sua tolerância relativa e baixas concentrações de O₂ (Tabela 1) e elevadas concentrações de CO₂ (Tabela 2). Estes são os níveis superiores os quais danos fisiológicos seriam esperados. Estes limites de tolerância podem ser diferentes para temperatura acima ou abaixo das temperaturas recomendadas para cada produto. Também um dado produto pode tolerar uma curta exposição a níveis mais altos de CO₂ ou níveis mais baixos de O₂ que aqueles indicados. O limite de tolerância para baixos níveis de O₂ seria maior à medida que a temperatura de armazenamento ou a duração deste, aumentam, porque os requisitos de O₂ para respiração aeróbica do tecido aumentam com temperaturas mais altas. Dependendo do produto, danos associados com CO₂ podem aumentar ou diminuir com um aumento da temperatura. A produção de CO₂ aumenta com a temperatura, mas sua solubilidade diminui, deste modo, CO₂ no tecido pode ser aumentado ou diminuído por um aumento na temperatura. Desta forma, os efeitos fisiológicos do CO₂ seriam dependentes da temperatura. Limites de tolerância para CO₂ elevados diminuem com a redução do nível de O₂ e similarmente os limites de tolerância para reduzir o O₂ aumentam com o aumento no nível de CO₂.

TABELA 1: Frutas e vegetais classificados de acordo com sua tolerância a baixa concentração de O₂ (Kader, A. A. , 1992).

Concentração mínima de O ₂ tolerada (%)	Produtos
0,5	Nozes, frutas secas e vegetais
1,0	Algumas cultivares de maçã e pêra, brócole, alho, cebola, frutas e vegetais minimamente processados
2,0	Muitas cultivares de maçã e pêra, kiwi, cereja, nectarina, pêssego, ameixa, morango, mamão papaia, abacaxi, melão, milho doce, feijão verde, repolho
3,0	Abacaxi, tomate, pimenta
5,0	Citros, aspargo, batata, batata doce

TABELA 2: Frutas e vegetais classificados de acordo com sua tolerância a baixa concentração de CO₂ (Kader, A. A. , 1992).

Concentração mínima de CO ₂ tolerada (%)	Produtos
2,0	Maçã (golden delicious), pêra asiática, pêra européia, uva tomate, pimenta, alface, endívia, repolho chinês, batata doce.
5,0	Maçã (maioria dos cultivares), pêssego, nectarina, ameixa, laranja, abacate, banana, manga, mamão papaia, kiwi, pimenta (chili), repolho, cenoura
10,0	Grapefruit, limão, lima, abacaxi, aspargo, brócole, cebola, alho, batata
15,0	Morango, cereja, framboesa, figo, melão, milho doce, espinafre

Recomendações de AC de acordo com a temperatura estão resumidas na Tabela 3 (frutas) e Tabela 4 (vegetais). Também é incluída nestas Tabelas uma estimativa do potencial benéfico e a extensão do uso comercial.

A possibilidade de adição de monóxido de carbono (CO) e AC para alguns produtos pode mudar seu potencial. Sistemas hipobáricos ou de baixa pressão também podem proporcionar novas oportunidades para obtenção de AC, num tratamento mais útil para alguns produtos.

O uso geral do termo de armazenamento em AC de frutas e vegetais frescos é resumido na Tabela 5 e Tabela 6. Seu uso em nozes e produtos desidratados (para controle de insetos e manutenção da qualidade, incluindo prevenção da rancidez), está aumentando e isto proporciona um excelente substituto para os fumigantes químicos usados no controle de insetos.

O uso de AC em armazenamento rápido e transporte de produtos hortícolas frescos vem aumentando principalmente pelos avanços tecnológicos em containers de transporte. Monóxido de carbono de 5 a 10% adicionado à níveis de O₂ abaixo de 5%, pode ter um efetivo fungistático, que pode ser utilizado para controle de da deterioração sobre os produtos. Entretanto, CO é muito tóxico para os humanos e precauções especiais devem ser tomadas.

TABELA 3: Resumo de condições de AC recomendadas durante transporte e/ou armazenamento de algumas frutas (Kader, A. A., 1992)

Produto	T (°C) *	AC **		Potencial Benéfico ***	Comentários ****
		% O ₂	% CO ₂		
Maçã	0-5	1-3	1-5	A	Cerca de 50% da produção é armazenada sob AC
Damasco	0-5	2-3	2-3	C	Não se usa comercialmente
Cereja	0-5	3-10	10-15	B	Algum uso comercial
Uva	0-5	2-5	1-3	B	Incompatível c/ fumigação c/ SO ₂
Figo	0-5	5-10	15-20	C	Uso comercial limitado
Kiwi	0-5	2-5	1-3	A	Algum uso comercial; C ₂ H ₄ deve ser mantido abaixo de 20ppb
Nectarina	0-5	1-2	3-5	B	Uso comercial limitado
Pêssego	0-5	1-2	3-5	B	Uso comercial limitado
Pêra asiática	0-5	2-4	0-1	B	Uso comercial limitado
Pêra européia	0-5	1-3	0-3	A	Algum uso comercial
Caqui	0-5	3-5	5-8	B	Uso comercial limitado
Ameixa	0-5	1-2	0-5	B	Uso comercial limitado
Framboesa	0-5	5-10	15-20	A	Aumento do uso durante o transporte
Morango	0-5	5-10	15-20	A	Aumento do uso durante o transporte
Nozes, frutas secas	0-25	0-1	0-100	A	Método efetivo no controle de insetos
Tropicais e subtropicais					
Abacate	5-13	2-5	3-10	B	Uso comercial limitado
Banana	12-15	2-5	2-5	A	Algum uso comercial durante transporte

Grapefruit	10-15	3-10	5-10	C	Não se usa comercialmente
Limão	10-15	5-10	0-10	B	Não se usa comercialmente
Lima	10-15	5-10	0-10	B	Não se usa comercialmente
Azeitona	5-10	2-3	0-1	C	Não se usa comercialmente
Laranja	5-10	5-10	0-5	C	Não se usa comercialmente
Manga	10-15	3-5	5-10	C	Uso comercial limitado
Mamão	10-15	3-5	5-10	C	Não se usa comercialmente
Abacaxi	8-13	2-5	5-10	C	Não se usa comercialmente

* intervalo usual e/ou recomendado;

** Melhor combinação pode variar com as cultivares e de acordo com a temperatura e a duração do armazenamento;

*** A = excelente, B = bom, C = fraco;

**** comentários sobre a utilização referido somente à comercialização doméstica, muitos destes produtos são exportados sob AM.

TABELA 4: Resumo de condições de AC recomendadas durante transporte e/ou armazenamento de alguns vegetais (Kader, A. A., 1992)

Produto	T (°C) *	AC **		Potencial Benéfico ***	Comentários ****
		% O ₂	% CO ₂		
Aspargo	0-5	Ar	5-10	A	Uso comercial limitado
Sementes	5-10	2-3	4-7	C	
Beterraba	0-5	-	-	D	98-100% UR
Brócoli	0-5	1-2	5-10	A	Uso comercial limitado
Repolho	0-5	2-3	3-6	A	Uso comercial p/ armazenamento prolongado de certas cultivares
Melão cantaloupe	3-7	3-5	10-15	B	Uso comercial limitado
Cenoura	0-5	0-5	-	D	98-100% UR
Couve-flor	0-5	0-5	2-5	C	Uso não comercial
Aipo	0-5	0-5	0-5	B	Uso comercial limitado em misturas c/ alface
Milho doce	0-5	0-5	5-10	B	Uso comercial limitado
Melão honey dews	10-12	10-12	0	C	Uso não comercial
Alho poró	0-5	0-5	3-5	B	Uso não comercial
Alface	0-5	0-5	0	B	Uso comercial com 2-3% de CO ₂ adicionado
Cogumelo	0-5	0-5	10-15	C	Uso comercial limitado
Quiabo	8-10	8-10	0	C	Uso não comercial; 5-10% CO ₂ é benefício à 5-8°C
Cebola seca	0-5	0-5	0-5	B	Uso não comercial; 75% UR

Cebola verde	0-5	1-2	10-20	C	Uso comercial limitado
Pimenta	8-12	3-5	0	C	Uso comercial limitado
Batata	4-12	-	-	D	Uso não comercial
Rabanete	0-5	-	-	D	98-100% UR
Espinafre	0-5	Ar	10-20	B	Uso não comercial
Tomate verde	12-20	3-5	0-3	B	Uso comercial limitado
Tomate parcialmente maduro	8-12	3-5	0-5	B	Uso comercial limitado

* intervalo usual e/ou recomendado. Uma UR de 90% a 98% é recomendada a menos que de outro modo esteja indicada em comentários

** Melhor combinação pode variar com as cultivares e de acordo com a temperatura e a duração do armazenamento;

*** A = excelente, B = bom, C = regular; D = fraco

**** comentários sobre a utilização referido somente à comercialização doméstica, muitos destes produtos são exportados sob AM.

A maior limitação para um longo período de armazenamento de flores é o 'breakdown' petalógico devido a infecção com *Botrytis cinerea* (fungo cinza). Atmosferas contendo CO₂ suficiente para reduzir o ataque fúngico causa severo escurecimento na folhagem de algumas cultivares. O uso de CO como um fungistático é limitado pelo seu efeito. Não é possível identificar a melhor combinação de AM e AC para cada espécie ornamental insuficiência de dados.

O uso adequado de AC pode também eliminar a necessidade do uso de domozide sobre maçãs armazenadas. Desta forma, vários fungicidas pós-colheita podem ser reduzidos ou eliminados desde que a Atmosfera Controlada proporcione um controle adequado dos patógenos ou insetos pós-colheita.

A AC pode facilitar a colheita e a comercialização de frutos mais maduros (melhor flavor) pelo retardamento da sua deterioração pós-colheita, permitindo uma melhor distribuição e transporte destes. Outro uso de AC seria na manutenção da qualidade e segurança de frutos e vegetais minimamente processados, os quais vem aumentando sua comercialização como produtos de conveniência.

TABELA 5: Resumo do uso de armazenamento em AC por períodos prolongados em frutas e vegetais frescos (Kader, A. A., 1992).

Duração do armazenamento (meses)	Produtos
Mais que 12	Amêndoa, macadâmia, pistache, nozes, frutas e vegetais frescos
6-12	Algumas cultivares de maçãs e pêras européias, repolho
3-6	Repolho, repolho chinês, kiwi, algumas cultivares de pêras asiáticas
1-3	Abacate, azeitona, pêsego, algumas cultivares de nectarina e ameixa, romã

TABELA 6: Resumo do uso de armazenamento em AC/AM por períodos curtos e/ou transporte de produtos hortifrutícolas (Kader, A. A., 1992).

Benefícios primários da AC/AM	Produtos
Diminuição do amadurecimento e impedimento de temperaturas de 'chiling'.	Abacate, banana, manga, melão, nectarina, mamão papaia, pêsego, ameixa, tomate.
Controle de deterioração.	Amora, cereja, figo, uva, mmorengo.
Atraso da senescência e mudanças composicionais indesejáveis.	Aspargo, brócole, alface, milho doce, ervas frescas, frutos e vegetais minimamente processados.

5.9.2.4 EFEITO DA ATMOSFERA CONTROLADA SOBRE O AMADURECIMENTO E PERDAS PÓS-COLHEITA

Amadurecimento é uma fase da ontogenia em que o fruto sofre profundas transformações físicas e bioquímicas que o tornam apto para o consumo humano. Nesta fase o fruto aumenta enormemente a sua atividade metabólica, que no final do processo conduz a senescência e perda total da qualidade. Nos frutos de respiração climatérica, esse processo é iniciado pela síntese endógena de etileno que, por sua vez, estimula a respiração e os demais processos metabólicos, como a degradação da clorofila, a degradação da firmeza da polpa, redução da acidez, degradação do amido e o aumento de açúcares e o desaparecimento de taninos, responsáveis pela adstringência.

Para conservação destes frutos por longos períodos é necessário a redução desse processo metabólico, que pode ser feito através de baixas temperaturas ou através de alteração da concentração dos gases no ambiente, onde este fruto é armazenado.

Como citado anteriormente, frutos e hortaliças são organismos vivos, cujo metabolismo continua após a colheita. Nos processos metabólicos, destaca-se em primeira linha a respiração, na qual o oxigênio do ar é absorvido e CO_2 é liberado no processo respiratório. A respiração conduz à uma senescência do fruto. Por esta razão, são necessárias técnicas de armazenamento que diminuam estes processos metabólicos, como a redução da temperatura, o aumento da umidade relativa do ambiente para diminuir a desidratação dos frutos e, com isso, manter a qualidade destes.

Para se obter o benefício da AC, o nível de O_2 deve ser reduzido a 1 a 3% e a concentração de CO_2 deve ser aumentada de 3 a 15%, dependendo do produto. A melhor mistura de gases para conservação de um determinado produto varia conforme a variedade, a origem e a data das colheita.

As baixas concentrações de O_2 e as altas concentrações de CO_2 no ambiente com AC, reduzem a síntese do etileno, além disso diminuem a ação deste, sobre metabolismo dos frutos. Esta ação do etileno ocorre sobre a síntese e ativação de muitas enzimas. O efeito da redução do O_2 ocorre também através da inibição da cadeia respiratória, onde o CO_2 é necessário no processo oxidativo. A ação de altas concentrações de CO_2 ocorre no ciclo dos ácidos tricarbóxicos (ciclo de Krebs), onde o CO_2 inibe diversas enzimas, reduzindo a atividade deste ciclo e, conseqüentemente, o metabolismo da respiração do fruto. Também altas concentrações de CO_2 e baixas de O_2 tem ação direta sobre a atividade de enzimas envolvidas na maturação de frutos, como a clorofilase, que degrada a clorofila, nas enzimas poligalacturonase e pectinesterase, que degradam as pectinas e, conseqüentemente reduzem a firmeza de polpa de frutos, na degradação de aminoácidos, afetando a síntese de proteínas e de produtos aromáticos.

A AC tem grande efeito na redução da ocorrência de podridões, que se dá através do retardamento da degradação de pectinas da parede celular, tornando o fruto mais resistente à incidência de fungos. Altas concentrações de CO_2 tem grande efeito inibitório

no crescimento da hifas e na produção de esporos de fungos patogênicos, diminuindo a fonte inóculo na câmara frigorífica.

A AC também é utilizada na desinfestação de frutas e hortaliças destinados à exportação. Cada país tem exigências sanitárias próprias com relação a presença de determinadas pragas nos produtos importados. Quando as frutas e hortaliças toleram baixas temperaturas, esta desinfestação pode ser feita através de exposição do produto à temperatura de 1°C ou menos, por um determinado período. No caso de frutos tropicais, que não toleram o armazenamento em temperaturas são baixas, este tratamento pode ser feito com altas concentrações de CO₂ ou extremamente baixas de O₂, controlando insetos adultos, larvas e ovos.

A inertização da atmosfera, através do uso de uma atmosfera praticamente livre de O₂ com concentrações elevadas de CO₂, controla eficientemente insetos no armazenamento de grãos, controlando ao mesmo tempo a ocorrência de fungos, que produzem aflatoxinas, muito prejudiciais na alimentação de animais domésticos.

5.9.3 UTILIZAÇÃO DE MONÓXIDO DE CARBONO COMO UM SUPLEMENTO NO ARMAZENAMENTO EM ATMOSFERA CONTROLADA

No início de 1970, o monóxido de carbono (CO) foi usado a nível de 2 a 3%, como um suplemento no armazenamento em AC durante o transporte de legumes para inibir o processo de descoloração. Alguns benefícios deste uso têm sido agora reconhecidos. Estes benefícios, assim como os possíveis riscos do suplemento com CO estão relacionados abaixo.

5.9.3.1. EFEITOS BENÉFICOS

a) Monóxido de carbono adicionado à atmosfera controlada para reduzir o nível de O₂ (2-5%) inibe a descoloração das pontas de alfaces e os danos mecânicos no tecido. Efeitos similares tem sido observados sob outros produtos, incluindo os minimamente processados (frutas e hortaliças). Esta inibição da descoloração é perdida quando o

produto é removido do ambiente de armazenamento para o ar atmosférico durante o seu mercado de destino.

b) Monóxido de carbono em um nível de 5 a 10%, adicionado a AM vem sendo utilizado para inibir o crescimento de patógenos pós-colheita e para prevenir a deterioração de diversos frutos e hortaliças. Os efeitos fungistáticos do CO são maximizados para níveis de O₂ abaixo de 5%.

Embora o CD sozinho não seja utilizado como um fumigante efetivo para o controle de insetos em alface, é possível seu uso com outras combinações de AC para promover estudos de mérito.

5.9.3.2. POSSÍVEIS RISCOS

a) O CO pode agravar certas desordens fisiológicas. Por exemplo, em uma situação onde o CO₂ é acumulado abaixo de 2% durante o transporte de alface, o CO aumenta a gravidade de manchas marrons (uma desordem induzida pelo CO₂).

b) CO imita os efeitos do etileno tais como, intensificar o amadurecimento e a indução de certas desordens fisiológicas. Entretanto, quando o CD é usado em combinação com O₂ reduzido ou CO₂ elevado, tais efeitos são minimizados à insignificância, exceto para produtos que são extremamente sensíveis ao etileno como o Kiwi.

c) Por causa da sua alta toxicidade para humanos e inflamabilidade para concentrações entre 12,5% e 74,5% no ar, medidas estreitas devem ser seguidas quando se utiliza o CO.

5.9.4 TRATAMENTOS DE PRÉ-ARMAZENAMENTO COM ELEVADOS TEORES DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂)

Testes conduzidos em várias estações experimentais indicaram que o tratamento de maçãs por duas semanas ou pêras por 2 a 4 semanas com 12% de CO₂ a temperaturas de 0°C – 5°C, após armazenamento em AC atrasaram o amaciamento do fruto. Entretanto,

este tratamento resultou em quantidades variáveis de injúrias internas e externas pelo CO₂, dependendo da variedade, estação e área de produção. Sua aplicação comercial é geralmente limitada para algumas maçãs Golden Delicious no Noroeste dos EUA.

Tratamentos com elevado CO₂ tem também sido utilizados para minorar os sintomas da injúria pelo frio “chilling injury” em alguns frutos tropicais e subtropicais, mas este tratamento não é recomendado para aplicação comercial.

5.9.5 ARMAZENAMENTO DE FRUTOS TROPICAIS EM ATMOSFERA CONTROLADA

Até recentemente muitos dos frutos tropicais eram somente cultivados em hortas caseiras e pequenas fazendas, primariamente para consumo local. Vários desses frutos estão entre os mais importantes safras hortícolas e o mercado desses frutos tem aumentado significativamente nas últimas duas décadas. Isto se deve a dois fatores, incluindo as mudanças nos hábitos alimentares, a demanda de frutos exóticos e o aperfeiçoamento das tecnologias de armazenamento e transporte.

Embora os preços de produtos agrícolas estejam declinando nos últimos 20 anos, os preços dos frutos tropicais tem aumentado (Buchanan, 1994). Os preços mais altos, as tecnologias melhoradas e o aumento da demanda esta resultando num aumento das principais culturas de frutos tropicais em diversas regiões do mundo.

Frutos tropicais são sensíveis ao ‘chilling’ (Wang, 1990). Algumas variedades de abacate, assim como banana, fruta-pão, cherimoya, jaca, manga, mangostão, mamão, papaia, abacaxi, rambutam, sapoti, e inhame, são muito sensíveis ao ‘chilling injury’. Outras variedades de abacate, carambola, goiaba, maçã doce, tamarindo, feijoa, durião, são moderadamente sensíveis. A sensibilidade ao ‘chilling’ dos frutos tropicais não permite sua manutenção em baixas temperaturas, e como consequência todos estes frutos tem uma vida pós-colheita relativamente curta comparada com os principais frutos subtropicais e temperados (Tabela 7). A maioria dos frutos tropicais tem uma vida pós-colheita de apenas poucas semanas.

TABELA 7: Sensibilidade ao “chiling”, temperatura de armazenamento pós-colheita recomendada e vida pós-colheita de alguns frutos tropicais (Yahia, E. M., 1998).

Fruto	Sensibilidade ao “chiling”	Temperatura ideal (°C)	Vida pós-colheita nas condições ótimas (dias)
Abacate	I-V	4-13	14-28
Carambola	V	5	21-28
Banana	V	12-16	7-28
Cherimoya	V	8-10	14-28
Durião	I	4-6	21-19
Feijoa	I-V	5-10	14-21
Goiaba	I-V	5-10	14-21
Loquat	N	0	21
Lichia	N	1	21-35
Manga	V	10-15	14-28
Mangostão	V	13	14-28
Mamão papaia	V	7-13	7-21
Maracujá	I	7-10	14-21
Abacaxi	I-V	7-12	7-21
Rambutam	I-V	12-16	7-21
Sapoti	V	5-7	14-21
Maçã doce	I		28-12

N = não sensível, I = intermediário, V = muito sensível.

O armazenamento em AC tem melhorado a sensibilidade ao “chilling” em várias cultivares, incluindo estas de origem tropical (Wang, 1990).

Os trópicos são caracterizados pela alta temperatura e alta umidade relativa, que favorecem o aparecimento de insetos e doenças. Algumas das mais importantes doenças que infectam os frutos tropicais e causam maiores perdas, incluem a antracnose (causada pelo *colletotrichum gloeosporioides* Penz) e a podridão do caule (causada pelo *Diplodia natalensis* P. Evans). A antracnose é o maior problema pós-colheita em abacate, banana, goiaba, manga e mamão papaia, e contribui para maioria das suas perdas. AC pode controlar a deterioração direta ou indiretamente atrasando o amadurecimento e a senescência do produto e deste modo mantendo a resistência ao ataque de patógenos. Controles efetivos de patógenos são essenciais na manutenção pós-colheita dos frutos tropicais, para um armazenamento bem sucedido em AC.

Muitos insetos infectam os frutos tropicais. Alguns dos mais importantes incluem várias espécies de moscas das frutas, tais como do gênero *Ceratitis* em diversas regiões do mundo, a espécie *Anastrepha* na América do Sul e América Central e Oeste das Índias. Tratamentos de quarentena são necessários antes da distribuição dos frutos tropicais ao redor do mundo. Tradicionalmente, fumigantes químicos tem sido os principais tratamentos utilizados para este propósito. Entretanto estes tem sido banidos, pelos altos riscos a saúde e a camada de ozônio. Vários tratamentos físicos alternativos tem sido testados com o propósito de desinfestação. Baixas temperaturas (0-2,2°C por 10 a 16 dias) podem ser usadas para controlar a mosca mediterrânea da fruta (Paull e Armstrong, 1994). Entretanto, estas temperaturas não podem ser utilizadas na maioria dos frutos tropicais. Tratamentos com água quente estão sendo utilizados em vários países para controle da mosca da fruta em mangas. (46,1°C por 65 a 90 minutos) e mamão papaia (2 fases de aquecimento com temperatura de 42°C por 30 min e 49°C por 20 min). Injúrias vem sendo relatadas em mangas e mamões tratados com calor. A irradiação tem demonstrado potencial aplicabilidade no controle de insetos em alguns frutos tropicais, como manga e mamão, entretanto, nenhuma aplicação comercial tem sido desenvolvida com esse propósito devido a vários problemas, incluindo a possível injúria do fruto, os altos custos e preocupações de consumo. AC ($\leq 1\% O_2$ e/ou $\geq 50\% CO_2$) tem efeitos inceticidas e fungistáticos, e potencial para ser desenvolvido como tratamento de desinfestação.

Apesar dos seus problemas pós-colheita (sensibilidade a baixas temperaturas, doenças e infestações de insetos, e curta vida pós-colheita) os frutos tropicais devem ser transportados para mercados distantes, usualmente por via aérea ou marítima. Tempos de navegação são longos, deste modo é essencial assegurar uma vida pós-colheita suficientemente longa para que estes frutos sejam capazes de serem distribuídos em mercados distantes. Vida pós-colheita prolongada, requer sistemas adequados de manuseio, tais como, tempo ótimo de colheita, controle de insetos e doenças e o uso ideal da temperatura de manutenção na pós-colheita. AC pode ser o melhor modo se prolongar a vida de prateleira destes produtos.

A composição gasosa para diferentes produtos, é muito variável e depende de muitos fatores, tais como o tipo do produto, a idade fisiológica, a temperatura e a duração

do tratamento. Sabemos que a exposição de produtos hortifrutícolas a níveis de O_2 abaixo e/ou níveis de CO_2 acima da sua tolerância máxima, podem causar o iniciação ou a agravação de certas desordens fisiológicas, o amadurecimento irregular, um aumento da suscetibilidade a deterioração, desenvolvimento de odores indesejáveis e poderão eventualmente causar a perda do produto. Níveis ótimos de O_2 e CO_2 para longos períodos de armazenamento de alguns frutos tropicais são listados nas Tabelas 8.1 e 8.2. Muitos produtos hortifrutícolas podem tolerar níveis extremos de gases quando armazenados por períodos curtos (Tabela 8.3). a atmosfera controlada não é muito utilizada durante o armazenamento de frutos tropicais, mas é usada para seu transporte, principalmente marítimo.

TABELA 8.1: Classificação de alguns frutos tropicais de acordo com sua tolerância a baixa taxa de O_2 durante o armazenamento e/ou transporte em longos períodos em um nível ótimo de temperatura e umidade relativa (Yahia, E. M., 1998).

Concentração mínima de O_2 tolerada (%)	Fruto
2,0	Abacate, banana, mangostão, mamão, abacaxi
3,0	Durião, manga, rambutan
5,0	Cherimoya, lichia, maçã doce, lanzones, sapoti

TABELA 8.2: Classificação de alguns frutos tropicais de acordo com sua tolerância a baixa taxa de CO_2 durante o armazenamento e/ou transporte em longos períodos em um nível ótimo de temperatura e umidade relativa (Yahia, E. M., 1998).

Concentração mínima de CO_2 tolerada (%)	Fruto
0,0	Lanzones
5,0	Banana, manga
10,0	Abacate, cherimoya, manga, mangostão, mamão, abacaxi, sapoti, maçã doce
12,0	Rambutan
20,0	Durião, lichia

TABELA 8.3: Classificação de alguns frutos tropicais com base na tolerância a atmosferas extremas (Yahia, E. M., 1998).

Frutos	T (°C)	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	Tolerância (dias)
Abacate	20	0,1-0,44	50-75	1
	20	5-5,75	20-50	2
Goiaba	20	0,5	0,0	1
Feijoa	20	-	98	1
Manga	20	0,1-0,2	-	5
Mamão	20	2,0	50	5
	20	0,5	70-80	4
	20	0,2-0,4	-	2

A tecnologia do armazenamento em AC não tem sido vista como promissora para a maioria dos frutos tropicais quando comparados aos frutos temperados. Isto ocorre devido a várias razões, incluindo a disponibilidade da colheita, ao manejo pré e pós-colheita e a disponibilidade de tecnologia. Exceto para bananas, os frutos tropicais na devem ser armazenados por períodos prolongados o que justificaria o uso de AC.

Muitos fatores devem ser considerados quando avaliamos o potencial de aplicação da AC; junto com a quantidade e valor do fruto, razão para o uso de AC (controle do metabolismo, controle de patógenos, controle de insetos, etc), disponibilidade de tratamentos alternativos, competição com outras regiões de produção, tipo de mercado (local, distante, exportação) e tipo de tecnologia pré e pós-colheita disponível na região.

Lougheed e Feng (1989) sugerem que, para um fruto ser compatível com o uso de atmosfera controlada este seria caracterizado por:

- 1 – uma longa vida pós-colheita
- 2 – resistência ao “chilling injury”
- 3 – um amplo limite de atmosferas não injuriosas
- 4 – resistência ao ataque de fungos e bactérias
- 5 – adaptação a atmosfera úmida
- 6 – um fruto climáterico, que pode ser amadurecimento durante ou após o seu armazenamento
- 7 – ausência de efeitos residuais negativos na AC

8 - a possibilidade da AC pode reduzir a produção e os efeitos do etileno.

A maçã, é uma fruta muito compatível ao uso AC, sendo também um fruta de alto valor, produzida em grandes quantidades e caracterizada por uma respiração climatérica e uma longa vida pós-colheita. Em adição, a produção e ação do etileno é controlado pela AC, onde existe uma ampla variação aos níveis de tolerância de O₂ e CO₂, AC permite o uso de temperaturas mais baixas no armazenamento de algumas cultivares, onde o fruto é relativamente menos infectado por patógenos e insetos se comparado a outros frutos, especialmente aqueles de origem tropical nos quais algumas desordens fisiológicas podem ser aliviadas pela AC. Frutos tropicais, exceto a banana, encontram estas qualificações.

5.10. CÂMARA FRIGORÍFICA DE ATMOSFERA CONTROLADA

5.10.1 VEDAÇÃO DA CÂMARA

Tendo em vista que a Atmosfera Controlada utiliza concentrações de gases deferentes da atmosfera natural, é necessária uma vedação quase completa da câmara frigorífica. Antigamente a vedação da câmara era o grande empecilho para o armazenamento em AC, porém, com a utilização de painéis tipo sanduíche (chapa metálica com poliuretano ou pliestireno) este problema praticamente não existe mais. Antes da instalação da atmosfera na câmara frigorífica deve ser feito um teste de estanqueidade, através do aumento de pressão da câmara para 30 mm de coluna de água. Se esta pressão cair para menos de 5 mm em 30 min a câmara não tem condição de ser utilizada para AC.

A câmara de AC deve dispor de uma válvula de compensação de pressão e de preferência de um “pulmão”, que é um saco inflável com volume de 1 a 2% do volume da câmara. Quando ocorrem modificações internas de pressão na câmara, devido ao fornecimento ou interrupção do fornecimento de frio pelo evaporador, há um aumento ou diminuição do volume dos gases, que por sua vez provoca a entrada ou a saída de ar na

câmara. Esta válvula de compensação de pressão deve responder a uma pressão ou depressão de 5 mm de coluna da água ou 10 mm de coluna da água, quando existe a presença de um “pulmão” na câmara. Pressões ou depressões acima de 30 mm de coluna da água podem causar o rompimento das paredes laterais ou teto da câmara frigorífica. A presença do “pulmão” na câmara permite a utilização e concentrações ultra-baixas de O_2 em torno de 1%.

5.10.2 INSTALAÇÃO DA ATMOSFERA

Após o enchimento da câmara com frutos ou hortaliças é necessário remover o O_2 do ar atmosférica, que contém 20,8% deste gás. Isto modernamente é feito através da injeção de nitrogênio em forma gasosa que, misturando-se com o ar da câmara dilui o O_2 . Um fluxo constante de nitrogênio é mantido por algumas horas e, quanto mais rápida a redução da concentração de O_2 , menor será a atividade respiratória dos frutos e, conseqüentemente, maior o período de conservação. Caso não for feita a instalação da atmosfera, o O_2 existente no ar da câmara é utilizado no processo de respiração dos frutos, diminuindo paulatinamente, chegando aos níveis desejados de 1 ou 2% após duas a três semanas. Deve ser considerado que nesse período ocorre um amadurecimento e uma conseqüente perda da qualidade e redução do período de armazenamento dos frutos.

O nitrogênio usado na instalação d atmosfera é obtido do nitrogênio líquido e produzido por plantas industriais, que utilizam o processo de destilação criogênica. O nitrogênio é transportado em caminhões tanques com isolamento térmico até o local de utilização, onde pode não ser armazenado em tanques térmicos. Para sua transformação para a forma líquida, o nitrogênio é aquecido numa serpentina e, posteriormente, introduzido na câmara de AC. Para que não se eleve a pressão da câmara durante a injeção de nitrogênio, é necessário a abertura de um orifício (janela, porta) no lado oposto de injeção na câmara para que o fluxo atravesse toda câmara, arrastando consigo o O_2 . São necessários aproximadamente 1800 m^3 para a instalação de atmosfera de uma câmara de 500 toneladas de frutos, para se diluir o O_2 té o nível de 5% aproximadamente. A redução

do O₂ remanescente, até os níveis desejados de 1 a 2%, ocorre em alguns dias, através do processo respiratório dos frutos.

5.10.3 MONITORAMENTO E CONTROLE DA CONCENTRAÇÃO DE GASES

Em virtude da respiração constante dos frutos na câmara, o O₂ é consumido e o CO₂ é produzido, havendo conseqüentemente uma alteração dos níveis pré-estabelecidos e considerados adequados para cada produto. Para se manter constante a concentração dos gases é necessário uma a duas análises diárias da concentração de O₂ e do CO₂, através de analisadores de gases, pelos quais é conduzido um fluxo contínuo do gás de cada câmara de AC.

Os analisadores de oxigênio mais freqüentemente utilizados funcionam pelo princípio paramagnético ou pelo princípio eletroquímico. Para análise do CO₂ utiliza-se analisadores que, geralmente, utilizam o princípio da radiação infravermelha (“IRGA”). No mercado internacional existem uma série de analisadores de gases que usam outros princípios de funcionamento.

Quando a concentração de CO₂ está acima dos níveis desejados é necessário a sua eliminação, que pode ser feita através de adsorvedores de carvão ativado, colocação de cal hidratada dentro da câmara, ou ainda, através de um fluxo de nitrogênio, que dilui o CO₂ da atmosfera da câmara. Este nitrogênio pode ser produzido por equipamento PSA ou uma membrana separadora de nitrogênio. No Brasil, normalmente é utilizada absorvedor de carvão ativado e cal hidratada. Nos EUA e, em alguns países, é utilizado freqüentemente a membrana separadora de nitrogênio para este fim.

A redução da concentração de O₂ na câmara devido ao processo respiratório é compensada com a injeção de ar na câmara, através da abertura de tubulações ou através de forçadores de ar. Caso houver aumento de O₂, em virtude da falta de estanqueidade da câmara, é necessário uma nova injeção de nitrogênio visando a diluição O₂. Este fato deve ocorrer excepcionalmente, não torna-se rotina, pois a aquisição freqüente do nitrogênio aumentam os custos do armazenamento. Para evitar a entrada de oxigênio na câmara de AC, é fundamental evitar grandes variações de pressão interna, o que pode ser obtida

através de uma temperatura bastante constante do ar. Para isso é necessário que o termostato da câmara seja de lata sensibilidade, tendo uma histerese máxima de 1°C.

Em algumas frutas e hortaliças, a eliminação do etileno do ar da câmara aumenta o período de conservação e diminui as perdas pós-colheita. O etileno é um gás naturalmente produzido pelos frutos mais maduros e acelera a maturação e senescência dos demais frutos da câmara. No caso de armazenamento de diferentes espécies de frutos numa mesma câmara, a alta produção de etileno de uma espécie, amadurecem os frutos de outra espécie, mais sensível ao etileno. No armazenamento do kiwi por longos períodos a eliminação do etileno somente é uma prática imprescindível, e em maçã cv. Gala e diversas hortaliças e flores traz bons resultados na conservação. A determinação da concentração do etileno somente pode ser feita através de cromatografia, mas não é tão importante conhecer-se o nível na câmara comercial, mas sim tomar providências para a sua eliminação quase completa através de absorvedores.

O monitoramento e o controle das concentrações de gases nas câmaras em AC pode ser feita manualmente ou através de equipamentos parcialmente ou totalmente automatizados. Estes equipamentos podem ser programados para a análise contínua, durante as 24 horas do dia, das concentrações de gases (O_2 e CO_2) e realizar automaticamente a correção dos mesmos. Recentemente o Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita da UFSM projetou e montou, em parceria com um empresa alemã, um equipamento totalmente automatizado para o monitoramento e controle dos gases em suas câmaras de AC.

O controle das concentrações de O_2 e CO_2 na atmosfera da câmara deve ser feita com muito cuidado. Concentrações muito baixas de O_2 , bem como as concentrações excessivamente altas de CO_2 , podem causar danos aos frutos. A falta de O_2 causa respiração anaeróbica, com formação de etanol e aldeído acético que danificam o tecido do fruto, causando escurecimento da polpa. O excesso de CO_2 também causa escurecimento do tecido ou cavidades na polpa do fruto. Os níveis adequados de O_2 e CO_2 dependem da espécie e cultivar de fruta ou hortaliça armazenada, bem como do ponto de maturação e local de produção.

5.10.4 MÉTODOS DE ELIMINAÇÃO DO OXIGÊNIO DA CÂMARA

A eliminação de O₂ de câmaras de AC é feito após o enchimento e fechamento hermético da câmara ou, excepcionalmente, durante o período de armazenamento em caso de falta de estanqueidade da câmara. Ao longo da evolução da tecnologia para Atmosfera Controlada, diversos métodos e equipamentos foram desenvolvidos para este fim, como segue:

a) Combustão do oxigênio por queimador de propano

O oxigênio do ar da câmara é queimado utilizando-se propano ou metano como combustível. O calor gerado pela combustão deve ser extraído do ambiente da câmara, bem como o CO₂ produzido, através de adsorvedores de gás carbônico. Esta queima do O₂ inicialmente era feita em equipamentos com chama. A evolução do processo levou a queima catalítica na temperatura de 650°C. Estes dois tipos de equipamentos começaram a entrar em desuso na década de 80 com o surgimento do PSA e a membrana separadora de nitrogênio. Para eliminação do O₂ de uma câmara geralmente eram necessários alguns dias de funcionamento do equipamento.

b) Nitrogênio líquido

Na instalação da atmosfera, logo após o fechamento da câmara, a eliminação do O₂ é feita com um fluxo de nitrogênio (N₂), em forma de gás, obtido a partir da evaporação de N₂ líquido.

c) PSA (“Pressure Swing Adsorption”)

Neste método utiliza-se um fluxo de N₂ produzido por um equipamento PSA, que dilui o O₂ da câmara. O PSA é um processo de adsorção, através da alternância de pressão numa peneira molecular de carbono que produz nitrogênio a partir do ar atmosférico. O efeito de separação da peneira molecular de carbono baseia-se na diferença cinética de absorção de oxigênio e nitrogênio. Para uma atividade continuada do equipamento são necessários dois recipientes de funcionamento alternado. Enquanto um recipiente produz nitrogênio o outro é regenerado. Processo de alternância de pressão é feita de forma cíclica com o tempo fixo. O tempo total de um ciclo de absorção e regeneração é aproximadamente de 2 vezes 60 segundos. O ar ambiente é succionado pelo compressor e

comprimido em um depósito. Este ar comprimido de 6 a 9 bares é conduzido pela peneira molecular de carbono, constituída de um carvão ativado especial. A coluna da peneira adsorve o vapor de água, CO₂, CO e O₂ do ar, deixando fluir na sua outra extremidade um ar enriquecido com nitrogênio (99,5% N₂ e 0,5% O₂). Se desejado pode-se obter uma mistura com concentração maior de O₂. Esta mistura e gases é utilizada na remoção do O₂ ou CO₂ da atmosfera de câmaras de AC.

O PSA é o equipamento mais utilizado na Europa para geração de N₂ para câmaras de AC pelo baixo custo do N₂ produzido por uma membrana.

d) Membrana separadora de nitrogênio

Nesta técnica o ar é comprimido e secado por filtros e sob alta pressão é comprimido através de fibras capilares de polisulfone ou outro material, que estão arranjadas paralelamente aos milhares em forma de maço, designadas membranas. O O₂ e o H escapam lateralmente, através da membrana, por poros de maior e menor diâmetro e, a porção remanescente dentro da membrana, enriquecida com N₂ sai na outra extremidade da membrana e é utilizada para injeção nas câmaras de AC. A medida que se exige N₂ com maior pureza cai drasticamente a produtividade da membrana.

A produção de N₂ por membrana é largamente utilizada nos EUA. Nos estados do oeste nos EUA, em virtude do baixo preço da energia elétrica, utiliza-se o fluxo de N₂ para eliminação do CO₂ das câmaras de AC, que caracteriza a atmosfera controlada dinâmica. A AC dinâmica tem a vantagem que o fluxo de nitrogênio elimina também, em grande parte, o etileno do ambiente da câmara. No Brasil e na maioria dos demais países utiliza-se a atmosfera controlada estática, com a remoção de CO₂ com adsorvedores de carvão ativado ou cal hidratada.

O uso comercial de equipamentos PSA e membranas separadoras de nitrogênio está em franca expansão, tendo em vista que a produção de N₂ por estes métodos para eliminação do O₂ tem as seguintes vantagens:

- ausência de combustão (propano, metano, amônia)
- elimina refrigeração para remoção do calor produzido por combustão
- ausência de CO₂ e CO no gás produzido

- não forma produtos tóxicos do resíduo de enxofre e óleos minerais no propano
- não há risco de explosão
- simples funcionamento.

5.10.5 ELIMINAÇÃO DE CO₂

O CO₂ produzido pelos frutos em câmaras de AC pode ser eliminado através de adsorvedores de carvão ativado, de cal hidratada, colocada no interior da câmara e através de diluição do CO₂ com um fluxo de nitrogênio.

Os adsorvedores de CO₂ são na verdade sistemas PSA, que funcionam pelo princípio da peneira molecular de carbono. O gás da câmara é pressurizado durante um período de aproximadamente 5 minutos por um torre de absorção do equipamento até a saturação do carvão ativado com CO₂. Automaticamente o ar da câmara agora é canalizado para uma segunda torre de absorção, enquanto que é regenerado o carvão da primeira torre através de uma 'lavagem' com ar externo, que elimina o CO₂ do carvão, tornando-o apto para uma nova adsorção.

A adsorção de CO₂ com cal hidratada (hidróxido de cálcio) geralmente é utilizada no armazenamento de produtos que não toleram concentrações de CO₂ acima de 1%. A presença de cal na câmara geralmente mantém a concentração de CO₂ próximo a zero por cento. É importante salientar que existem enormes diferenças entre as procedências dos cais oferecidos no comércio. Pesquisas da UFSM contataram que cal procedente de Minas Gerais tem uma capacidade muito maior de absorver CO₂ que o cal oriundo de diferentes locais do sul do país. Dependendo da eficiência é necessário 1 kg de cal para 25-50 kg de maçãs para um período de 8 meses de armazenamento.

A eliminação do CO₂ com fluxo de nitrogênio, gerado por PSA ou membranas, é outra técnica utilizada em alguns países, porém economicamente inviável para outros países, como no Brasil, em virtude do elevado custo da energia elétrica. Esta técnica de eliminação de CO₂ tem a vantagem que as câmaras com problemas de estanqueidade podem ser utilizadas para o armazenamento em AC.

5.10.6 ELIMINAÇÃO DO ETILENO

Para eliminação do etileno do ambiente da câmara existem diferentes técnicas, embora nem todas tenham viabilidade técnica e econômica para uso comercial. A oxidação do etileno com ozônio e a eliminação através de luz ultra violeta ainda não estão sendo utilizadas comercialmente. Por outro lado, a conversão catalítica e a oxidação com permanganato de potássio tem larga aplicação no armazenamento e transporte de frutas, hortaliças e flores.

O permanganato de potássio impregnado sobre um substrato sólido de óxido de alumínio ou minerais de argila é comercializado em forma de pellets a granel ou pellets em sanches. Para absorção do etileno, os pellets devem ser colocados num equipamento absorvedor que conduz o ar da câmara por uma camada do substrato absorvente. O permanganato, após a reação com o etileno, transforma-se da cor violeta para o marrom, indicando que os pellets devem ser substituídos. A absorção com pellets de permanganato de potássio é uma técnica que exige poucos investimentos e apropriada para o transporte em caminhões e containers. Nos países industrializados, onde a exigência de qualidade dos produtos hortifrutícolas é superior, está amplamente difundido o uso de sachês de permanganato de potássio nas embalagens de frutas e algumas hortaliças, durante o transporte marítimo e aéreo de produtos importados e exportados.

A conversão catalítica do etileno é o mais utilizado em grandes ambientes. O catalisador opera a uma temperatura de 240°C e é instalado no centro do equipamento. As porções terminais do catalisador são constituídas de material inerte que tem uma alta capacidade térmica. O equipamento funciona com ciclos alternados de fluxo de ar. O ciclo tem a duração de 3 minutos. O ar flui num sentido, durante este período, e com isso a parte terminal do catalisador sofre um aumento de temperatura, provocando um aquecimento excessivo do ar efluente do equipamento, que retorna ao ambiente da câmara. Então é acionado um sistema de inversão de fluxo que faz fluir o ar da câmara do lado mais quente do equipamento para o mais frio. O ar efluente do catalisador tem temperatura de 6 a 7°C. O equipamento pode produzir de 50 a 500m³/h, dependendo do modelo do equipamento, com uma eficiência de 92 a 95%, para a concentração de 1 ppm

de etileno. A desvantagem desta técnica é o alto custo do equipamento, que varia de 15.000,00 a 25.000,00 dólares, em função, do tamanho do equipamento.

5.11. UTILIZAÇÃO COMERCIAL DA AC

5.11.1 ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DE FRUTAS, HORTALIÇAS E FLORES

Embora o armazenamento em AC tenha sido desenvolvido e utilizado comercialmente há mais de meio século, a sua grande expansão mundial iniciou nos anos 80. Nos países desenvolvidos esta técnica já é largamente utilizada, como por exemplo, os EUA em 1987 possuía uma capacidade de armazenamento em AC de 31.000.000 ton e a Itália, em 1989, armazenava 1.600.000 ton, enquanto que o Brasil em 1998 teve uma capacidade inferior a 200.000 ton.

O transporte marítimo em AC teve um incremento extraordinário a partir de 1993, aumentado mais de quatro vezes até 1997, quando as empresas transportadoras dispunham de 38.000 containers com AC. O sistema de transporte mais utilizado é o Transfresh, que tem 95% do transporte marítimo em AC. A demanda do transporte com atmosfera controlada está aumentando com a conscientização da importância dos frutos na saúde em países industrializados e com rendas percapitas crescentes. Atualmente o consumidor destes países hoje em dia exige o suprimento de produtos frescos durante doze meses do ano, além de exigir grande número de variedades de frutos de clima temperado, tropical e hortaliças de alta qualidade.

Transporte em atmosfera controlada, tem as seguintes vantagens:

- transporte com qualidade de transporte aéreo e com custo de transporte marítimo;
- redução do murchamento;
- vida pós-colheita maior;
- prolongamento do tempo de novos mercados

Por outro lado, o transporte em AC, tem um custo adicional de US\$ 1.500,00 por container, em relação ao transporte refrigerado. Isso significou um aumento de 10% no

preço do transporte de produtos de baixo valor e 3% para produtos de alto valor comercial.

O armazenamento em AC é largamente utilizado em maçãs, pêras, kiwis e repolho para longos períodos de conservação, porém, ultimamente, o uso de AC tem sido estendido para muitas frutas e hortaliças, principalmente no transporte marítimo intercontinental. Acima de 70% de volume transportado em AC, são de abacates, frutas de caroço, pêra, manga, aspargo e tangerina. Volumes menores de alface, brócoli, banana e tangerina são transportados nesse sistema. Os principais produtos e rotas de transporte em AC são o aspargo do Peru para os EUA, frutas de caroço do Chile para a Ásia e América do Norte, pêras de Washington para o Brasil, abacate do México para a Europa, tomate da Holanda para os EUA e manga da Índia para a Europa.

A seguir uma relação, com uma sucinta descrição, dos sistemas de transporte em AC oferecidos no mercado mundial.

a) Transfesh

A Transfesh é a maior empresa californiana de transporte em AC, que usa o sistema Tectrol, que necessita a instalação inicial de um fluxo de N_2 e a eliminação de CO_2 é feita por um absorvedor de cal hidratada. A desvantagem do sistema é que a cal pode saturar durante períodos muito longos de transporte, sendo que nesse caso são aberturas automaticamente válvulas que permitem a entrada a entrada de ar atmosférico, desfazendo as condições de AC. A Segunda desvantagem é que, no caso de vazamento, a respiração dos frutos não é capaz de manter a concentração de O_2 nos níveis desejados. Por outro lado, o sistema Transfresh permite a utilização de altas concentrações de CO_2 dentro do container, como por exemplo para aspargos e pequenos frutos.

b) Sabroe/Freshtainer

A empresa Freshtainer oferece no momento o sistema mais sofisticado de equipamento para atmosfera controlada, o INTAC IV. Este sistema dispõe de um PSA para produção do N_2 adsorvedor de CO_2 e um absorvedor de etileno. Umidificação e desumidificação também estão disponíveis no sistema. A adição de CO_2 é feita através de gás carbônico, obtidos de cilindros de alta pressão. Este sistema permite a utilização de

atmosferas em níveis de O₂ abaixo de 1% e entre 0 a 80% de CO₂, e uma umidade relativa entre 60e 98%.

c) Carrier Transicold

Este sistema utiliza uma membrana separadora de N₂ e as concentrações de CO₂ são controladas através do fluxo de N₂. Também é possível a adição de CO₂ de cilindros de alta pressão. Esta empresa é líder no mercado mundial de containers refrigerados e oferecem o sistema de AC com o nome de EVERFRESH.

d) Mitsubishi

Este fabricante japonês de equipamentos d refrigeração utiliza um gerador de nitrogênio tipo PSA, adsorvedor de CO₂ e absorvedor de etileno.

e) Isolcell

Este sistema da empresa italiana ISOLCELL funciona como uma membrana separadora de nitrogênio, marca Permea, para a geração de nitrogênio. Inclui um absorvedor de CO₂ e um conservador catalítico de etileno.

f) Conair-plus

A empresa alemã G+H Montage produz o sistema CONAIR juntamente com a empresa ISOLCELL. Esse sistema utiliza uma membrana separadora de nitrogênio, bem como inclui um absorvedor de CO₂, além de um conservador catalítico de etileno. O maior problema do sistema é a estanqueidade dos containers. Ao contrário dos containers tipo integral, em que o equipamento gerador de AC é individual para cada container e fica permanentemente ligado a este, no sistema CONAIR o equipamento de AC dica instalado permanentemente no navio e, que além de atender de 20 a 40 containers, somente é conectado ao container, quando este é posicionado no porão do navio. O sistema permite concentrações baixas de oxigênio, mas tem grande dificuldade de aumento acentuado de CO₂.

5.11.2 DESINFESTAÇÃO DE FRUTAS E HORTALIÇAS PARA EXPORTAÇÃO

Para a importação de frutas e hortaliças, muitos países exigem a desinfestação do produto, que pode ser feita através do frio, ou seja, temperaturas em, torno de 0°C. Porém

para algumas hortaliças ou frutos de clima tropical, que não toleram temperaturas abaixo de 10°C, a utilização deste método não viável para a desinfestação. Neste caso, a utilização da atmosfera controlada, com baixas concentrações de oxigênio e/ou altas de CO₂, permite o controle de insetos adultos, ovos e larvas.

5.11.3 ARMAZENAMENTO DE GRÃOS

A inertização de silos com fluxo de nitrogênio é uma técnica de armazenamento que controla a proliferação de insetos que atacam os grãos. Além da eliminação do O₂, pode ser aumentada a concentração de CO₂ no silo. Este gás tem um grande efeito no controle de fungos produtores de aflatoxinas, substância esta, que causa a intoxicação de animais alimentados com o produto contaminado. Esta técnica de conservação de grãos é utilizada na Austrália e Canadá.

TÓPICO 6 – TECNOLOGIA E QUALIDADE

TECNOLOGIA E QUALIDADE

A qualidade é definida como “o conjunto de características que diferenciam unidades individuais de um produto e que tem significado na determinação do grau de aceitação do mesmo pelo consumidor”. A qualidade “ótima” de um produto pode ser considerada como aquela atingida num determinado grau de desenvolvimento e/ou amadurecimento, onde a composição ou combinação de atributos físicos e componentes químicos têm o máximo de aceitação pelo consumidor.

Para se obter produtos com elevada qualidade, todos os participantes da cadeia de comercialização (produtores, embaladores, transportadores, comerciantes e agentes de exportação, etc.) devem conhecer como manusear os diferentes produtos hortícolas após a colheita. Para tanto, é necessário o entendimento dos princípios básicos e das técnicas de manuseio pós-colheita, considerando-se, também, que o estabelecimento dessas tecnologias têm como base o conhecimento das características e das peculiaridades de cada produto.

O fundamento básico da manutenção das características de qualidade e do prolongamento da vida útil está na conscientização de que as diferentes partes do vegetal são vivas não só quando ainda presas à planta mãe, mas, também, após a colheita. Como tal, respiram e, as transformações metabólicas decorrentes desse processo conduzem ao envelhecimento e à morte dos tecidos, com conseqüências drásticas se não forem aplicadas tecnológicas adequadas para a redução desses processos.

6.1. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE

A avaliação da qualidade deve ser realizada em todos os segmentos, desde o campo até a fase de comercialização para se ter conhecimento do valor real do produto e da sua capacidade de conservação, com base em padrões pré-estabelecidos. Quando um produto não apresenta os requerimentos ou atributos de qualidade desejáveis, pode ser

recusado pelo consumidor com grandes prejuízos na cadeia de comercialização, notadamente, nos casos de exportação.

A qualidade pode ser avaliada de modo subjetivo através de painel sensorial ou de modo objetivo com o auxílio de instrumentos, de forma destrutiva ou não. Também existem escalas com padrões pré-estabelecidos através de análise subjetiva e que auxiliam na qualificação dos produtos quanto a alguns atributos.

6.1.1. AVALIAÇÃO SUBJETIVAS

6.1.1.1 VISUAL

Possibilita a impressão individual da condição do produto e de sua qualidade, sendo a forma mais conveniente de avaliação da qualidade, porém, está sujeita a erros por preferências ou propensões do indivíduo. Para reduzir essas variações de apreciação, existem escalas numéricas, desenvolvidas para auxiliar na avaliação de atributos específicos como cor, tamanho, defeitos, etc.

6.1.1.2 SENSORIAL

É realizada por um painel de analistas treinados para julgar os atributos de qualidade ou defeitos, atribuindo notas que qualificam o produto. Usualmente, faz-se a avaliação de doçura, amargor, acidez, adstringência, cor, firmeza e “flavor”.

6.1.2. MEDIÇÕES OBJETIVAS

6.1.2.1 MÉTODOS DESTRUTIVOS

São aqueles realizados após o corte ou desintegração dos tecidos vegetais para avaliações físico-químicas, químicas ou bioquímicas. As mais usuais incluem a determinação da textura, pH, teores de açúcares, ácidos, fenólicos, pectinas etc., ou a

atividade de enzimas. São ditos “destrutivos” uma vez que as amostras do produto não podem ser reutilizadas.

6.1.2.2 MÉTODOS NÃO DESTRUTIVOS

Possibilitam medições repetidas na mesma amostra do produto, sem, no entanto, ocorrerem alterações em suas propriedades físicas ou químicas.

Nos últimos anos, têm sido desenvolvidas novas tecnologias para a avaliação não destrutiva de frutos e hortaliças com auxílio de equipamentos acoplados a computadores que registram os resultados em tempo mínimo, com elevada precisão. As técnicas utilizadas avaliam as propriedades físicas ou químicas dos produtos, com base em medidas da densidade, propriedades óticas e elétricas, vibrações mecânicas e sonoras, ressonância magnética, etc. dentre os mais utilizados pode ser citados os seguintes:

- Avaliação dos atributos da superfície e de constituintes internos: usam-se reflectância ou transmitância da luz, fluorescência, retardo na emissão da luz e espectrofotometria.
- Desordens internas e composição química: estabelecidas através de imagens com ressonância magnética-nuclear ou espectroscopia.
- Textura e maturidade: uso de sensores acústicos ou ultrassônicos.
- “flavor”, aromas e voláteis: uso de cromatografia gasosa.
- Defeitos e colapso interno (internal breakdown): uso de radiação (raios X ou γ).
- Umidade: uso de propriedades dielétricas e microondas.
- Gravidade específica e densidade: uso de métodos de flutuação em líquidos.

Os sensores convertem ou traduzem uma forma física ou um parâmetro químico num sinal detectável. Os sensores químicos podem ser eletrodos seletivos de íons; transistores com efeito de campo seletivo de íons e biosensores, sendo utilizados para monitorar os atributos químicos dos produtos. Os sensores biológicos ou biosensores,

incorporam algum tipo de elemento sensitivo e permitem um elevado grau de especificidade na sua detecção.

6.2 ATRIBUTOS DA QUALIDADE

Os requisitos de qualidade se relacionam com o mercado de destino: armazenamento, consumo ao natural ou processamento e são agrupados em três categorias: sensoriais, nutricionistas e segurança (Tabela 1), devendo ser considerados em conjunto não só para satisfazer a necessidade do consumidor, mas também, para proteção da saúde pública. Têm importância variada, de acordo com os interesses de cada segmento da cadeia de comercialização, ou seja, desde o produtor até o consumidor.

Os produtores dão prioridade a aparência, rendimento de produção e resistência a doenças. Os distribuidores e comerciantes também têm a aparência como atributo mais importante, com ênfase na firmeza e no potencial de conservação. Os consumidores dão ênfase aos atributos sensoriais, enquanto que os industriais valorizam o rendimento da matéria-prima, a cor, o “flavor”, a textura, o valor nutricional e a segurança.

As características externas de qualidade, percebidas pelo tato e pela visão, são importantes na diferenciação do produto, particularmente, na decisão de compra. As características internas percebidas pelo sabor, aroma e tato (sensação de textura ao paladar), combinadas com a aparência do produto, são importantes na determinação da aceitação do produto pelo consumidor.

Outras características como a composição química (valor nutricional) e a segurança (ausência de substâncias nocivas à saúde) não são percebidas pelo consumidor, porém, também são de grande importância, notadamente nos produtos para exportação.

A qualidade difere entre cultivares de uma mesma espécie, de acordo com a origem, condições de produção, armazenamento, comercialização e utilização.

TABELA 1: Atributos de qualidade para frutos e hortaliças

Principais fatores	Componentes
Sensoriais	
Aparência	Tamanho: dimensões, peso, volume Forma: diâmetro longitudinal X transversal, uniformidade Cor: intensidade, uniformidade Brilho: lustre, aparência externa Defeitos: externos e internos (morfológicos, físicos X mecânicos, fisiológicos, patológicos, entomológicos)
Textura	Firmeza, dureza, maciez, fragilidade, succulência, granulidade, resistência, fibrosidade
“Flavor” (sabor e aroma)	Doçura, acidez, adstringência, amargor, aroma, (voláteis), sabores e odores estranhos
Rendimento	Relação entre casca : polpa : caroço Volume de suco, número de sementes (laranja) Índice tecnológico (suco: sólidos solúveis)
Valor Nutritivo	Carboidratos, proteínas, lipídeos, vitaminas, minerais
Segurança	Substâncias tóxicas naturais, contaminantes (resíduos, metais), micotoxinas, contaminação microbiológica

6.2.1 APARÊNCIA

É o fator de qualidade de maior importância do ponto de vista da comercialização. É avaliada por diferentes atributos tais como grau de frescor, tamanho, forma, cor, higiene, maturidade e ausência de defeitos.

Na fases da colheita e da pós-colheita, as principais causas de defeitos são os danos mecânicos (amassamentos, abrasões, ferimentos, etc) decorrentes do manuseio incorreto, da ocorrência do ataque de insetos ou de microrganismos no produto. Grande parte desses problemas pode ser evitada pelo uso de métodos de colheita adequados, de controle das condições fitossanitárias e de armazenamento (controle de temperatura, umidade relativa e concentração de gases).

As medições ou determinações das características físicas são de importância na pré e na pós-colheita de produtos hortícolas, não só porque auxiliam no estabelecimento do grau de maturação e do ponto ideal de colheita, como também porque são utilizadas na padronização e na classificação, o que se reflete na comercialização de produtos com melhor qualidade, maior retorno econômico e redução das perdas.

Os principais parâmetros físicos para frutos e hortaliças são: a textura, o peso, a forma (diâmetro: comprimento), a espessura da casca e o número de sementes (alguns frutos), a relação polpa/casca ou polpa/caroço e o rendimento em sulco ou polpa.

6.2.2 TAMANHO E FORMA

O tamanho e a forma são atributos importantes para frutos e hortaliças porque a variação entre as unidades individuais de um produto pode afetar a escolha do mesmo pelo consumidor, as práticas de manuseio, o potencial de armazenamento, a seleção de mercado e o destino final – consumo “in natura” ou industrialização. O tamanho é avaliado pela dimensão (circunferência, diâmetro, comprimento, largura), pelo peso ou pelo volume (gravidade específica) e a forma, pela relação entre os diâmetros ou por outras características peculiares da espécies ou cultivar.

O tamanho pode ser estabelecido por separação das unidades através de peneiras, esteiras rolantes ou ainda por medições com paquímetro ou calibradores apropriados. Na atualidade, também se utilizam sistemas de visores mecânicos associados ao computador. Pode ainda ser estabelecido com o número de unidades do produto por unidade de peso ou por embalagem, sendo esta uma das formas mais utilizadas na classificação de alguns produtos hortícolas. O tamanho é usualmente limitante como índice de maturidade em frutos porém, é bastante utilizado para hortaliças, especialmente naquelas comercializadas na fase precoce de seu desenvolvimento. Os frutos são, em geral, avaliados pelo diâmetro.

O diâmetro longitudinal (ou comprimento) e o transversal, representam em conjunto, o tamanho e a sua relação dá idéia da forma do produto. Sua medição é importante para hortícolas destinados ao consumo “in natura” porém, apenas em alguns casos, é de utilidade nos produtos para processamento. Como exemplo, citam-se o abacaxi e o pêssego destinados à fabricação de compotas. O tamanho do pêssego é um dos principais fatores que afetam o rendimento, o custo e a qualidade da compota. Frutos com diâmetro transversal menor que 5,0 cm são considerados “refugo”; de 5,0 a 6,0 cm classificados como “primeira” e maior que 6,0 cm, como classe “extra”. Laranjas destinadas à extração de suco, necessitam de uniformidade do tamanho e na forma, pois,

os extratores industriais são desenhados para frutos com diâmetros de 5,5; 7,0; 8,2 e 9,5 cm. Por outro lado, frutos de pequeno tamanho são anti-econômicos para a extração de suco, uma vez que é necessário um maior número de frutos/caixa.

A forma é um dos critérios utilizados para distinguir diferentes cultivares de uma mesma espécie. as maçãs, por exemplo, podem ser classificadas pela forma por comparação com um quadro padrão previamente estabelecido. Tanto os frutos com formato anormal são pouco aceitos e têm baixo preço. A forma é utilizada em casos específicos como nas bananas, que são colhidas quando apresentam redução na angulosidade dos frutos. Do mesmo modo, o preenchimento das faces adjacentes ao pedúnculo pode ser usado como guia de maturidade para mangas.

6.2.3 PESO E GRAVIDADE ESPECÍFICA

O peso se correlaciona bem com o tamanho do produto, sendo uma característica varietal. Ao atingirem o pleno desenvolvimento, os frutos devem apresentar peso variável dentro dos limites típicos da cultivar, sendo bastante flexíveis.

A densidade relativa de uma substância numa dada temperatura é definida como a relação entre sua massa e volume. A gravidade específica é a densidade relativa de uma substância em relação à densidade da água. É obtida pela pesagem de uma dada quantidade da amostra, dividindo-se então este peso pelo mesmo volume de água, numa temperatura conhecida. A temperatura deve ser considerada, uma vez que a densidade muda com a variação da temperatura. A densidade da água decresce cerca de 0,03% para cada aumento de 1°C na temperatura.

A gravidade específica de um determinado produto pode ser estabelecida através do uso de soluções com densidade relativa controlada, de modo a permitir que o produto mais denso (pesado) afunde ou que o mais leve flutue na superfície do líquido. Decresce gradualmente com o avanço da maturação, o que indica uma leve redução na matéria sólida do produto. Nos estádios iniciais do desenvolvimento, os frutos apresentam maior gravidade específica e os que aproximam da maturidade apresentam valor inferior ou

próximo a unidade. Os produtos danificados por insetos, pelo frio (chilling) ou por doenças, usualmente apresentam menor gravidade específica que os sadios.

6.2.4 COLORAÇÃO E BRILHO

A perda da cor verde é utilizada como indicativo ou guia da maturidade. O verde intenso no fruto jovem muda gradualmente, perdendo a intensidade até tonar-se verde claro. Em muitos frutos, há perda completa do verde, surgindo então os pigmentos amarelos, vermelhos ou púrpura. Embora essas transformações de coloração sejam utilizadas como guia da maturidade, não são inteiramente confiáveis, porque sofrem a influência de inúmeros fatores. A exposição à luz solar, por exemplo, pode induzir o desenvolvimento de cor mais rapidamente em alguns frutos que em outros, na mesma árvore, embora ambos possam ter a mesma época de formação.

A cor é um atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor. Os produtos de coloração forte e brilhante são os preferidos, embora, na maioria dos casos, a cor não se correlacione nem com o valor nutritivo e nem com a qualidade comestível do produto.

A diferença de coloração entre as cultivares de uma mesma espécie deve-se as diferenças na concentração e proporção entre os pigmentos. É de interesse que haja uniformidade e intensidade de cor no produto. A coloração tanto na casca como da polpa pode ser analisada visualmente com o auxílio de escalas subjetivas padrões ou escalas descritivas estabelecidas em função do grau de maturação de cada produto. Pode-se ainda analisar o teor de pigmentos por diferentes métodos químicos ou a coloração do produto por métodos objetivos não destrutivos. Esse métodos utilizam aparelhos específicos para iluminação da amostra do produto e para a medição da energia luminosa refletida ou transmitida pela superfície da mesma, relacionando-a com aquela de um padrão de referência. Os aparelhos mais utilizados, pela sua sensibilidade, são os espectrofotômetros ou colorímetros “tristímulus”.

Associado à coloração, o brilho superficial também é um importante atributo de qualidade que pode ser avaliado por medições objetivas, nas quais compara-se o brilho da

superfície do produto com um padrão pré-estabelecido, cujos valores da escala variam de 100 (brilho intenso) a 1 (opaco).

6.2.5 DEFEITOS

Os defeitos são decorrentes de fatores genéticos, de condições ambientais ou nutricionais desfavoráveis ou do manuseio inadequado. Quando aparentes, reduzem sensivelmente o potencial de comercialização, embora em muitos casos não haja redução nem da qualidade comestível nem do valor nutricional.

Usualmente são classificados em quatro tipos:

- **Fisiológicos:** ocorrem devido a anomalias hereditárias ou condições desfavoráveis durante o crescimento, maturação ou armazenamento.
- **Entomológicos:** são injúrias físicas decorrentes do ataque direto de insetos ou de doenças transmitidas pelos mesmos.
- **Patológicos:** são causados pela ação de microrganismos e reduzem drasticamente a qualidade do produto. Podem ser defeitos externos ou superficiais, devido ao aparecimento de lesões, cicatrizes e descoloração de áreas, ou internos, devido à presença de microrganismos causadores de podridões.
- **Mecânicos:** são de natureza física, decorrentes do manuseio incorreto do produto (amassamentos, abrasões, cortes, etc.), com danos superficiais ou internos, dependendo da severidade da lesão.

Na avaliação da qualidade, usualmente por meio visuais, determina-se se o defeito externo é suficientemente grave para reduzir o grau de aceitação do produto. Os defeitos internos podem ser avaliados por métodos não destrutivos como por exemplo, pelo uso da transmitância de luz pelo produto. Na padronização e classificação dos produtos, são estabelecidos limites percentuais de tolerância de acordo com padrões pré-estabelecidos para cada espécie ou cultivar.

6.2.6. TEXTURA

A textura pode ser definida como o “conjunto de propriedades do alimento, compostas por características físicas perceptíveis pelo tato e que se relacionam com a deformação, desintegração e fluxo do alimento, sob a aplicação de uma força”.

As sensações que caracterizam a textura de produtos hortícolas são múltiplas, na sua maioria induzidas por atributos mecânicos. As principais sensações são de dureza, maciez, fibrosidade, succulência, granulicidade, qualidade farinácea, resistência e elasticidade. Por exemplo, em palmito, aspargo a vagem, a fibrosidade é o fator determinante da textura. Em espinafre, goiaba e pêra, a presença de partículas e cristais induz à sensação de granulicidade. Em frutos, a textura é ditada pela maciez ou pela firmeza uma vez que, com a evolução da maturação, a decomposição das macromoléculas como protopectinas, celulose, hemicelulose e amido amacia as paredes celulares, por diminuir a força coesiva que mantém as células unidas.

As propriedades da textura podem ser avaliadas por análise sensorial (método subjetivo), com auxílio de instrumentos que medem a resistência do tecido à força de penetração (penetrômetro) ou que possuem dispositivos que realizam medições múltiplas de força, distância, área e tempo, registrando os resultados obtidos (Instron Universal).

Várias análises químicas também podem correlacionar-se bem com as medições da textura ou avaliação sensorial, tais como: teor de sólidos insolúveis em álcool, teores de pectina total, protopectina e pectina solúvel, teores de celulose e de hemicelulose, todos componentes das paredes celulares dos vegetais.

A firmeza está diretamente associada não só com a estrutura das paredes celulares, como também com a manutenção de sua integridade. A atuação das enzimas hidrolíticas e das transglicosidases que atacam os carboidratos estruturais são, em grande parte, os fatores responsáveis pela perda de firmeza dos tecidos vegetais.

A medição da firmeza da polpa dá uma idéia das transformações na estrutura celular, coesão das células e alterações bioquímicas responsáveis pela textura. Esta, é função da cultivar porem, pode sofrer variações com as condições climáticas regionais,

com a posição do fruto da planta, com o grau de maturação, com o tamanho do produto e mesmo, com a forma imprópria de utilização dos pares manuais na sua medição.

6.3 RENDIMENTO DA MATÉRIA-PRIMA

6.3.1 PROPORÇÃO ENTRE AS PARTES COMPONENTES

A proporção entre o epicarpo (casca); o mesocarpo (polpa) e endocarpo (caroço) é de interesse em alguns frutos, podendo ser utilizada, em conjunto com outros parâmetros, como coeficiente de maturação ou como indicativo de rendimento da matéria-prima.

Os dois coeficientes mais utilizados são a relação polpa/caroço e a relação polpa/casca.

Em frutos como pêsego, nectariana, manga e abacate, o caroço aumenta durante a fase de crescimento, influenciando o peso ou a gravidade específica. Em outros frutos como a banana, há modificação na proporção entre a polpa e a casca com o avanço da maturação, em decorrência do acúmulo de água e de outros constituintes químicos. Neste caso, é importante o estabelecimento da proporção entre a polpa e casca, uma vez que nesse fruto o peso da polpa aumenta durante o amadurecimento não só devido ao aumento do volume de água (resultante da hidrólise dos carboidratos como consequência da respiração), mas, principalmente, devido ao movimento osmótico da água das casca para a polpa. Ambos promovem uma modificação do valor numérico da relação polpa/casca, a qual, neste fruto, é considerada como um coeficiente de maturação, sujeito a alterações muito rápidas. Aumenta de 1,3 a 1,4 nos frutos até valores superiores a 2,0 nos frutos maduros.

Em manga, a proporção entre a polpa, a casca e o caroço é fortemente influenciada pelo fator varietal. O levado teor de polpa é uma das características mais desejáveis, seja na comercialização dos frutos “in natura”, seja para fins industriais, por ser esta a fração de interesse econômico.

6.3.2 RENDIMENTO EM SUCO E NÚMERO DE SEMENTES

São de importância, notadamente para produtos destinados à indústria, como no caso de laranjas, que devem conter um mínimo de 40% de suco para apresentarem valor comercial. Nos frutos cítricos, o número de sementes por fruto representa um parâmetro físico importante, uma vez que, sementes numerosas dificultam o processamento industrial, bem como prejudicam o rendimento em suco. A passagem de óleo das sementes para o suco prejudica o sabor deste último. Do mesmo modo, o rompimento das células pode liberar a limonina, componente químico responsável pelo sabor amargo em sucos cítricos.

Há uma correlação positiva entre o tamanho do fruto e o número de sementes. As diferenças na quantidade de sementes numa mesma cultivar podem ser, em parte, devidas à distância entre as árvores e em parte, ao clima, às pragas ou outros fatores de influência sobre a formação do pólen, fecundação ou fases relacionadas ao ciclo de reprodução da semente.

6.3.3 ÍNDICES TECNOLÓGICO (IT)

A determinação do IT é de grande valia na indústria de sucos, notadamente de sucos cítricos. Para uma melhor avaliação da qualidade de matéria-prima, associa-se o rendimento em suco ao teor de sólidos solúveis. Difere objetivamente da relação sólidos solúveis/acidez, sendo esta relacionada à qualidade do fruto em termos de maturidade e sabor (balaço doçura: acidez), enquanto que o IT visa exclusivamente o rendimento da matéria-prima, através da associação entre o teor de suco e o de açúcares presentes no fruto. Tem a vantagem para o produtor ou industrial de possibilitar uma visão rápida da relação qualidade do fruto/preço de mercado, independentemente das oscilações em decorrência dos períodos de elevada pluviosidade ou estiagem. A alteração do conteúdo de suco modifica a concentração de açúcares, o que irá influir no rendimento do produto industrializado. Os frutos cítricos destinados à industrialização devem conter um teor

mínimo de suco igual a 40% e um teor de sólidos solúveis igual ou superior a 11%, o que equivale a um IT igual a 4,4.

6.3.4 “FLAVOR” (SABOR E AROMA)

O sabor e o aroma são apreciados em conjunto e designados como “flavor”, uma vez que estas características se correlacionem e são consideradas como atributo de qualidade único.

O “flavor”, na realidade, é a percepção sutil e complexa da combinação entre sabor (doce, ácido, adstringente, amargo), odor (substâncias voláteis) e textura (firmeza, maciez, granulidade, etc).

A maturação dos frutos, em geral, conduz a um aumento da doçura e da emissão de voláteis, bem como redução de acidez e da adstringência. A doçura e a acidez são predominantes em alguns produtos. O amargor também é importante, do mesmo modo que a adstringência, sendo ambos decorrentes do tipo de compostos fenólicos presentes.

A qualidade do “flavor” pode ser afetada por diferentes fatores tais como grau de maturação, cultivar, irrigação, fertilização e armazenamento.

6.3.5 ACIDEZ

As mudanças na concentração dos ácidos orgânicos durante o desenvolvimento diferem com o tipo de fruto considerado. Por exemplo, na uva e na maçã, ocorre um pico na acidez à medida que o fruto torna-se maduro, enquanto que na laranja, há decréscimo até o completo amadurecimento.

Os teores de acidez usualmente não excedem 1,5 a 2,0% com raras exceções, como em limão e espinafre, que podem conter teores iguais a 3%. Por outro lado, a acidez também pode ser muito baixa, como nas laranjas “Serra d’água e “Laranja Lima”, cujos teores são cerca de 10 vezes inferiores comuns.

A acidez é usualmente determinada por titulometria, através da neutralização do extrato do suco com solução de hidróxido de sódio 0,1N, utilizando-se fenolftaleína como

indicador do ponto de neutralização. Os resultados podem ser expressos em mEq/100 mL ou em porcentagem do ácido principal, assumido com o único presente. Como os ácidos orgânicos encontram-se presentes em misturas complexas, a expressão dos resultados em mEq é mais correta. No entanto, em trabalhos de rotina, utiliza-se a expressão dos resultados em porcentagem do ácido predominante.

A concentração de ácido pode ser expressa também pelo pH do suco celular. Os ácidos orgânicos presentes na forma livre ou associados na forma de sais de potássio constituem um sistema tampão, o qual representa importante papel na célula, particularmente em relação à proteínas, em especial, às enzimas. Em decorrência do sistema tampão estabelecido, podem ocorrer grandes variações na acidez sem que haja mudança acentuada nos valores de pH do suco celular.

6.3.6 DOÇURA

Durante a maturação dos frutos, uma das principais características é o acúmulo de açúcares (notadamente, glicose, frutose e sacarose), o qual ocorre simultaneamente com a redução da acidez. O teor de açúcares atinge o máximo no final da maturação, conferindo excelência de qualidade ao produto.

Os açúcares podem ser avaliados qualitativamente e quantitativamente por métodos químicos ou cromatográficos e desta forma, as modificações decorrentes da maturação dos frutos relativas ao aumento da doçura podem ser estabelecidas.

O teor de sólidos solúveis (SS) é utilizado como uma medida indireta do teor de açúcares, uma vez que aumenta de valor à medida que estes vão se acumulando no fruto. A sua medição não representa o teor exato dos açúcares, pois, outras substâncias também se encontram dissolvidas (vitaminas, fenólicos, pectinas, ácidos orgânicos, etc), no entanto, dentre estas, os açúcares são os mais representativos, chegando a constituir até 85-90% dos SS. Os teores são muito variados com a espécie, a cultivar, o estágio de maturação e o clima, podendo encontrar-se numa faixa de 2 a 25%, com valores médio entre 8 e 14%.

A avaliação do estágio de maturação de frutos e de outros órgãos vegetais açucarados é importante porque quando os mesmos são colhidos na época adequada, ou

seja, com grau de maturação apropriado, não só apresentam melhor qualidade comestível, como também maior rendimento como matéria-prima.

A determinação dos SS é uma técnica simples, que pode ser executada no próprio campo, como auxílio de refratômetro e não requer pessoal técnico especializado. É expresso em porcentagem ou em graus Brix ($^{\circ}$ B). Deve-se salientar que a medição apenas do teor de SS não é um indicativo seguro do grau de maturação, devendo ser associado a outros parâmetros físicos (textura, tamanho, volume de suco, relação polpa/casca, etc.) ou determinações químicas como a acidez, para se ter uma avaliação mais precisa da época de colheita.

A relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável (relação SS/AT) é utilizada como critério de avaliação do sabor. No entanto, alguns produtos insípidos contêm teores de SS e de AT muito baixos; porém, apresentam relação elevada entre estes componentes, o que pode conduzir a interpretações errôneas da qualidade comestível. Por essa razão, são estabelecidos teores mínimos de SS para alguns produtos, visando a obtenção de um sabor aceitável. Por exemplo, testes de análise sensorial em laranjas e tangerinas demonstraram que a relação SS/AT deve ser de 10:1 e 9:1, respectivamente, desde que o teor de SS seja igual ou superior a 9,0%.

Na Tabela 2 encontram-se os valores para acidez, sólidos solúveis e sua relação durante a maturação de frutos e na Tabela 3 os teores mínimos de sólidos solúveis e acidez titulável aceitáveis em alguns frutos.

TABELA 2: Teores de sólidos (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT de alguns frutos, em diferentes estádios de maturação (Chitarra e Chitarra, 1990).

Fruto	Sólidos solúveis (%)	Acidez titulável (%)	SS/AT
Banana (cv. Prata)			
Imatura	1,5	0,14	10,9
Matur	8,2	0,26	31,7
Madura	20,3	0,44	46,0
Laranja (cv. Pêra Rio)			
Imatura	8,60	2,03	4,2
Matura	10,35	1,44	7,5
Madura	11,37	0,99	11,4
Goiaba (cv. IAC-4)			
Imatura	4,53	0,29	16,0
Matura	5,58	0,27	21,7
Madura	6,80	0,25	26,6
Tangerina			
Imatura	9,67	2,18	5,4
Matura	10,13	1,04	9,9
Madura	11,50	0,68	16,9

TABELA 3: Teores mínimos de sólidos solúveis e máximos de acidez titulável para “flavor” aceitável em alguns frutos (Adaptado de Kader, 1999).

Fruto	Sólidos solúveis (%) mínimo	Acidez titulável (%) máximo
Abacaxi	12,0	1,0
Ameixa	12,0	0,8
Caqui	18,0	-
Cereja	14,0-16,0	-
Kiwi	14,0	-
Mamão	11,5	-
Manga	12,0-14,0	-
Maçã	10,5-12,5	-
Morango	7,0	0,8
Melancia	10,0	-
Nectarina	10,0	0,6
Pêssego	10,0	0,6
Romã	17,0	1,4
Uva	14,0-17,0	-

6.3.7 ADSTRINGÊNCIA

A adstringência em frutos verdes é uma sensação bem conhecida, que desaparece ou é reduzida com o avanço da maturação. As substâncias responsáveis pela adstringência são os taninos (fenólicos), os quais polimerizam-se com a evolução da maturação e com isso, a adstringência se reduz. Essa modificação no conteúdo de taninos pode ser utilizada como indicativo do grau de maturação. Os testes qualitativos para detecção de teor de taninos são realizados colocando-se a polpa do fruto em contato com substâncias químicas (nitroso teste, cloreto férrico) e avaliando-se a intensidade de coloração desenvolvida, a qual é proporcional à quantidade de taninos presentes.

Podem ainda ser analisados por métodos quantitativos, através dos quais identificam-se os diferentes tipos de compostos fenólicos responsáveis ou não pelas características de adstringência, e portanto, pela qualidade do produto.

6.3.8 AROMA

As substâncias voláteis encontram-se presentes em pequenas concentrações e são constituídas por diferentes grupos de compostos químicos como ésteres, aldeídos, álcoois, centonas e lactonas, todas de baixo peso molecular.

Embora ocorra um grande número de substâncias voláteis, apenas algumas delas são responsáveis pelo aroma característico das espécies ou cultivares. A importância ou contribuição relativa de cada substância do limiar da concentração que pode ser da ordem de uma parte por bilhão (ppb), e da sua interação com outros compostos.

A aroma é percebido pelo estímulo químico de sítios no epitélio olfativo promovido por substâncias voláteis em concentrações mínimas. Pode ser influenciado pela espécie, cultivar, maturidade e desordem fisiológica. Odores indesejáveis podem desenvolver-se pelo manuseio e armazenamento impróprios. Os componentes do aroma são determinados por métodos objetivos (cromatografia a gás), mas, usualmente, o aroma é estabelecido subjetivamente, através de painel de análise sensorial.

6.4 VALOR NUTRITIVO

O valor nutritivo é o mais atributo de qualidade menos considerado na cadeia de comercialização de frutos e hortaliças, uma vez que não se relaciona com a aparência e nem com a qualidade comestível. Ele se transforma com o avanço da maturação, tornando-se maior, embora ocorra variação na proporção dos nutrientes. Do ponto de vista nutricional, são considerados as vitaminas e os minerais. Do ponto de vista energético, consideram-se os açúcares solúveis e os polissacarídeos, sendo também os últimos excelentes fontes de fibra dietária. O constituinte químico mais abundante nos frutos e hortaliças é a água, cujos teores são variáveis entre 65 e 95%. Com raras exceções, contém baixos teores de lípidos (0,1 a 1,0%) e de proteínas (1 a 2%), não sendo, portanto, considerados nutricionalmente significativos.

As variações na composição química e conseqüentemente, no valor nutritivo desses produtos, são atribuídas ao potencial genético, condições de cultivo, grau de maturação à

colheita, condições de manuseio e armazenamento, bem como ao tipo e grau de processamento. Devem ser considerados, especialmente, fatores como elevada temperatura, baixa umidade relativa, danos físicos e injúrias pelo frio que contribuem, de modo especial, para a redução das concentrações de nutrientes.

6.4.1 VITAMINAS

A vitamina C (ácido ascórbico) é o componente nutricional mais importantes dos frutos e hortaliças, embora seu teor, na maioria dos produtos, não exceda a 0,3%. Alguns produtos são fontes excepcionais como a acerola (1,0 a 1,8%) a goiaba e o caju (0,2 a 0,3%). Os frutos cítricos embora não contenham teores elevados (entre 0,04 e 0,08%), são considerados como boas fontes de vitamina C pelo alto consumo diário dos mesmos.

O Conteúdo de vitamina C tende a diminuir com a maturação e com o armazenamento de muitos frutos devido a atuação da enzima ácido ascórbico oxidase (ascorbinase). Esta vitamina encontra-se em tecidos vegetais na forma reduzida como ácido ascórbico (AA), ou na forma oxidada, como ácido deidroascórbico (DHA), ambos com atividade vitamínica. No entanto, a degradação do DHA para ácido 2,3 - dicetogulônico leva à perda da atividade biológica e este, através de outras reações químicas, produz pigmentos escuros que depreciam a aparência do produto (Figura 1).

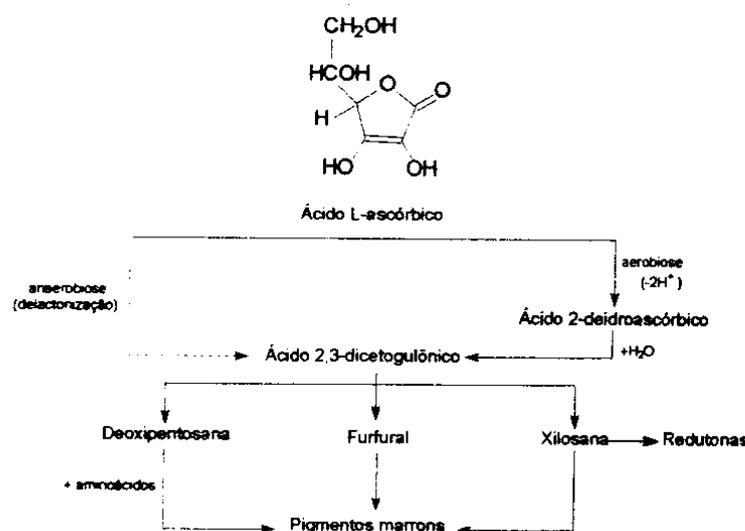


FIGURA 1: Estrutura química do ácido L - ascórbico (vitamina C) e esquema do mecanismo de degradação.

Além da vitamina C, os frutos e hortaliças são excelentes fontes de carotenos, que podem ser biologicamente transformados sem vitamina A (retinol). Cerca de 50 diferentes compostos carotenóides são prováveis precursores desta vitamina, com base em suas estruturas químicas. Destes, o β - caroteno é o mais importante não só pela sua biopotência (100% de atividade), como também por encontrar-se em grande proporção nos vegetais.

As condições utilizadas no armazenamento, processamento industrial ou preparo doméstico dos vegetais reduzem a atividade biológica dos carotenóides por conduzirem a isomerização e oxidação de suas estruturas químicas. A oxidação desses compostos depende da disponibilidade de oxigênio, do tipo de carotenóide presente e do seu estado físico, sendo estimulada pela luz, calor, enzimas, metais e peróxidos, e inibida por antioxidantes.

Convém salientar que o fruto ou hortaliça é considerado como boa fonte de um nutriente em função não só da concentração do mesmo, como também da quantidade do produto vegetal consumido diariamente. Assim sendo, cenoura, hortaliças folhosas e batata doce são boas fontes de vitamina A devido a alta concentração de carotenos. Por

outro lado, a batata e o tomate embora contendo baixos teores de vitamina C, são consumidos em quantidade e portanto, tornam-se boas fontes da mesma.

Alguns produtos hortícolas também são boas fontes de ácido fólico, niacina, tiamina e riboflavina. O ácido fólico é abundante em hortaliças folhosas, principalmente nas de cor verde mais intensa. Na Tabela 4 encontram-se exemplos de teor vitamínico em alguns produtos vegetais.

TABELA 4: Teores (mg ou g/100g) de algumas vitaminas em frutos e hortaliças (IBGE, 1977)

Frutos	Vitamina C (mg)	Niacina (mg)	Retinol (µg)	Hortaliças	Vitamina C (mg)	Niacina (mg)	Retinol (g)
Abacaxi	61	0,2	5	Alface	12	0,4	87
Abacate	12	1,5	20	Abobrinha	19	0,5	5
Ameixa	6	0,5	13	Beterraba	5	0,2	2
Banana	14	0,6	10	Cenoura	8	0,6	1.100
Caju	219	0,4	40	Couve	92	1,7	650
Caqui	11	0,3	250	Couve-flor	82	0,7	3
Figo	4	0,4	10	Espinafre	41	0,6	585
Goiaba	218	1,0	26	Pepino	14	0,2	2
Laranja	59	0,2	13	Pimentão	140	2,2	245
Mamão	46	0,3	37	Quiabo	47	0,6	31
Manga	53	0,4	210	Repolho	43	0,3	10
Maracujá	30	1,5	70	Rabanete	28	0,3	-
Nectarina	13	1,0	165	Tomate	23	0,7	60
Pêra	5	0,2	2	Vagem	27	0,5	126
Pêssego	6	0,4	40	Vagem (ervilha)	30	0,8	18

6.4.2 MINERAIS

Os frutos e hortaliças apresentam conteúdo relativamente elevado de minerais, notadamente de fósforo, ferro e cálcio (Tabela 5). Deve-se, no entanto, considerar a biodisponibilidade dos mesmos. Esta tende a ser baixa pela presença de substâncias interferentes e pela forma química do nutriente. Por exemplo, o espinafre apresenta concentração elevada de cálcio, mas, este elemento na forma de oxalato de cálcio, não é assimilado pelo organismo.

TABELA 5: Teores de minerais em alguns frutos e hortaliças (Adaptado IBGE, 1977)

Frutos	Cálcio	Fósforo	Ferro	Hortaliças	Cálcio	Fósforo	Ferro
Abacaxi	18	8	0,5	Alface	43	34	1,3
Abacate	13	47	0,7	Abobrinha	19	32	0,6
Ameixa	8	15	0,4	Beterraba	14	38	0,8
Banana	15	26	2,0	Cenoura	37	36	0,7
Caju	4	18	1,0	Couve	273	63	1,0
Caqui	6	26	0,3	Couve-flor	33	58	1,0
Figo	50	30	0,5	Espinafre	79	42	3,3
Goiaba	22	26	0,7	Pepino	16	24	0,6
Laranja	34	20	0,7	Pimentão	29	61	2,6
Mamão	20	13	0,4	Quiabo	84	90	1,2
Manga	12	12	0,8	Repolho	43	36	0,7
Maracujá	13	17	1,6	Rabanete	26	30	1,2
Nectarina	4	24	0,5	Tomate	7	24	0,6
Pêra	6	10	0,5	Vagem	43	48	1,4
Pêssego	9	24	1,0	Vagem (ervilha)	44	54	4,4

6.4.3 CARBOIDRATOS E FIBRAS

Os açúcares simples como glicose, frutose e sacarose e os complexos como o amido são considerados excelentes fontes energéticas e encontram-se em grande disponibilidade, notadamente em frutos, raízes e tubérculos, podendo corresponder de 2% até 90% dos tecidos. Os açúcares simples são encontrados principalmente nos frutos maduros, enquanto que o amido está disponível em frutos verdes, raízes e tubérculos.

Os componentes das paredes celulares dos produtos hortícolas como celulose hemicelulose, pectina e lignina são importantes fontes de fibra dietária (Tabela 6). Considera-se como tal, as substâncias resistentes à hidrólise por enzimas do trato gastrointestinal dos mamíferos. A fração fibra solúvel é formada por pectinas. Deve-se considerar que os polissacrídeos ácidos (ácido poligalacturônico) que compõem as pectinas ligam-se facilmente com os minerais, reduzindo sua biodisponibilidade e, conseqüentemente, o valor nutritivo do alimento.

Tabela 6: Alguns componentes químicos e teor de fibra (% no material integral) em diferentes espécies de hortaliças (Adaptado de Mendez et al., 1992)

Produto	FIBRA INSOLÚVEL							FIBRA SOLÚVEL		
	Umidade	Minerais	Glicídeos	Fibra	Celulose	Hemi-celulose	Lignina	Pectina solúvel	Proto-pectina	Pectina total
Agrião cru	91,14	10,4	0,54	2,30	0,81	-	0,42	0,02	1,05	1,07
Aipo	95,76	0,95	1,55	1,00	0,33	0,04	0,24	0,01	0,38	0,39
Alface	94,69	0,79	1,16	1,57	0,25	0,12	0,62	0,05	0,52	0,57
Almeirão	91,62	1,31	1,47	3,43	0,75	0,51	0,91	0,03	1,23	1,26
Cenoura	87,85	1,09	6,00	3,23	0,54	0,15	0,97	0,09	1,54	1,63
Chicória	94,69	1,05	0,39	1,84	0,88	0,02	0,26	0,04	0,79	0,83
Nabo	93,35	0,52	3,28	1,63	0,68	0,05	0,09	0,02	0,79	0,81
Pepino	92,02	0,43	2,00	0,81	0,33	0,07	0,10	0,04	0,27	0,31
Pimentão	93,92	0,43	1,89	2,45	1,01	0,07	0,51	0,11	0,65	0,76
Repolho	91,13	0,58	4,45	2,66	0,63	0,10	0,87	0,03	1,03	1,06
Tomate	95,20	0,40	2,03	1,12	0,49	0,13	0,19	0,11	0,20	0,31

6.5 SEGURANÇA

A segurança é o atributo de qualidade mais desejável nos produtos hortícolas, os quais devem ser isentos de toda e qualquer substância química que possa causar danos à saúde do consumidor.

A segurança alimentar é imprescindível para a qualidade do produto e corresponde, por definição “ao estudo das estimativas de ocorrência de perigos no material alimentar e às medidas que se fazem necessárias para reduzir a probabilidade de ocorrência destes perigos”. O perigo corresponde a qualquer agente presente no alimento, capaz de provocar alterações fisiológicas prejudiciais numa parcela significativa dos consumidores (imediatamente ou não, após o consumo). O risco, indica a probabilidade de ocorrência do perigo.

6.5.1 RESÍDUOS DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

A produção agrícola em alta escala tende a aumentar a suscetibilidade das culturas às pragas e doenças e em decorrência, os defensivos químicos passaram a fazer parte

corrente do sistema agrícola, aumentando o rendimento da produção de frutos e hortaliças frescas com boa qualidade visual (aparência). O uso desses compostos é associado com o risco de aumento da resistência das pragas, contaminação ambiental e do homem (produtores e consumidores), devido aos resíduos remanescentes no solo, na água ou nos produtos. O seu uso requer um intervalo de tempo entre a aplicação e a colheita, visando a degradação dos compostos a níveis atóxicos.

A toxicidade de um composto químico é dependente da sua dose e o limiar da toxicidade estabelece o uso de níveis de segurança 100 vezes abaixo do nível que poderia causar efeito tóxico.

O Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária (MAARA), através da Secretária de Desenvolvimento Rural (SDR), no programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais (FRUPEX) elaborou o Manual de exportação de frutos, onde constam tabelas com a relação de agrotóxicos, produtos registrados e resíduos para cada tipo de fruta. Há informações sobre o princípio ativo, nome comercial, formulação, concentração, ação do produto, classe toxicológica e carência. Também foram inseridas tabelas com a classe do princípio ativo, o grupo químico e o limite máximo de resíduo permitido (ppm) em diferentes países.

6.5.2 MICRORGANISMOS E TOXINAS

As pragas (pássaros, insetos e roedores) não só causam danos a aparência do produto, como também disseminam microrganismos que apresentam riscos à saúde do consumidor, principalmente se o produto não for propriamente lavado antes do consumo, ou consumido cru. O fato é agravado pelo uso de adubos de origem animal não tratados, que são uma fonte potencialidade patógenos para o homem. Os fungos patogênicos ao vegetal podem não ser prejudiciais à saúde do consumidor porém, a presença de micotoxinas produzidas pelos mesmos deve ser considerado como risco.

6.5.3 SUBSTÂNCIAS TÓXICAS NATURAIS

Algumas substâncias que ocorrem naturalmente em alguns produtos podem ser tóxicas ao homem, como o ácido cianídrico em mandioca e glicoalcalóides em batatas.

Deve-se também considerar que sob condições de estresse (causado, por exemplo, pelo ataque de microrganismos), as plantas podem produzir metabólitos de defesa como as fitoalexinas, que se acumulam em determinadas culturas como em batata e batata doce, com risco de toxicidade para o homem, não há, porém, dados suficientes para comprovar a implicação toxicológica dessas substâncias.

6.5.4 ALTERNATIVAS DE CONTROLE

Os problemas inerentes à segurança no consumo de alimentos podem ser reduzidos pelo uso de tecnologias apropriadas, bem como pela utilização de padrões de segurança. Estes são estabelecidos por leis internacionais, federais ou estaduais visando a preservação da saúde pública, com base na prevenção do desenvolvimento de microrganismos patogênicos ou prejudiciais, bem como na proteção contra a presença de substâncias tóxicas naturais ou contaminantes (resíduo de defensivos agrícolas ou de outros produtos).

Os principais meios que podem ser bastante efetivos para a obtenção de produtos hortícolas com redução dos riscos para a saúde do consumidor são os seguintes:

- uso de biotecnologia para produção de genótipos e híbridos resistentes a pragas e doenças.
- eliminação de sinalizadores químicos da planta que atraem insetos.
- controle biológico de pragas e microrganismos.
- Uso de práticas culturais adequadas como rotatividade de culturas e sanificação do campo.
- uso de refrigeração (associada ou não a atmosfera modificada ou controlada) no armazenamento e na comercialização.

- tratamentos químicos alternativos na fase pós-colheita (irradiação, imersão em água aquecida, aplicação de cálcio, etc).

6.5.5 MÉTODOS DE DETECÇÃO

Alguns testes rápidos podem ser realizados para assegurar a qualidade, como o uso de umunoensaios para detecção de resíduos de defensivos agrícolas, contaminação microbiana e presença de substâncias tóxicas naturais.

Os imunoensaios são testes que utilizam reações antígeno-anticorpo para identificar compostos específicos. A maioria dos testes tem como componentes básicos: um antígeno substância estranha que causa uma resposta de defesa imunológica quando introduzida num corpo hospedeiro), ou composto alvo a ser analisado; um anticorpo (proteína formada pelo hospedeiro, em resposta a invasão por uma substância estranha = antígeno); um método de separação do antígeno; um marcador de anticorpo impedindo que ele seja reconhecido (o marcador pode causar mudança de coloração ou emissão de um sinal) e padrões ou controles com concentrações conhecidas do antígeno, para confecção de curvas – padrão. Os testes podem ser qualitativos ou quantitativos. Algumas substâncias tóxicas naturais como glicoalcalóides em batatas ou micotoxinas presentes em diferentes produtos podem ser identificadas rapidamente por imunoensaios.

A contaminação microbiana também pode ser rapidamente identificada pela produção de toxinas como é o caso da *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolytica*, *Salmonella sp* e *Listeria monocytogenes*, que podem contaminar os produtos pela água de irrigação ou pelo manuseio inadequado.

Os resíduos de defensivos também podem ser monitorados através de testes de imunoensaios disponíveis comercialmente na forma de “Kits” para detecção de triazina, ciclodieno, aldicarb, atrazina, benomil, alacor, captan, carbafulan e outros.

6.6 FATORES DE INFLUÊNCIA NA QUALIDADE

Os frutos e hortaliças necessitam de cuidados especiais no campo e na fase pós-colheita para apresentarem boas características de qualidade. Essas características são de qualidade. Essas características são próprias de cada espécie ou cultivar, porém, podem sofrer modificações decorrentes dos fatores externos ou mesmo do manuseio incorreto. Qualquer dano ou abertura nos tecidos (rachaduras, cortes, perfurações, raladuras e outros danos mecânicos) podem induzir modificações na atividade fisiológica e/ou infecção por microrganismos que resultam na deterioração rápida dos tecidos. As características de qualidade e a vida útil dos produtos hortícola são resultantes da interação desses fatores, que podem ou não ser controlados pelo homem.

Os fatores de influência pode ser agrupados em duas categorias: os fatores intrínsecos são relacionados com as características inerentes ao produto, tais como: fatores genéticos (espécies, cultivares, porta-enxerto); estágio de maturação; suscetibilidade e desordens fisiológicas e resistência ao ataque de patógenos. Os fatores extrínsecos são aqueles relacionadas ao ambiente ou às tecnologias desenvolvidas pelo homem. Dentre eles, salientam-se os edafoclimáticos (solo, altitude, temperatura, luminosidade, chuva, vento); os culturais (irrigação, adubação, desbaste, poda, controle fitossanitário); o manuseio (colheita, embalagem, transporte, armazenamento, comercialização) e os tecnológicos (controle de temperatura, concentração de gases, umidade relativa, tratamentos químicos, etc).

6.1 MANUTENÇÃO E DECLÍNIO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA

Logo que fruto amadurece, requer comercialização rápida e manuseio cuidadoso para minimizar as injúrias físicas como por exemplo, o amassamento. Caso seja necessário, eles devem ser mantidos sob refrigeração na temperatura mínima de segurança até a sua comercialização no varejo.

O abaixamento da temperatura do produto ainda é um dos meios mais eficazes para manutenção de sua qualidade, por reduzir a atividade respiratória, inibir o

crescimento microbiano e retardar a atividade metabólica, os quais conduzem ao amadurecimento e/ou senescência dos tecidos vegetais.

Tratamento suplementares à refrigeração como o uso de atmosfera modificada ou controlada, irradiação, tratamentos químicos e o uso de ceras, também são benefícios que controlam os danos, reduzindo a perda de umidade, prevenindo as desordens fisiológicas e aumentando o período de vida útil. Por outro lado, a biotecnologia tem buscado o desenvolvimento de métodos, através da engenharia genética, que melhoram a qualidade pós-colheita de frutos ou outros produtos pelo uso da manipulação genética. Dessa forma, pode-se obter materiais mais resistentes ao estresse e ao ataque de patógenos, com menor produção de etileno, com redução no grau de amaciamento e amadurecimento.

Os principais fatores de deterioração de produtos hortícolas pós-colheita encontravam-se na Tabela 7, sendo agrupados nos seguintes itens:

- Elevada taxa de respiração e produção de etileno
- Elevada atividade metabólica
- Perda de massa (umidade)
- Amaciamento dos tecidos
- Perda do “flavor” e do valor nutritivo

Na deterioração, as reações bioquímicas são predominantemente de decomposição e envolvem processos oxidativos como injúrias por radicais livres, peroxidação lipídica nas membranas celulares e degradação das paredes celulares.

Os tecidos vegetais intatos podem responder aos vários estímulos das condições ambientais durante o seu ciclo vital. Algumas reações às condições de estresse usualmente ocorrem como mecanismo de defesa, como a prevenção da perda d’água ou a adaptação a condições extremas de temperatura.

TABELA 7: Principais causas de deterioração e perda de qualidade de produtos hortícolas (adaptado de Kader, 1977)

Metabolismo respiratório:	Taxa de respiração Mudança de aeróbica para anaeróbica
Biossíntese e ação do etileno:	Taxa de produção do etileno Ativação de hidrolases
Modificação na composição:	Pigmentos (síntese e degradação) Fonólicos (escurecimento enzimático) Componentes da parede celular (solubilização) Carboidratos (conversão de amido em açúcares e produção de energia química) Ácidos orgânicos (perda de acidez) Compostos voláteis (acúmulo de etanol, acetaldeído e etilacetato) Vitaminas (perda de vit. C e A)
Crescimento e desenvolvimento:	Divisão e expansão celulares Formação de periderme (lignificação)
Injúrias físicas:	Cura de ferimento (cicatrização) Escurecimento dos tecidos Estresses induzidos (CO_2 e C_2H_4)
Transpiração:	Perda d'água (murchamento) Abertura de estômatos/lenticelas Cura de ferimento
Desordens fisiológicas:	Injúrias pelo frio Escaldaduras Desordens induzidas pelo CO_2 ou C_2H_4 Deficiência de minerais
Desordens patológicas:	Suscetibilidade a patógenos Crescimento de fungos e bactérias

Dentre os principais fatores que devem ser considerados como estressantes e que podem causar modificações na composição e, conseqüentemente, na qualidade dos produtos hortícolas, salientam-se os seguintes:

6.1.1 INJÚRIAS MECÂNICAS

O conhecimento das respostas fisiológica dos vegetais aos ferimentos é importante para o entendimento dos processos que facilitam ou interferem no desenvolvimento de

microrganismo, uma vez que muitas doenças graves podem ser induzidas por patógenos que penetram através dos ferimentos.

Os danos físicos ou ferimentos causados aos tecidos modificam a atividade fisiológica promovendo respostas localizadas como divisão celular, aumento na taxa de respiração e na produção de etileno, o que torna produtos mais perecíveis.

O aumento na respiração e na produção de etileno pelos tecidos ocorre minutos após o corte, promovendo reações químicas e bioquímicas responsáveis pelas modificações da qualidade sensorial (cor, sabor, aroma e textura), bem como da nutricional, pela redução no teor vitamínico. Como o produto injuriado amadurece mais rapidamente, torna-se mais suscetível ao ataque de microrganismos, com redução da sua vida útil ou vida de prateleira. Quando maior a área da injúria, mais intensas são as respostas ao ferimento.

As respostas dos tecidos ao ferimento podem ser imediatas ou lentas. As imediatas ocorrem poucas horas após, com síntese de substâncias químicas de defesa tipo fenólicos, sesquiterpenos, glicoalcalóides, dentre outras, algumas com propriedades de antibióticos. São designados como “metabólitos de estresse” e podem reduzir a qualidade do produto modificando o sabor como é o caso das coumarinas em cenouras, ou ainda podem ser tóxicas, como os glicoalcalóides em batata. Os compostos fenólicos também atuam como substratos nas reações de escurecimento enzimático que depreciam a aparência do vegetal. As respostas lentas ocorrem horas ou dias após a injúria e correspondem à biossíntese de substância mais complexas como ceras, suberina e nos tecidos injuriados. Em alguns produtos como o aspargo, o corte dos tecidos pode resultar no acúmulo de lignina, com redução na maciez e na suculência. Em cenoura e beterraba há deposição de lignina na região do corte, formando uma camada superficial esbranquiçada, que prejudica a aparência.

6.1.2 DANOS FITOPATOLÓGICOS E ENTOMOLÓGICOS

O ataque de microrganismo também causa redução da qualidade e da vida de prateleira dos hortícolas, resultando em defeitos ou doença superficiais ou com destruição

dos tecidos, o que torna o produto menos atrativos ou não comercializável. Esses danos são particularmente indesejáveis em frutos e hortaliças destinados à exportação, onde se dá ênfase especial à qualidade visual do produto.

As bactérias são o fator causal mais comum nas hortaliças e os fungos patogênicos, na deterioração de frutos. Cada fruto ou hortaliça é suscetível a, pelo menos, uma doença pós-colheita, iniciada, em geral, na área do corte do pedúnculo. No início do processo de deterioração há aumento na produção de etileno, causando o amadurecimento prematuro dos produtos sadios que se encontram em contato com os infectados.

As infestações pós-colheita por insetos e roedores são de pequena importância nos produtos perecíveis; porém, a invasão interna ou externa dos tecidos por larvas que se desenvolvem a partir dos ovos postos antes da colheita, podem resultar em produtos de má aparência e com pouca aceitação.

6.1.3 TEMPERATURA

A temperatura no período de manuseio ou do armazenamento dos produtos hortícolas tem diferentes efeitos sobre a qualidade e a vida útil dos mesmos. Deve-se evitar a exposição ao calor ou frio excessivos, uma vez que promovem modificações no metabolismo normal, com efeitos extremamente prejudiciais.

As desordens por excesso de calor correspondem aos danos que ocorrem no produto quando o mesmo é submetido a temperaturas mais elevadas que a do ar. Podem ser decorrentes da exposição do vegetal ao sol, ao contato com superfícies aquecidas pelo sol (solo, recipientes, etc.), por tratamentos com uso de calor como a imersão em água aquecida (49 a 52°C), ou pela aplicação de vapor para erradicar infecções latentes ou incipientes e infestações por insetos.

A temperatura elevada ativa o metabolismo respiratório, o que, em geral, reduz o teor de açúcares com perda do “flavor”. O milho verde, por exemplo, perde cerca de 14% de seu teor de açúcares quando armazenado a 20°C por apenas 3 horas. Outros componentes químicos também podem ser reduzidos como a vitamina C em repolho, cujo conteúdo decresce 42% após quatro dias de armazenamento a 24°C. do mesmo modo,

muitos frutos apresentam perda da capacidade de amadurecimento quando armazenados sob temperaturas iguais ou superiores a 30°C. Os sintomas da injúria tornam-se aparentes apenas após a remoção dos produtos do ambiente de armazenamento para a comercialização. Os efeitos da temperatura elevada são mais danosos em produtos de coloração escura, os quais absorvem radiação de forma mais intensa que os de coloração clara. Produtos como inhame e batata doce quando expostos a temperaturas superiores a 40°C têm maior suscetibilidade às desordens fisiológicas e ao ataque de microrganismos.

O aumento da atividade respiratória pelo aquecimento também promove transpiração mais intensa (evapotranspiração) com perda d'água pelo produto e conseqüente murchamento, o que prejudica a aparência e a textura.

Por outro lado, alguns produtos de origem tropical ou subtropical estão sujeitos a transtornos metabólicos quando expostos a temperaturas inferiores a 10°C. As injúrias ou distúrbios pelo frio, também conhecidas como "chilling" provocam diferentes sintomas como lesões superficiais, ruptura dos tecidos com exudação da seiva celular, descoloração interna, textura lanosa ou farinácea, entre outros, que reduzem a qualidade e, conseqüentemente, a comercialização.

Também pode ocorrer falha no amadurecimento, aumento da senescência e da suscetibilidade a doenças, bem como modificações na composição, com perda do sabor e do aroma dos produtos. A sensibilidade ao "chilling" pode ser influenciada pelo estágio de desenvolvimento fisiológico e pelas condições de crescimento da cultura. A extensão da injúria é proporcional à temperatura e ao tempo de exposição.

6.1.4 UMIDADE RELATIVA

O armazenamento de frutos e hortaliças deve ser realizado em condições de umidade relativa elevada que minimizem a perda d'água pelos mesmos e que mantenham o turgor celular, porém, que não causem condensação, o que aumenta o crescimento de microrganismos na superfície desses produtos, com redução da qualidade. O teor de umidade, na maioria dos frutos e hortaliças, é superior a 90%. Se a umidade relativa do meio ambiente for baixa, a transpiração (água perdida pelo produto na forma de vapor) é

elevada; porém, a taxa de evaporação também depende da natureza do produto (tipo e estrutura da cutícula; tamanho e número de estômatos ou de lenticelas e relação entre a área superficial e o volume), e da temperatura. Em geral, frutos pequenos perdem água e massa com maior rapidez que os frutos, quando que os frutos, quando expostos às mesmas condições ambientais.

As perdas d'água entre 3 e 6% são suficientes para causar redução da qualidade como em hortaliças folhosas (3 a 4%). No repolho, perdas entre 5 a 6% já promoveram os primeiros sinais visíveis de amaciamento ou murchamento. Outros produtos como a cebola, mesmos perdendo 10% da umidade ainda são comercializáveis. Em condições de umidade relativa muito baixas, também podem ocorrer desordens fisiológicas, como em bananas que perdem a capacidade de amadurecer se mantidas sob umidade relativa igual ou inferior 25%. Os produtos vegetais, em geral, são armazenados sob refrigeração como umidade relativa ao ar entre 85 a 95%.

6.1.5 CONCENTRAÇÃO DE GASES NA ATMOSFERA

A modificação na composição do gases (O_2 e CO_2) realizada no armazenamento refrigerado pode causar perda da qualidade nos produtos hortícolas em decorrência do desenvolvimento de sintomas de distúrbios fisiológicos. Pode haver produção de necroses superficiais, amadurecimento irregular, desenvolvimento de sabores e odores estranhos, escurecimento dos tecidos e aumento da suscetibilidade a doenças.

Os mecanismos pelos quais essas desordens fisiológicas são induzidas ainda não estão totalmente esclarecidos; porém, as evidências demonstram que há acúmulo de níveis tóxicos a de metabólitos nos tecidos, como ácido succínico, etanol e acetaldeído, antes do aparecimento dos sintomas. As alterações no metabolismo respiratório tomam os tecidos incapazes de controlar esses fatores. Os sintomas específicos e a suscetibilidade variam com o grau de maturação, bem como entre cultivares ou numa mesma cultivar procedente de locais diferentes, quando produzida na mesma localidade.

Os sintomas se desenvolvem tanto pela ação de elevadas concentrações de CO_2 como por baixas concentrações de O_2 , bem como pela concentração de etileno produzido

por diferentes produtos quando armazenados em conjunto. Como exemplo de sintomas da desordens fisiológicas promovidas pela concentração de gases na atmosfera de armazenamento podem ser citados o escurecimento generalizado na superfície de aspargo, o escurecimento interno de repolho, manchas marrons em alface e a formação de cumarinas (sabor amargo) em cenouras, que depreciam a qualidade final desses produtos.

6.2 USO DO ETILENO

As respostas fisiológicas dos tecidos vegetais são usualmente iniciadas pelo aumento da produção autocatalítica de etileno numa etapa específica do crescimento ou desenvolvimento da planta ou de um órgão isolado da mesma. Essas respostas também podem ser iniciadas pela aplicação ou suplementação exógena de etileno antes do seu aumento autocatalítico no tecido. A aplicação exógena pode induzir o amadurecimento de vários tipos de frutos como banana, abacaxi, manga e tomate; o desverdecimento de frutos cítricos, o amadurecimento de pêssegos e pêras destinados ao processamento e portanto, ter influência nos atributos de qualidade desses produtos.

O processo de amadurecimento envolve muitas reações bioquímicas e transformações fisiológicas que podem ocorrer simultânea ou seqüencialmente, de modo independente ou associado. A aplicação de etileno pode afetar o conjunto ou apenas algumas dessas transformações fisiológicas, que têm reflexo nos atributos de qualidade do produto hortícola.

O efeito diferenciado do etileno sobre os vários atributos de qualidade dos produtos armazenados pode ser desejável ou não; porém, os mecanismos pelos quais ele desencadeia as respostas ou regula esses atributos ainda não são totalmente conhecidos. A sensibilidade ao etileno pode estar relacionada com a sua ligação aos sítios receptores, nas células, pela indução ou repressão de genes específicos ou ainda, pela modificação de proteínas pré-existentes nos tecidos.

O Ethephon (ácido 2 – cloetifosfônico), é um conjunto que libera o etileno após sua aplicação no tecido vegetal. Quando aplicado na fase de crescimento, induz a floração, abscisão de folhas e frutos e ativa o processo de amadurecimento. Em frutos, é utilizado

comercialmente, como ilustrado nos seguintes casos: na forma de pulverização, acelera a maturação de cultivares precoces de maçãs. No entanto, os frutos tratados não são adequados para o armazenamento a longo prazo. O etileno também acelera o amadurecimento e reduz o período de colheita de figos. Em algumas cultivares, acentua a pigmentação, por aumentar a concentração de antocianinas.

Deve-se, no entanto, atentar para alguns problemas decorrentes da aplicação do Ethephon, visando o amadurecimento ou a colheita precoce dos produtos. O seu efeito potencial sobre um determinado processo fisiológico depende de vários fatores, incluindo entre eles a concentração endógena de etileno, o estágio fisiológico do vegetal ou órgão e a temperatura, entre outros. É necessário o conhecimento das condições adequadas para a aplicação, visando evitar o desenvolvimento de desordens fisiológicas.

6.2.1 INDUÇÃO DO AMADURECIMENTO PÓS-COLHEITA E DESVERDECIMENTO DE FRUTOS CÍTRICOS

Usualmente são utilizadas concentrações elevadas de etileno (100 – 1000 ppm) para induzir o amadurecimento, notadamente dos frutos localizados no centro dos contentores ou dos “pallets” e para compensar a perda de etileno que ocorre nas câmaras de tratamento. Os níveis de CO₂ devem ser mantidos em torno de 4% (para evitar o seu efeito inibidor sobre o etileno) e os de O₂ abaixo de 2% (redução do processo respiratório) após o tratamento. Os frutos devem ser examinados após 24 horas e se o amadurecimento não foi atingido, repete-se o tratamento.

Algumas cultivares precoces usualmente tornam-se comestíveis quando a casca ainda está verde. O tratamento com etileno acelera a degradação da clorofila com aparecimento dos carotenóides, pigmentos de coloração amarela ou laranja.

As condições da câmara devem ser controladas, com concentração máxima de etileno igual a 5ppm, temperatura entre 28 e 29°C e umidade relativa entre 90 e 95%. É indispensável a ventilação da câmara com ar fresco após o tratamento, uma vez que elevadas concentrações de etileno reduzem o desverdecimento e promovem o aumento da incidência de doenças em frutos cítricos.

6.2.2 MODIFICAÇÕES NA TEXTURA E NA COLORAÇÃO

A perda da firmeza causada pela aplicação exógena de etileno é provavelmente decorrente da indução da atividade de enzimas hidrolíticas da parede celular. Pode haver acúmulo de etileno em algumas áreas específicas das câmaras de armazenamento, causando o amaciamento indesejável dos produtos. A faixa de temperatura ótima para indução de respostas fisiológicas ao etileno é entre 20 e 25°C; porém, o amaciamento dos tecidos pode ocorrer em temperaturas inferiores. Portanto, para manter a firmeza dos produtos, recomenda-se que a câmaras de armazenamento e os espaços de trânsito sejam livres de etileno.

Em alguns produtos como o aspargo, uma curta exposição ao etileno pode causar endurecimento, devido ao desenvolvimento de fibras e à modificação na distribuição das peroxidases que atuam no processo de lignificação dos tecidos.

A exposição dos tecidos vegetais ao etileno inicia ou acelera a hidrólise da clorofila pela ação da clorofilase, sendo a taxa de perda da coloração verde variável com o produto. Em bananas e frutos cítricos por exemplo, além da perda da clorofila ocorre também síntese de pigmentos carotenóides. O etileno também pode acelerar a biossíntese de pigmentos antocianinas, como ocorre em uvas.

6.7-USO DE BIOTECNOLOGIA NO MELHORAMENTO DA QUALIDADE

Os atributos de qualidade (cor, flavor, textura, valor nutricional) bem como o prolongamento da vida útil de frutos e hortaliças podem ser melhorados pelo uso da biotecnologia, particularmente pelo uso da engenharia genética. As perspectivas nesse campo são promissoras, porém o seu uso requer o entendimento detalhado dos mecanismos que interrelacionam a estrutura e a função dos tecidos ao nível molecular. Novas metodologias são necessárias para a introdução de genes nos tecidos vegetais visando a obtenção da expressão genética adequada e que produza a modificação na característica desejada, sem afetar outros atributos de qualidade.

A tecnologia antesense, por exemplo, é utilizada para controlar o nível endógeno de certas enzimas que têm papel decisivo sobre a qualidade. A eliminação de enzimas – chave em alguma áreas metabólicas tem como conseqüência a redução de alguns processos fisiológicos e esses benefícios, quando alcançados, podem acarretar aumento na vida útil do produto, melhorar o rendimento, a retenção de nutrientes, manter a integridade da textura ou da coloração, etc.

Dois grupos de pesquisadores conseguiram em 1998 produzir tomates com atividade de poligalacturonase grandemente reduzida. Esta enzima é uma das principais responsáveis pelo amolecimento dos tecidos. Eles também observaram que a produção de licopeno (pigmento vermelho do tomate, utilizado como índice de amadurecimento) não foi afetada.

Através da biotecnologia pode-se manipular, praticamente, qualquer enzima; no entanto, nem sempre se consegue obter o efeito desejado. Dessa forma, os fisiologistas pós-colheita podem utilizar os novos avanços da biologia molecular, continuando, porém, com as pesquisas na fisiologia e bioquímica tradicionais, que poderão servir de suporte para os novos avanços da engenharia genética.

BIBLIOGRAFIA

AMARO, A.A. Embalagens para frutos no mercado da capital de São Paulo. Agricultura em São Paulo. Boletim da Divisão de Economia Rural, São Paulo, 13(7/12): 1-14, Jul./Dez. 1966.

AKAMINE, E.K.; KITAGAWA, H.; SUBRAMANIAN, H. & LONG, P.G. Packing house operations. In: PANTASTICO, Er.B. Post harvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Wstport, Avi, 1975.p.267-82.

ARTES, F.; GINES-MARIN, J.; MARTINEZ, J. A. controlled atmosphere storage on the ascorbate content and quality of strawberries and persimons. Postharvest Technology; 10 (1) : 39-48, 1997.

AMERICAN PRESIDENT COMPANIES. A Handbook on Shipping Perishable Commodities. Oakland: APC, 1986. 31p.

ABELES, F.B. Biosynthesis and mechanism of action of ethylene. Annual Review of Plant Physiology, Palo Alto, 23: 259-92, 1972.

ARCHBOLD, D.D. & DENNIS, F.G.Jr. Quantification of tree ABA and free and conjugated IAA in strawberry achene and receptacle tissue during fruit development. Journal of the american Society for Horticultural Science, College Park, 109(3): 330-5, May 1984.

ASLAM, M. & KHAN, A.H. Basic physiology of fruits and vegetable. In: Post-harvest loss reduction in fruit & vegetables. Pakistan Academy of Science and Council of Scientific and Industrial Research, 1983. p. 7-13.

ASKAR, A. Quality changes during growing, postharvest treatments and storages practices. Fruit Processing; 8 (6) : 226, 228-231, 1998.

BAIRD, C. D.; GAFFNEY, J. J. TALBOT, M. T. Design Criteria for Efficient and Cost Effective forced Air Cooling System for Fruits and Vegetables ASHRAE Trans. Vol. 94, n. 1: 1434 – 1454. 1988.

BARTSCH, J. A.; BLNAPIED, G. D. REFRIGERATION AND Controlled Atmosphere Storage for Horticultural Crops. Cornell University N. S. Department of Agricultural Engineering and Pomology, 1984. 42p.

BIALE, J.B. & YOUNG, R.E. Bioquímica de la maduración de los frutos. Endeavour, Oxford, 21(83/84): 164-74, Oct. 1962.

BIALE, J.B. & YOUNG, R.E. Respiration and ripening in fruits. In: FRIEND, J. & RHODES, M.J.C. Recent advances in the biochemistry of fruits and vegetables. New York, Academic Press, 1981, p. 1-39

BURG, S.P. & BURG, E.A. Ethylene action and the ripening of fruits. Science, Washington, 148(3674): 1190-95, May, 1965.

BANGERTH, F. Hormonal and chemical preharvest treatments wich influence postharvest quality, maturation and storeability of fruit. New York, Plenum Press, 1983. p. 331 – 54. (NATO Advanced Study Institutes Series. Series A.).

BOURNE, M.C. Postharvest handling of fresh and dried tropical products. Food Technology, Chicago, 41(5): 120-2, May 1987.

BURTON, C.L. & SCHULTE-PASON, N.L. Carbon dioxide as a indicator of fruit impact damage, Hortscience, Alexandria, 22(2): 281-2, Apr. 1987.

BERG, L. Van den; LENTZ, C. L. High Umidity Storage of Vegetables and Fruits Hortscience. Alexandria, v. 13, n 5, p. 566-569, oct. 1978.

BRACKMAN, A. CHITARRA, A. B. Atmosfera controlada e atmosfera modificada. In: Simpósio de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas. Borem, F. M.; CHITARRA, A. B. (eds.). p. 133-169. Poços de Caldas, (MG), 1998.

BUCHANAN, A.; Tropical Fruits: The social, political and economics issues. P. 18-26. In: Chmp. B. R.; Highey, E. Johnson, G. I. (eds.). Postharvest handling of tropical fruits. Proc. Intl. Comf., Chiang Mai, Thailand, 19-23 July, 1993.

BANGERTH, F. Hormonal and chemical preharvest treatments wich influence postharvest quality, maturation and storeability of fruit. New York, Plenum Press, 1983. p. 331 – 54. (NATO Advanced Study Institutes Series. Series A.).

BOURNE, M.C. Postharvest handling of fresh and dried tropical products. Food Technology, Chicago, 41(5): 120-2, May 1987.

BURTON, C.L. & SCHULTE-PASON, N.L. Carbon dioxide as a indicator of fruit impact damage, Hortscience, Alexandria, 22(2): 281-2, Apr. 1987.

BLEINROTH, E.W. Colheita, embalagem, maturação e conservação da manga. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGEIRA. 1., Jaboticabal, 1980. Anais...Jaboticabal, UNESP, 1980.p. 149-163.

BURTON, C.C. & SCULTE-PASON, N.L. Carbon dioxide as na indicator of fruit impact damage. Hortscience, Alexandria, 22(2): 281-82, Apr. 1987.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio. Lavras: ESAOL/FAEPE, 1990. 293p.

CHACE, W.; PANTASTICO, Er. B. Distribution and utilization. Principles of transport and commercial transport utilization. In: PANTASTICO, Er. B. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport, Avi. 1975. 445-66 p.

COURSEY, D.G. Postharvest losses in perishable foods on the developing world. New York, Plenum Press, 1983. V.46.p485-514. (NATO Advanced Study Stitutes Series. Series A).

CHILDERS, N.F. Modern fruit science, Orchard and small fruit culture. Gainesville, Horticultural Publication, 1983.583p.

CHILDERS, N.F. Modern fruit science. Orchard and small fruit culture. Gainesville, Horticultural publication, 1983. 583p.

CHILDERS, N.F. Modern fruit science, Orchard and small fruit culture. Gainesville, Horticultural Publication, 1983.583p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças – fisiologia e manuseio, ESAL/FAEPE, Lavras – MG, 1990, 293p.

COURSEY, D.G. Postharvest losses in perishable foods on the developing world. New York, Plenum Press, 1983. V.46.p485-514. (NATO Advanced Study Stitutes Series. Series A).

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio. Lavras: ESAOL/FAEPE, 1990. 320p. Ilust..

DEVLIN, R.M. & WITHAM, F.H. Plant physiology, 4th ed. Boston, willard Grant Press, 1983, 577p.

DE SOUZA, S. M. A.; SOBRAL, P. J. A.; MENEGALLI, F. C. Desenvolvimento de filmes comestíveis à base de proteínas miofibrilares extraídas de carne bovina. In: WORKSHOP SOBRE BIOPOLÍMEROS, Pirassununga, 1997. Anais... Pirassununga, Faculdade de Zootecnia e engenharia de Alimentos da USP, 1997, p. 102-105.

FRANKEL, C. Role of oxidative metabolism in the regulation of fruit ripening . Colloques Internationaux du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 238: 201-9, Jan. 1975.

GONTARD, N. Active packaging. In: WORKSHOP SOBRE BIOPOLÍMEROS, Pirassununga, 1997. Anais... Pirassununga, Faculdade de Zootecnia e engenharia de Alimentos da USP, 1997, p. 23-27.

GARCIA, E.E.C. et al. Embalagem para goiaba, melão, manga. Publicações técnicas FRUPEX. 1996.

GRIERSON, D. senescence in fruit. Hotscience, Alexandra, 22 (5): 859-68, Oct., 1987.

GIMÉNEZ, M. Appropriate technology for the postharvest handling of agricultural. Products in Latin America. Idaho/PIP, 1983.23p.

GUILBERT, S.;GONTRD, N.; CUQ, B. Agro-materials: properties, technology, and food and non-food applications. In: WORKSHOP SOBRE BIOPOLÍMEROS, Pirassununga, 1997. Anais... Pirassununga, Faculdade de Zootecnia e engenharia de Alimentos da USP, 1997, p. 10-15.

GIMÉNEZ, M. Appropriate technology for the postharvest handling of agricultural. Products in Latin America. Idaho/PIP, 1983.23p.

HULME, A.C. The biochemistry of fruits and their products. London, Academic Press, 1971.v.2.620p.

HENIG, Y. S. Storage stability and quality of produce package in polymeric films. In: HAARD, N. F. & SALUNKHE, D. K. Postharvest biology and handling of fruits and vegetables. Westport, Avi, 1975. p. 144-152.

HARVEY, J.M. Reduction of losses in fresh market fruits and vegetables. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, 16: 321-41, 1978.

HARDENBURG, R.E. Principles of packing. I. General considerations. In: PANTASTICO, Er. B. Post harvest physiology, handling and utilization os tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport, Avi, 1975.p.283-301.

HARVEY, J.M. Optimum environments for the transport of fresh fruit and vegetables. Revue Internationale du Froid, 4(5): 293-8, Sept., 1981.

HOBSON, G.E. What factors are involved in the onset of ripening in climateric fruit? Current Advances in Plant Science, Oxford, 37 (1): 1-11, Jan. 1979.

HULME, A.C. The biochemistry of fruits and their products. London, Academic Press, v.1.1970. 620p.

HULME, A.C. The biochemistry of fruits and their products. London, Academic Press, 1971.v.2.620p.

HARDENBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist, and Nursery Stocks. Local: USDA, 1986, 130P. (Agricultural Handbook, 66).

HOLLAND, N.; CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Potential preservation of peach fruits cv. Biuti: effect of calcium and intermittent warming during cold storage under modified atmosphere. In: Minimal Processing of foods and process optimization – an interface. Ed. SINGH, R. P. & OLIVEIRA, F. A. R. Boca Raton, CRC Press. P. 467-473.

KASHMIRE, R.F. Influence of mechanical harvesting on quality of nonfruit vegetables. Hortscience, Alexandria, 18(4): 421-3, Aug. 1983.

KADER, A. A. A Summary of CA requirements and recommendations for fruits other than apples and pears. In: CA'97 – International Controlled Atmosphere Research Conference, VII. Davis, USA. V. 3, p. 1-34, 1997.

_____. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmosphere on fruits and vegetables. Food Technology, Chicago, v. 40, n. 5., p. 99-104, 1986.

KADER, A.A.; LYONS, J.M. & MORRINS, L.L. Postharvest responses of vegetables to pre-havest field temperatures. Hortscience, Alexandria, 9(6): 523-7, Dec. 1974.

KADER, A.A. Influence of harvesting methods on quality of deciduous tree fruits. Hortscience, Alexandria, 18(4): 409-11, Aug. 1983.

KROCHTA, J. M.; DE MULDERO-JOHNSTON, C. Edible and biodegradable polymer films: challengers and opportunities. Food Technology. Chicago, v. 51, n. 2, p. 61-74, 1997.

KADER, A. A. Modified Atmosphere and Low-pressure Systems During Transport and Storage. In: __ et alii, Postharvest Technology of Horticultural Crops. California: University of California, 1985. p. 59-64.

KADER, A.A.; LYONS, J.M. & MORRINS, L.L. Postharvest responses of vegetables to pre-harvest field temperatures. Hortscience, Alexandria, 9(6): 523-7, Dec. 1974.

KADER, A.A. Influence of harvesting methods on quality of deciduous tree fruits. Hortscience, Alexandria, 18(4): 409-11, Aug. 1983.

KASHMIRE, R.F. Transportation of horticultural commodities. In: KADER, A.A. et alii. Postharvest technology of horticultural crops. California, University of California, 1985. P. 104-110.

KSHURSAGAR, M.G. & MALLIK, S.K. Correlation between packaging and quality control of fruits and vegetables. Agricultural Marketing, New Record. Nagpur Directorate of Marketing and Inspection. Ministry of Rural Development, v.25.nº2. July 1982.p.27-30.

LOZANO, Y. Qualité, emballage et santé ou l'impact de la technologie sur la qualité alimentaire des fruits frais et transformés proposés au consommateur. Fruits, Paris, 38(6): 487-98, Juin. 1983.

LABUZA, T. P. An introduction to active packaging for foods. Food Technology, Chicago, v. 50, n. 4, p. 68-71, 1996.

LIEBERMAN, M. Biosynthesis and action of ethylene. Annual Review of Plant Physiology, Palo Alto, 30:533-91, 1979.

MELFORD, A.J. & PRAKASH, M.D. Postharvest changes in fruit cell wall. Advances in food research, New York, 30: 139-92, Jan. 1986

McHUGH, T. H.; KROCHTA, J. M. Milk-protein-based edible films and coating. Food Technology, Chicago, V. 48, n. 1, p. 97-103, 1994.

MARRIOT, J. & PROCTOR, F.J. Transportation and conservation of tropical fruits. Out-look on Agriculture, Bracknell, 9(2): 233-9, Feb. 1978.

Mc GRECOR, B.M. Tropical products transport handbook. Washington, United States Department of Agriculture, 1987.148p. (Agriculture Handbook, 668.).

MARTIN-PREVEL, P. Rôle des éléments minéraux chez les végétaux. Fruits, Paris, 33(7/8): 521-9, Juil. Août, 1978.

MITCHELL, F.G. Preparation for fresh market. I. fruits. In: KADER, A.A. et alii. Postharvet technology of horticultural crops. California, University of California, 1985.p.14-21.

MORRIS, J.R. Influence of mechanical harvesting on quality of samll fruits and grapes. Hortscinece, Alexandria, 18(4): 412-17, aug.1983.

MARTIN-PREVEL, P. Rôle des éléments minéraux chez les végétaux. Fruits, Paris, 33(7/8): 521-9, Juil. Août, 1978.

MITCHELL, F.G. Preparation for fresh market. I. fruits. In: KADER, A.A. et alii. Postharvet technology of horticultural crops. California, University of California, 1985.p.14-21.

MORRIS, J.R. Influence of mechanical harvesting on quality of samll fruits and grapes. Hortscinece, Alexandria, 18(4): 412-17, aug.1983.

MITCHELL, F.G. Packages for horticultural crops. In: KADER, A.A. et alii. Postharvest technology of horticultural crops. California, University of California, 1985.p.28-34.

MUÑOZ DELGADO, J. A. Conservación por el Frio de Productos Perecederos. Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, Valência, v. 22, n. 3, p. 305-323, mar./1982.

NEVES F°, L. C.;CORTEZ, L. A. B. Refrigeração de Produtos Vegetais. In: BOREM, F. M.; CHITARRA, A. B. (ed.) Armazenamento e processamento de Produtos Agrícolas. Lavras, UFLA/SBEA. 1988. P. 83-132.

NITSCHI, U.P. The physiology of fruit growth. Annual Review of Plant Physiology, Palo Alto, 4: 199-236, 1953.

NEW, J.H.; PROCTOR, F.J. & HEWITT, V.J. Packaging of horticultural produce exporting. Tropical Science, London, 20(1): 21-34, Jan. 1978.

OBRIEN, M. Burk handling methods. In: PANTASTICO, Er. B. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport, Avi, 1975. p.246-66, 1975.

PANTASTICO, Er. B. & BAUTISTA, O.K. Postharvest handling of tropical vegetable crops. Hortscience, Alexandria, 11(2): 122-24, Apr. 1976.

PICHLER, E. A embalagem de transporte no Brasil. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 17(4): 342-45, Out./Dez. 1983.

PATERSON, M.E. The role of ripening in the affairs of man. Hortscience, Alexandria, 5(1): 30-33, Feb. 1970.

PANTASTICO, Er. B. Preharvest factors affecting quality and physiology after harvest. In: PANTASTICO, Er. B. Post harvest physiology, handling and utilization of tropical and sub-tropical fruits and vegetables. Westport, Avi, 1975. p.25-40.

PANTASTICO, Er. B. & BAUTISTA, O.K. Postharvest handling of tropical vegetable crops. Hortscience, Alexandria, 11(2): 122-4, Apr. 1976.

PICHA, D.H. Weight loss in sweet potatoes during curing and storage: contribution of transpiration and respiration. Journal of the American Society for Horticultural Science, College Park, 111(6): 885-92, Jun. 1986. PANTASTICO, Er. B. Preharvest factors affecting quality and physiology after harvest. In: PANTASTICO, Er. B. Post harvest physiology, handling and utilization of tropical and sub-tropical fruits and vegetables. Westport, Avi, 1975. p.25-40.

PANTASTICO, Er. B. & BAUTISTA, O.K. Postharvest handling of tropical vegetable crops. Hortscience, Alexandria, 11(2): 122-4, Apr. 1976.

PICHA, D.H. Weight loss in sweet potatoes during curing and storage: contribution of transpiration and respiration. Journal of the American Society for Horticultural Science, College Park, 111(6): 885-92, Jun. 1986.

REID, M.S. Product maturation and maturity indices. In: KADER, A.A. et alii. Postharvest technology of horticultural crops. California, University of California, 1986.p.8-11.

RHODES, M.J.C. The climateric and ripening of fruits. In: HULME, A.C. The Biochemistry of fruit and their products. London, Academic Press, 1970, v.1,p. 521-33.

RICHARDSON, D. G.; KUPFERMAN, E. Controlled atmosphere storage of pears. In: CA'97 – International Controlled Atmosphere Research Conference, VII. Davis, USA. V. 3, p. 98-126, 1997.

RYALL, A.L. & LIPTON, W.J. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. 2.ed. Westport, Avipublishing, 1979. V.1, 578 p.

REUTHER, N. (ed.) The citrus industry. vol. III. Production Technology, Berkeley, University of California, 527 p.

REID, M.S. Product maturation and maturity indices. In: KADER, A.A. et alii. Postharvest technology of horticultural crops. California, University of California, 1986.p.8-11.

REUTHER, N. (ed.) The citrus industry. vol. III. Production Technology, Berkeley, University of California, 527 p.

SMITH, P.F. Citrus nutrition, In: CHILDERS, N.F. fruit nutrition temperate to tropical. New Jersey, Somerset, 1966.p.174-207

SMOCK, R.M. Environmental factors affecting ripening of fruits. Hortscience, Alexandria, 5(1): 37-38, Feb.1970.

STUDER, H.E. Influence of Mechanical harvesting on the quality of fruit vegetables. Hortscience, Alexandria, 18(4): 417-21, Aug.1983.

SALUNKHE, D.K. & WU, M.T. Developments in technology of storage and handling of fresh fruits and vegetables. CRC Critical Reviews in Food Technology, Boca Raton, 5(1): 15-54, Jan.1974

SMITH, P.F. Citrus nutrition, In: CHILDERS, N.F. fruit nutrition temperate to tropical. New Jersey, Somerset, 1966.p.174-207

SMOCK, R.M. Environmental factors affecting ripening of fruits. Hortscience, Alexandria, 5(1): 37-38, Feb.1970.

STUDER, H.E. Influence of Mechanical harvesting on the quality of fruit vegetables. Hortscience, Alexandria, 18(4): 417-21, Aug.1983.

SALUNKHE, D.K. & WU, M.T. Developments in technology of storage and handling of fresh fruits and vegetables. CRC Critical Review in Food Technology, Boca Raton, 5(1): 15-54, Apr. 1974.

STUDER, H.E. Influence of mechanical harvesting on the quality of fruit vegetables. Hortscience, Alexandria, 18(4): 417-21, Aug. 1983.

SALTVEIT, M. E. A summary of CA and MA Requirements and recommendatios for harvest vegetables. IN: CA'97 - International Controlled Atmosphere Research Conference, VII. Davis, USA. V. 3, p. 98-126, 1997.

SASS, P. Storage methods and technique, In: _____ Fruit storage. Budapest, Ed. Árpád Aranyosy, 1933. p. 129-212.

SILVA, J. M. Uso de atmosfera modificada no armazenamento do abacaxi Smooth Cayenne. Lavras: UFLA, 1997. 85p. (Dissertação de Mestrado em Fisiologia Vegetal).

SACHER, J.A. Senescence and posthavest Physiology. Annual Review of Plant Physiology. Palo Alto, 24: 197-224, 1973.

SALUNKHE, D.K. & WU, M.T. Developments in technology of storage and handling of fresh fruits and vegetables. CRC Critical Reviews in Food Technology, Boca Raton, 5(1): 15-54, Jan.1974

THOMPSON, J.F. Harvesting systems. In: KADER, A.A. et alii. Postharvest technology of horticultural crops. California, University of California, 1985.p.12-3.

TINDALL, H.D.; PROCTOR, F.J. Loss prevention of horticultural crops in the tropics. Progress in Food Nutrition and Science, Elmsford, 4(3/4): 25-35, Mar./Apr.1980.

TURNER, J.N. Pratical uses of gibberellins in agricultures and horticulture. Outlook in Agriculture, Bracknell, 7(1): 14-20, Jan.1972.

THOMPSON, J.F. Harvesting systems. In: KADER, A.A. et alii. Postharvest technology of horticultural crops. California, University of California, 1985.p.12-3.

TINDALL, H.D.; PROCTOR, F.J. Loss prevention of horticultural crops in the tropics. Progress in Food Nutrition and Science, Elmsford, 4(3/4): 25-35, Mar./Apr.1980.

TURNER, J.N. Pratical uses of gibberellins in agricultures and horticulture. Outlook in Agriculture, Bracknell, 7(1): 14-20, Jan.1972.

TROPICAL PRODUCTS INSTITUTE. Third course in post-harvest fruit vegetable and root crop technology, England, TPI, Packaging of perishable products, 1982. Pt. 1-4, 55 p.

VICENTINI, N. M.; CEREDA, M. P. Utilização de película de fécula de mandioca natural e modificada na conservação pós-colheita de frutos de pepino (*Cucumis stivus*, L.). In: WORKSHOP SOBRE BIOPOLÍMEROS, Pirassununga, 1997. Anais... Pirassununga, Faculdade de Zootecnia e engenharia de Alimentos da USP, 1997, p. 89-93.

WATADA, ^aE.; HERNER, E.C.; KADER, A.A.; ROMANI, R.J. & STABY, G.L. Terminology for the description of developmental stages of horticultural crops. Hortscience, Alexandria, 19(1): 20-21, Feb.1984.

WATADA, ^aE.; HERNER, E.C.; KADER, A.A.; ROMANI, R.J. & STABY, G.L. Terminology for the description of developmental stages of horticultural crops. Hortscience, Alexandria, 19(1): 20-21, Feb.1984.

WILEY, R. B. H. et al. Postharvest: an introduction to the phynologyand handling of fruit and vegetables. 3rd rev. ed. Oxford, 1989. 174p.

ZAGORY, D.; KADER, A. A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. Food Technology, Chicago, v. 42, n. 9, p. 70-71, 1988.

YANG, S.F. & HOFFMAN, N.E. Ethylene biossynthesis and its regulation in higher plants. Analls Applied Biology, London, 110: 153-161, Feb. 1987.

YOUNG, R.E.; ROMANI, R.J.& BIALE, J.B. Carbon dioxide effects on fruit respiration ll. The response of avocados, bananas, and lemons. Plant Physiology, Washington, 37(3): 416-22, May 1963.

CURRÍCULO RESUMIDO DOS INSTRUTORES

ADIMILSON BOSCO CHITARRA

-  GRADUADO EM AGRONOMIA PELA ESAL / 1968
-  MESTRADO USP/SÃO PAULO / 1973
-  DOUTORADO USP / 1979
-  PÓS-DOUTORADO INSTITUTO DE PRODUTOS TROPICAIS -
INGLATERRA / 1982
-  PÓS-DOUTORADO UNIVERSIDADE CALIFÓRNIA / 1987

RICARDO ELESBÃO ALVES

1. FORMAÇÃO

-  Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB - 1989).
-  Especialista em Citricultura pela Universidade Estadual Paulista (FCAV/UNESP - 1991).
-  MS em Agronomia - Fisiologia Vegetal pela Universidade Federal de Lavras (UFLA - 1993).
-  Doutor em Ciência dos Alimentos - Fisiologia Pós-Colheita pela Universidade Federal de Lavras (UFLA - 1999).
-  Membro da Comissão Organizadora e Comissão Científica do VII CBICCA - Congresso Brasileiro de Iniciação Científica em Ciências Agrárias - (1987).
-  Consultor da Empresa MAISA (Mossoró Agro-Industrial S.A.) em pós-colheita de acerola (1994).

✚ Consultor do FRUPEX (Programa de Apoio a Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais) do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, em Colheita e Pós-Colheita de Acerola - 1994.

✚ Professor de Botânica da Universidade Regional do Rio Grande do Norte (URRN - 1994).

✚ Coordenador do I Simpósio Brasileiro sobre Acerola - (1994).

✚ Membro do Comitê Técnico Interno-CTI e do Comitê de Publicações e Coordenador da Equipe de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical (95/96, 95/98 e 97/99, respectivamente).

✚ Coordenador do Simpósio Internacional Exigências Quarentenárias para Exportação de frutas Tropicais e Subtropicais (1999).

✚ INDICADORES DE PRODUÇÃO - ÚLTIMOS 05 ANOS (CNPq/LATTES - 09/2000):

- 19 artigos publicados em periódicos (17 completos e 02 resumos);
- 69 trabalhos em eventos (07 completos e 62 resumos);
- 11 livros e capítulos (09 capítulos e 02 livros);
- 62 produções técnicas;
- 06 orientações concluídas (05 co-orientações de M.Sc. e 01 de D.Sc.).

2. RECONHECIMENTOS/PRÊMIOS RECEBIDOS:

✚ Projeto Destaque 1998 na Área de Colheita/Extração, Pós-Colheita Transformação e Preservação de Produtos Agrícolas - Geração e adaptação de técnicas de manejo pré e/ou pós-colheita para frutas tropicais no Nordeste;

✚ Destaque pelos serviços prestados como Representante Regional da SBF-CE nas gestões 95/96 e 97/98;

✚ 1º Lugar no Prêmio Ulysses P. Hendrik da The American Pomological Society pelo artigo científico (co-autoria) Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Nut and Apple: A Review of Current Production and Handling Recommendations publicado no periódico The Fruits Varieties Journal, v.53, n.1, p.2-9, 1999.

3. ATIVIDADES ATUAIS:

-  Assessor da Chefia de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D),
-  Chefe de P&D Substituto (a partir de 2000)
-  Pesquisador em Pós-Colheita de Frutas Tropicais (acerola, anonáceas, caju, sapoti, Spondias, entre outras) da Embrapa Agroindústria Tropical (a partir de 1994).
-  Membro da Comissão Técnica do Programa 10 - Colheita/Extração, Pós-Colheita Transformação e Preservação de Produtos Agrícolas (a partir de 1997) da Embrapa.
-  Líder dos Projetos "Geração e adaptação de técnicas de manejo pré e/ou pós-colheita para frutas tropicais no Nordeste" e Processamento e pós-colheita de frutas tropicais exóticas com potencial para exportação.
-  Responsável pelo Laboratório de Pós-Colheita e Líder da Unidade de Negócios Tecnológicos em "Pós-Colheita" e da Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Agronegócios de "Frutas e Hortaliças com valor Agregado" da Embrapa Agroindústria Tropical.
-  Pesquisador 2C (Bolsista de Produtividade em Pesquisa - PQ) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Tamanho e forma CNPq).

MEMBRO DAS SOCIEDADES:

-  International Society for Horticultural Science (ISHS),
-  Interamerican Society for Tropical Horticulture (ISTH),
-  Sociedad Iberoamericana de Tecnología Postcosecha de Frutas y Verduras (SITEP)
-  Sociedade Brasileira de Fruticultura (SBF).
-  Representante Regional da SBF no Ceará e da SITEP no Brasil.
-  Coordenador do Comitê Técnico-Científico do XVI Congresso Brasileiro de Fruticultura (2000).

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura e do Abastecimento**

ABACAXI

Pós-Colheita

Neide Botrel Gonçalves
Organizadora

**Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia
Brasília - DF
2000**

Série Frutas do Brasil, 5

Copyright © 2000 Embrapa/MA

Exemplares desta publicação podem ser solicitados a:

Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia
SAIN Parque Rural - W/3 Norte (final)
Caixa Postal: 040315
CEP 70770-901 - Brasília-DF
Fone: (61) 448-4236
Fax: (61) 440-2753
vendas@spi.embrapa.br
www.spi.embrapa.br

Embrapa Agroindústria de Alimentos
Avenida das Américas, 293, Guaratiba
CEP 23020-470 - Rio de Janeiro-RJ
Fone: (21) 410-7421 ou 410-7501
Fax: (21) 410-1090 ou 410-1433
sac@ctaa.embrapa.br
www.ctaa.embrapa.br

CENAGRI

Esplanada dos Ministérios
Bloco D - Anexo B - Térreo
Caixa Postal: 02432
CEP 70849-970 - Brasília-DF
Fone: (61) 218-2615/2515/321-8360
Fax: (61) 225-2497
cenagri@agricultura.gov.br

Responsável pela edição: José Márcio de Moura Silva

Coordenação editorial: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia

Revisão, normalização bibliográfica e edição: Vitória Rodrigues

Planejamento gráfico e editoração: Marcelo Mancuso da Cunha

1ª edição

1ª impressão (2000): 3.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação do Copyright © (Lei nº.9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.

Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia.

Abacaxi. Pós-colheita / Neide Botrel Gonçalves; organizadora; Embrapa
Agroindústria de Alimentos (Rio de Janeiro, RJ). — Brasília: Embrapa
Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.
45p. ; (Frutas do Brasil ; 5).

Inclui bibliografia.
ISBN 85-7383-079-4

1. Abacaxi - Colheita. 2. Abacaxi - Pós-colheita. I. Gonçalves, Neide Botrel,
org. II. Embrapa Agroindústria Agroindústria de Alimentos (Rio de Janeiro, RJ).
III. Série.

CDD 634.774

© Embrapa 2000

AUTORES

Celeste Maria Patto de Abreu

Engenheira Agrônoma, D.Sc. em Ciência dos Alimentos, Professora da Universidade Federal de Lavras. Caixa Postal 37. Cep 37200-000. Lavras-MG.

E-mail: celeste@ufla.br.

Cicely Moitinho Amaral

Economista, Ph.D em Economia, Professor da FCA/USP e Pesquisador da FIPE. Av. Professor Luciano Gualberto, 908, Cidade Universitária. Cep 05406-000. São Paulo - SP

E-mail: amaral@usp.br

Domingo Haroldo Rudolfo Conrado Reinhardt

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Caixa Postal 007. Cep 44.380-000. Cruz das Almas-BA.

E-mail: dharoldo@cnpmf.embrapa.br

Neide Botrel Gonçalves

Engenheira Agrônoma, D.Sc. em Ciência dos Alimentos, Pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos. Av. das Américas, 29501. Cep 23020-470. Rio de Janeiro.

E-mail: nbotrel@ctaa.embrapa.br

Odilson L. Ribeiro e Silva

Engenheiro Agrônomo, Diretor-Substituto do Departamento de Defesa e Inspeção Vegetal. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Esplanada dos Ministérios, Anexo B, sala 307.

Cep 70043-900. Brasília - DF

E-mail: odilson@agricultura.gov.br

Vânia Déa de Carvalho

Engenheira Agrônoma, D.Sc. em Ciência dos Alimentos, Professora da Universidade Federal de Lavras. Caixa Postal 37. Cep 37200-000. Lavras-MG.

E-mail: vaniadea@ufla.br

APRESENTAÇÃO

Uma das características do Programa **Avança Brasil** é a de conduzir os empreendimentos do Estado, concretizando as metas que propiciem ganhos sociais e institucionais para as comunidades às quais se destinam. O trabalho é feito para que, ao final da implantação de uma infra-estrutura de produção, as comunidades envolvidas acrescentem, às obras de engenharia civil requeridas, o aprendizado em habilitação e organização, que lhes permita gerar emprego e renda, agregando valor aos bens e serviços produzidos.

O Ministério da Agricultura e do Abastecimento participa desse esforço, com o objetivo de qualificar nossas frutas para vencer as barreiras que lhes são impostas no comércio internacional. O zelo e a segurança alimentar que ajudam a compor um diagnóstico de qualidade com sanidade são itens muito importantes na competição com outros países produtores.

Essas preocupações orientaram a concepção e a implantação do Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais – FRUPEX. O Programa **Avança Brasil**, com esses mesmos fins, promove o empreendimento Inovação Tecnológica para a Fruticultura Irrigada no Semi-árido Nordeste.

Este Manual reúne conhecimentos técnicos necessários à colheita e pós-colheita do abacaxi. Tais conhecimentos foram reunidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa – em parceria com as demais instituições do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária, para dar melhores condições de trabalho ao setor produtivo, preocupado em alcançar padrões adequados para a exportação.

As orientações que se encontram neste Manual são o resultado da parceria entre o Estado e o setor produtivo. As grandes beneficiadas serão as comunidades para as quais as obras de engenharia também levarão ganhos sociais e institucionais incontestáveis.

Tirem todo o proveito possível desses conhecimentos.

Marcus Vinicius Pratini de Moraes

Ministro da Agricultura e do Abastecimento

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

INDICADORES DO MERCADO MUNDIAL DE ABACAXI	9
--	----------

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS DA FRUTA	13
Introdução	13
Cultivares	13
Coloração	14
Aparência	14
Maturação	16
Qualidade Interna	16
Influência de Fatores Pré-colheita	18
Plano de Revisão do Codex para o Padrão de Abacaxi – Codex Satn 182-183	23

CAPÍTULO 3

COLHEITA E BENEFICIAMENTO	28
Introdução	28
Determinação do Ponto de Colheita	28
Colheita	30
Seleção, Classificação e Outros Cuidados Pós-colheita	32
Métodos para Uniformizar a Maturação	35

CAPÍTULO 4

PROCEDIMENTOS BÁSICOS PARA A CERTIFICAÇÃO FITOSSANITÁRIA	38
---	-----------

CAPÍTULO 5

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO	40
Introdução	40
Manejo Pós-colheita	40
Distúrbio Fisiológico (Escurecimento Interno)	41
Transporte e Armazenamento	42
Embalagem	43
Rotulagem	43
Transporte	44

CAPÍTULO 6

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
---	-----------

1 INDICADORES DO MERCADO MUNDIAL DE ABACAXI

Cicely Moitinho Amaral

Questões que possam ajudar na identificação das vantagens comparativas do Brasil na produção e nos mercados existentes ou potenciais para frutas tropicais, em geral, são do interesse dos empresários agroindustriais, brasileiros e do exterior, agentes financeiros, agricultores e técnicos do governo. Nesse sentido, procura-se organizar esta síntese de informações sobre abacaxi, extraídas da pesquisa *Estudos sobre o Mercado de Frutas, FIPE/MA/IICA 1999*, focalizando as seguintes questões: a) quais os volumes físicos de produção envolvidos e qual é a distribuição mundial da produção; b) quais os volumes de comércio registrados pelos dados de valores exportados e qual a sua distribuição; c) quais os volumes de comércio refletidos nos valores importados e qual a sua distribuição; d) qual a participação nos mercados mundiais dos principais países.

A produção mundial de abacaxi está concentrada em poucos países. Dados da FAO de 1998 registram que apenas três países (Tailândia, Brasil e Filipinas) concentram 40% da produção e apenas 10 países são responsáveis por 74% da produção mundial. Desses, apenas a Nigéria mostra crescimento de sua produção inferior a 3% ao ano no longo prazo (Tabela 1).

No período que se estende de 1961 a 1996, o país que apresentou melhor desempenho na produção de abacaxi foi a Costa Rica, com um crescimento de 13,7% ao ano no volume de colheitas. Esse crescimento é ainda pouco significativo na oferta mundial em face da sua pequena participação na

produção mundial de abacaxi, que foi de 2,8% em 1998, colocando-a como principal país exportador.

A produção mundial de abacaxi atingiu 12,1 milhões de toneladas em 1998. Concentrada no Sudeste Asiático e nas Américas (64%), essa produção evoluiu bem nessa região (5,9% ano) no período de 1961/1996. Todavia essas duas regiões reduziram esse crescimento nos anos 90, declinando, em 1998, na maior parte dessas regiões. O Brasil destaca-se, de forma muito significativa, entre os melhores, registrando uma taxa de crescimento de 5,4% ao ano no longo prazo. Os Estados Unidos mostram desempenho ruim com uma trajetória decrescente da produção da ordem de -2,5% ao ano. A União Européia e Japão também apresentaram desempenho negativo, com taxas de crescimento de -1,6% e -2,5%, respectivamente. Apesar do mau desempenho em vários países, há registros de produção de abacaxi em todos os continentes. As condições naturais de microclimas apropriados favorecem as Américas e, particularmente o Brasil, como exportador dessa fruta tropical, embora não tenha figurado entre os dez principais exportadores em 1997.

A China mostra crescimento alto nas exportações, de 7,2% no período 1981/1990 e registra desempenho negativo de 13% nos anos 90. A China apresentou ainda crescimento da exportação, em 1998, de 76%. O Sudeste Asiático mostra comportamento irregular com crescimento de longo prazo de 5,8% ao ano, negativo de 4,9% na década de 60 e menos de 1% nos anos 90. O Sudeste Asiático apresentou declínio de 3,4% em 1998, crescendo a uma taxa de

Tabela 1. Indicadores do mercado mundial de abacaxi, 1997/98.

País	Produção, por país, 1998	Valor das Exportações, por país, US\$ 1,000.00 1997	Valor das Importações, por país, US\$ 1,000.00 1997
África do Sul	144.182	1.917	-
Alemanha	-	3.074	33.657
Arábia Saudita	-	-	1.903
Áustria	-	-	5.833
Bel-Lux	-	39.583	59.659
Brasil	1.806.837	3.938	-
Canadá	-	-	14.512
China	899.113	-	-
Colômbia	330.000	-	-
Côte d'Ivoire	26.056	65.000	-
Costa Rica	340.000	90.000	-
EUA	294.000	15.585	102.248
El Salvador	-	-	299
Equador	-	2.599	-
Espanha	-	4.010	21.353
Filipinas	1.638.000	27.189	-
França	-	59.753	95.146
Gana	-	10.715	-
Holanda	-	19.524	163.148
Honduras	-	5.645	-
Hong Kong	-	-	3.492
Índia	1.100.000	-	-
Indonésia	385.094	4.217	-
Itália	-	3.518	3.769
Japão	-	-	45.667
Malásia	163.000	1.800	-
México	300.000	4.596	-
Nigéria	800.000	-	-
Peru	125.542	-	-
Quênia	290.000	-	-
Reino Unido	-	-	25.137
República Dominicana	-	2.300	-
Rússia	-	-	4.400
Suíça	-	-	10.620
Tailândia	2.083.390	-	-
Venezuela	189.453	-	-
Mundo	12.831.644	373.940	524.238

5,9% ao ano, no período 1961/1996, de 1,9 no período 1991/1996 e, em 1998, caiu 12%. A Índia, com 9% da produção mundial em 1998, registrou uma taxa de crescimento de 5% ao ano no período 1961/1996, enquanto a Nigéria cresceu 1,5% no período 1961/1996.

O principal produtor mundial de abacaxi é a Tailândia que apresenta um dos melhores desempenhos na trajetória de crescimento de longo prazo. Durante o período 1961/1996, a taxa de crescimento da produção tailandesa atingiu 7,9% ao ano. Embora esse desempenho da Tailândia tenha sido fantástico para todo o período, foi grande a variabilidade nos vários subperíodos compreendidos no período maior. A produção cresceu à taxa de 37% ao ano, em 1970, e 1,9% ao ano na década de 80; estagnou de 1991 a 1996 e caiu 18,4% em 1998. A Tailândia não aparece entre os 10 maiores exportadores embora seja o maior produtor mundial, o que leva a crer que esse crescimento da oferta é praticamente absorvido pelo mercado interno.

O segundo maior produtor de abacaxi é o Brasil, que também aparece com um desempenho excepcional de longo prazo, mostrando um crescimento de 5,4% ao ano, todavia inferior àquele experimentado pela Tailândia. Como o Brasil também não aparece como grande exportador, infere-se que o crescimento de sua produção seja absorvido pelo seu mercado doméstico. Na seqüência, como terceiro maior produtor de abacaxi vêm as Filipinas, que experimentaram um crescimento de longo prazo de 7,8% ao ano, no período 1961/1996, mantendo bom desempenho em todo o período, exceto em 1998, quando apresentou o declínio de 9,1% na produção.

Aspectos que chamam a atenção, no mercado de abacaxi, dizem respeito à relação de comércio dos principais países produtores. Os maiores países exportadores não são, normalmente, os grandes países produtores. Estes produzem para os seus

próprios mercados. Observando a lista de maiores exportadores, nota-se que os dados parecem confirmar a dinâmica dos mercados de proximidade. Os maiores exportadores de abacaxi, Costa Rica e Côte d'Ivoire, fornecem para mercados vizinhos (Estados Unidos e Europa). O mesmo ocorre com outros grandes exportadores como França, Bel-Lux, Filipinas, Holanda e Honduras.

As tendências nas exportações de abacaxi, observadas nos vários países, são caracterizadas por enorme oscilação. O crescimento de longo prazo nas exportações dos 10 principais países exportadores varia entre -1,4% e 31%, anualmente, identificando uma situação de potencial para países, como o Brasil, com grande vantagem em termos de condições apropriadas para o cultivo dessa fruta. Deve-se considerar, todavia, a alta volatilidade das quantidades exportadas para esses mercados. A partir de 1990, as exportações das Filipinas, praticamente estagnaram contra um crescimento de 35,5% ao ano na década de 70. A exemplo do que se observou com a produção, os dados registram grande concentração nas exportações, com 78% do seu volume global sendo realizadas por apenas 5 países (Costa Rica, Côte d'Ivoire, Filipinas, França, Bel-Lux). Destes, as Filipinas apresentam desempenho muito pequeno.

O comércio de abacaxi é pequeno e chega a cerca de 7,7% da produção mundial. Da produção mundial, em 1997, de cerca de 12.8 milhões de toneladas, o volume de exportações atingiu apenas 930 mil toneladas. Todavia, verificando as tendências de crescimento das importações de longo prazo, nota-se que as taxas de crescimento no período 61/95 são muito altas, variando de 6,9% ao ano, no Reino Unido e Canadá, para 17,4% na Holanda. As importações de Bel-Lux cresceram a 17,8% ao ano no longo prazo, 61/95.

A demanda mundial, estimada com base no consumo aparente de abacaxi, a

partir de informações sistematizadas pela FAO para 1997, é de 12,8 milhões de toneladas métricas. Desse total, o consumo brasileiro é de 1,9 milhão, representando 14,0% do consumo mundial dessa fruta. Na Tabela 2, pode ser constatado que o consumo de abacaxi tem crescido mais intensamente no Brasil que a média mundial, haja vista que a participação brasileira na demanda global da fruta, praticamente, decuplicou nas últimas quatro décadas, quando ocorreu grande expansão do consumo mundial (3,6 no longo prazo). Apesar da ressalva de que o consumo efetivo da fruta *in natura* ou transformada é menor que o consumo aparente, devido às perdas no processo de comercialização e

consumo, a evolução dos consumos aparente e efetivo é similar.

Quanto à distribuição da demanda, o continente americano e o Sudeste Asiático dividem a liderança com participação conjunta de, aproximadamente, 64%. Como essas são duas importantes regiões produtoras e o fluxo de comércio da fruta é uma fração pequena da produção, grandes produtores, em geral, são também grandes consumidores. Além dos dois blocos comentados, a China, com um consumo de cerca de 1 milhão de toneladas, assume posição destacada entre os grandes consumidores.

Tabela 2. Consumo aparente de abacaxi por blocos de países, 1961/1997.

Regiões	1961	%	1970	%	1980	%	1997	%
Mundo	3.736.717	100,0	5.312.965	100,0	10.640.017	100,0	12.770.675	100,0
Américas	1.482.371	39,7	1.906.363	35,9	2.278.887	21,4	3.820.336	29,9
EUA	795.030	21,3	878.198	16,5	665.025	6,3	474.205	3,7
Canadá	3.871	0,1	3.292	0,1	10.180	0,1	24.089	0,2
México	157.726	4,2	240.251	4,5	580.856	5,5	281.766	2,2
União Européia	12.349	0,3	36.666	0,7	108.022	1,0	247.838	1,9
Europa Oriental	2.209	0,1	6.472	0,1	5.715	0,1	15.457	0,1
Países Árabes	74	0,0	439	0,0	1.529	0,0	4.780	0,0
Japão	34.165	0,9	102.585	1,9	161.213	1,5	111.088	0,9
China	209.547	5,6	360.856	6,8	292.467	2,7	915.951	7,2
Sudeste Asiático	890.650	23,8	1.061.567	20,0	5.324.993	50,0	4.393.038	34,4
Mercosul	189.517	5,1	320.207	6,0	410.109	3,9	1.850.149	14,5
Brasil	158.720	4,2	268.241	5,0	353.757	3,3	1.793.932	14,0
Paraguai	10.000	0,3	34.454	0,6	31.456	0,3	37.900	0,3
Uruguai	-	-	12	0,0	442	0,0	935	0,0
Argentina	20.797	0,6	17.500	0,3	24.454	0,2	17.382	0,1
África do Sul	150.005	4,0	163.657	3,1	218.303	2,1	139.940	1,1
Israel	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: FAOSTAT Statistics Database.

2 CARACTERÍSTICAS DA FRUTA

Neide Botrel Gonçalves
Vânia Déa de Carvalho

INTRODUÇÃO

Devido à sua excelente qualidade organoléptica, sua beleza e à existência da coroa, desde há muito o abacaxi faz jus ao cognome de rei dos frutos. É um autêntico produto de regiões tropicais e subtropicais, altamente consumido em todo o mundo, sobretudo sob a forma de compotas e sucos. Além disso, presta-se também para a fabricação de doces cristalizados, geléias, sorvetes, cremes, gelatinas e pudins.

A qualidade dos frutos é atribuída às suas características físicas externas (coloração da casca, tamanho e forma do fruto), e internas conferidas por um conjunto de constituintes físico-químicos e químicos da polpa, responsáveis pelo sabor, aroma e valor nutritivo.

A competitividade no mercado externo, e mesmo no mercado interno, impõe cada vez mais a oferta de frutos de maior qualidade, ou seja, que atendam aos padrões exigidos pelos consumidores, o que dependerá por sua vez da utilização da base de conhecimentos tecnológicos disponíveis, da organização do setor e do exercício de práticas comerciais, incluindo as de *marketing* para conquistar novos mercados. A oferta de frutos de qualidade adequada, homogênea e constante ao longo do tempo contribui de forma decisiva para o desenvolvimento e a manutenção do prestígio dos mercados-alvo. Os requisitos qualitativos do abacaxi, independentemente do mercado comprador, de forma obrigatória, devem atender aos padrões mínimos que envolvem as cultivares, tais como: coloração, aparência, qualidade interna etc.

CULTIVARES

As principais cultivares de abacaxi exploradas atualmente em todo o mundo são:

Smooth Cayenne (Cayenne), Singapore Spanish, Queen, Red Spanish (Espanhola Roja), Pérola e Perolera. No entanto, estima-se que 70% da produção mundial tenha como base a cultivar Smooth Cayenne. As cultivares Smooth Cayenne e Pérola lideram o mercado brasileiro. A primeira é bastante explorada, sobretudo no Triângulo Mineiro, uma das principais regiões produtoras de abacaxi do país. Já no Nordeste brasileiro a variedade Pérola é a preferida. O estado de Tocantins e o sul do Pará vêm, atualmente, também se destacando na abacaxicultura brasileira. Tocantins está cultivando Jupi com bastante aceitação no mercado consumidor pelo seu formato mais cilíndrico, polpa mais doce e amarelada que a Pérola. Já no Pará, a variedade preferida é a Pérola (Figura 1).

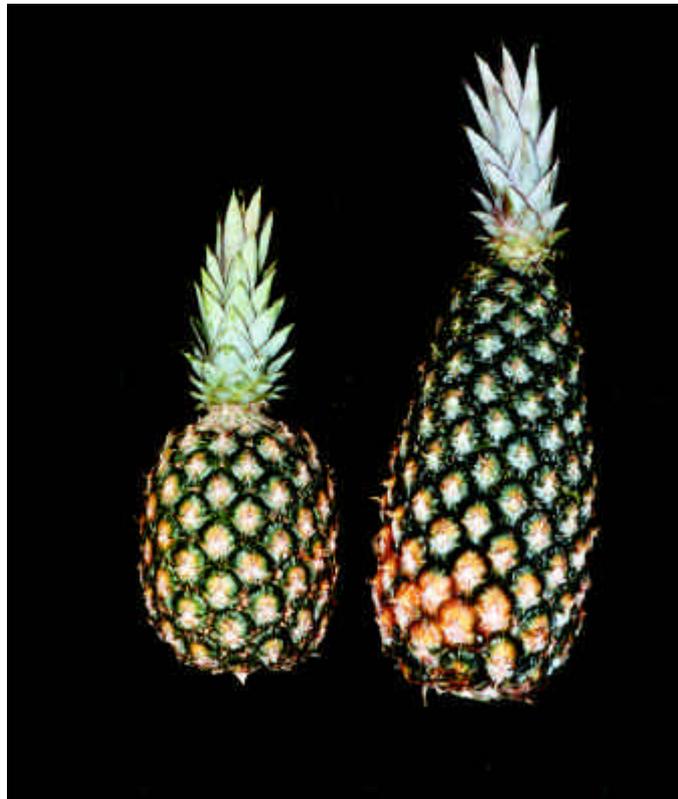


Figura 1. Frutos de Jupi e Pérola.

A cultivar Smooth Cayenne caracteriza-se por apresentar frutos normalmente com peso de 1.300 g a 2.500 g, geralmente de forma cilíndrica, polpa amarela, alta acidez e teores elevados de açúcares. A forma cilíndrica dos frutos propicia a essa cultivar maior preferência como matéria-prima industrial para o processamento de rodelas em calda, por ter maior rendimento (Figura 2). Os frutos da cultivar Pérola são, normalmente, menores, variando de 1.300 g a 1.800 g, têm formato cônico, polpa de coloração amarelo-clara, mais doce e menos ácida (Figura 1). Essa cultivar apresenta como desvantagem o fato de os frutos não terem aparência e amadurecimento uniformes. Tanto a forma cônica quanto a coloração amarelo-pálida da polpa limitam a utilização dos frutos dessa cultivar para propósitos



Figura 2. Fruto de Smooth Cayenne.

industriais. Entretanto, é bastante apreciada no Brasil e demais países do Mercosul para o consumo ao natural.

De modo geral, as características preconizadas em uma cultivar de abacaxizeiro são: boa produtividade; resistência ou tolerância às principais pragas e doenças e frutos de forma cilíndrica, com olhos grandes e achatados, coroa pequena a média, polpa firme amarela e pouco fibrosa, teor elevado de açúcar e acidez moderada.

COLORAÇÃO

A coloração do abacaxi varia de acordo com a cultivar e com outros fatores que podem exercer influência na sua maturação. As modificações na coloração dos frutos com a maturação se devem tanto a processos de síntese quanto aos degradativos.

A coloração do abacaxi refere-se à cor da casca e da polpa. A coloração da casca está estritamente relacionada com a maturação e com as condições climáticas durante o período de cultivo. Durante a maturação, há degradação da clorofila e, concomitantemente, aparecimento de carotenóides, antes mascarados pela presença da clorofila. Essas mudanças bioquímicas são um dos parâmetros indicadores do ponto de maturação para a colheita. Elas iniciam-se na base dos frutos, prosseguindo até o seu topo e refletindo-se na alteração da coloração da casca, passando de verde intenso a amarelo (Figura 3). Casos raros de inversão da maturação podem ser observados, conforme mostrado na Figura 4, na qual se verifica uma trinca interna que coincide com o ponto onde se divide a coloração da casca.

APARÊNCIA

A aparência dos frutos, relacionada com o formato, a casca, a coroa e o pedúnculo, é o primeiro fator responsável pela sua aceitação e pode ser um fator limitante à sua comercialização. A forma é

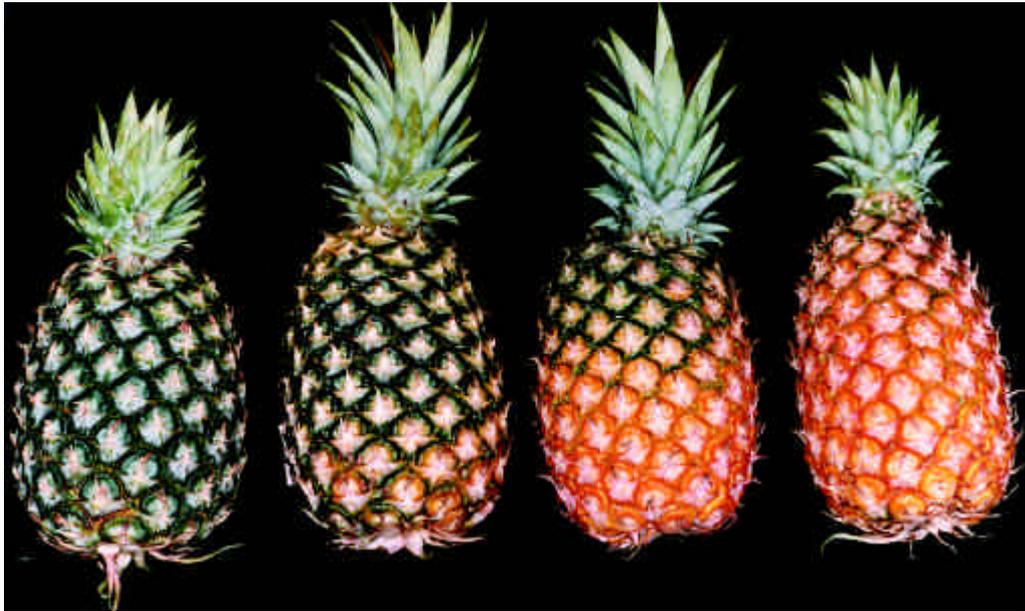


Figura 3. Coloração da casca da cultivar Smooth Cayenne em quatro estádios de maturação.

uma característica inerente à cultivar. Os frutos da cultivar Smooth Cayenne, conforme já mencionado, normalmente são cilíndricos (Figura 2), enquanto os da Pérola são cônicos (Figura 1). Os frutos não devem apresentar anormalidades tais como saliências e formato cônico excessivo. Devem estar limpos, isentos de injúrias de natureza mecânica, fisiológica e microbiana, destacando-se dentre essas as queimaduras do sol e as decorrentes de pulverizações, danificações provocadas por choques, insetos, roedores e doenças, tais como a fusariose; não devem, também, estar senescentes. Os olhos devem estar desenvolvidos e aderidos firmemente ao fruto.

As queimaduras de sol devem ser controladas, durante o cultivo, pela proteção dos frutos com papel ou capim. As deformações causadas por queimadura de sol provocam atrofia das partes afetadas, enquanto que as demais desenvolvem-se normalmente.

Cada fruto deve possuir apenas uma coroa, que deve apresentar cor característica (ausência de amarelecimento, queimaduras), estar eretamente posicionada e bem presa ao fruto. O comprimento da coroa é variável de acordo com a classe de frutos para exporta-

ção. As normas de qualidade de exportação para os Estados Unidos estabeleceram as classes US1 e Havaí I com as seguintes especificações de comprimento da coroa:

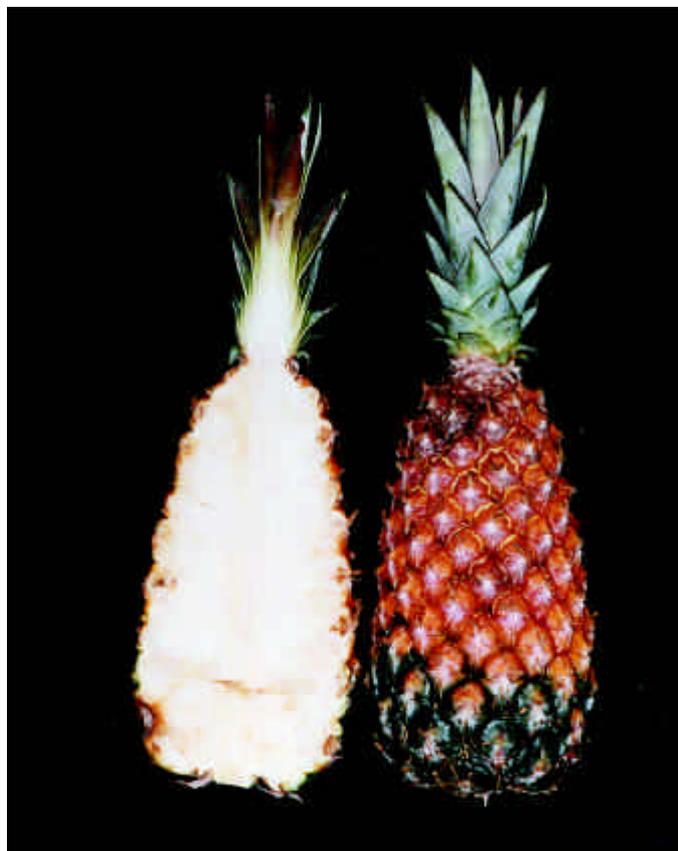


Figura 4. Inversão do processo de maturação.

US1 - o comprimento da coroa não deve ser menor que 4 polegadas (mais ou menos 9,2 cm) e nem maior que o dobro do comprimento do fruto. A coroa não deverá ter mais de cinco camadas, das quais só duas poderão ter de 2 a 3 polegadas de comprimento.

Havá I - quando o fruto apresentar uma coroa, seu comprimento pode ser até duas vezes o do fruto, enquanto que no caso de duas coroas, elas não deverão ter mais de uma e meia vezes o comprimento do fruto.

O pedúnculo deve estar isento de danos, particularmente de rachaduras, e não estar quebrado no interior da fruta. O comprimento do pedúnculo deve estar na faixa de 1 cm a 3 cm.

De acordo com o país importador, há variação do tamanho exigido para o pedúnculo; de acordo com as normas dos Estados Unidos, o comprimento não deverá ser superior a dois terços de polegada (1,9 cm).

O corte do pedúnculo e as áreas lesionadas pela retirada de folhas devem ser desinfetados com fungicidas permitidos pelos países importadores.

As cultivares mais comercializadas no Brasil (Smooth Cayenne e Pérola) apresentam tamanho e peso distintos, sendo os frutos da primeira mais pesados que os da segunda. Tanto o tamanho quanto o peso podem variar dentro de uma mesma cultivar e estão estreitamente relacionados com as condições climáticas e de cultivo durante o ciclo da cultura.

MATURAÇÃO

Durante o desenvolvimento dos frutos e, particularmente, na fase de maturação ocorrem alterações acentuadas nas suas características físicas e químicas, refletindo-se em modificações na coloração da casca e na composição química da polpa. Essas modificações conduzem os frutos ao ponto ideal de consumo, no qual atingem

valores ótimos de açúcares, ácidos voláteis e fixos, e ésteres, responsáveis pelo sabor e aroma característicos de fruto maduro. Há, também, alterações nos pigmentos (clorofila e carotenóides) relacionados com a coloração da casca e da polpa.

Ao aproximar-se da maturação, a coloração da casca passa de verde para bronzeada, os olhos mudam da forma pontiaguda para achatada, os espaços entre os olhos se estendem e adquirem uma coloração clara, e a casca apresenta-se lisa em comparação à da fruta menos madura.

É no final da maturação, ou seja, na fase do amadurecimento, que ocorrem as mudanças metabólicas mais importantes para a qualidade do fruto, como acréscimos acentuados nos valores de sólidos solúveis (°Brix), como consequência de aumento nos açúcares redutores e sacarose, conferindo ao fruto um sabor doce. Há, paralelamente, acréscimos em compostos voláteis ligados ao aroma. Os teores de ácidos aumentam inicialmente, atingindo um valor máximo e a seguir decrescem. A relação sólidos solúveis/acidez pode, em alguns casos, ser responsável pelo sabor. Aliás, deverá sempre haver um balanço adequado entre estes dois constituintes.

A velocidade e a intensidade dessas modificações metabólicas durante a maturação são variáveis. O ponto ideal de colheita depende do tipo de mercado a que se destina o fruto e será abordado em outro tópico deste manual.

QUALIDADE INTERNA

O sabor e o aroma característicos do abacaxi são atribuídos à presença e aos teores de diversos constituintes químicos, ressaltando entre eles os açúcares e os ácidos responsáveis pelo sabor, e compostos voláteis associados ao aroma. Os carotenóides são os responsáveis pela coloração amarela da polpa de algumas cultivares, particularmente a Smooth Cayenne, e as vitaminas e os minerais estão relaciona-

dos com o valor nutritivo, sobressaindo o ácido ascórbico (vitamina C) e o potássio.

Entre os componentes químicos do fruto, ressalta-se a presença de açúcares e de ácidos. Dos açúcares, sobressai a sacarose, com teores variando de 5,9% a 12,0%, o que representa, nos frutos maduros, 66% dos açúcares totais em média. Destacam-se, também, a glicose e a frutose, com valores nas faixas de 1,0% a 3,2% e 0,6% a 2,3%, respectivamente.

Os teores de açúcares normalmente representados pela porcentagem de sólidos solúveis ou °Brix são variáveis entre cultivares e em uma mesma cultivar. Esta variação pode também ocorrer entre porções da polpa. No fruto maduro a porção apical (topo) apresenta porcentagem de açúcar em torno de duas vezes a da porção basal. Quando se considera um mesmo nível de altura, a porção mediana distingue-se, com teores de açúcares superiores aos apresentados pelo cilindro central e à porção subepidérmica.

Para o mercado americano, no tipo de fruto Fancy (Extra), em 90% desses frutos, os teores de sólidos solúveis não devem ser inferiores a 12%. É aceitável até 10% de frutos com teores entre 11% e 12%.

Os principais ácidos responsáveis pela acidez são o cítrico e o málico, os quais contribuem respectivamente com 80% a 20% da acidez total. A acidez titulável total geralmente varia de 0,6% a 1,6% e é expressa como porcentagem de ácido cítrico, enquanto o pH da polpa se enquadra na faixa de 3,7 a 3,9.

A acidez também é variável entre cultivares e entre frutos de uma mesma cultivar, diferindo também entre secções de um mesmo fruto, devido a diversos fatores, dentre eles, o grau de maturação, os fatores climáticos e a nutrição mineral.

Como no caso dos açúcares, a acidez aumenta da base para o ápice. No decorrer da maturação e, em mesmo nível de altura

do fruto, é muito mais acentuada na região próxima à casca do que na do cilindro central.

Os teores de minerais dos frutos são muito dependentes de condições de solo e adubações. Entre os minerais sobressai o potássio, com valores médios de 141 mg/100 ml e 142 mg/100 ml. Os teores desse mineral são muito variáveis e estão na faixa de 11 mg/100ml a 330 mg/100 ml.

Os teores de vitaminas são muito baixos, salientando-se o ácido ascórbico, com teores médios de 17 mg/100 ml, cuja função é conferir ao fruto uma certa resistência ao distúrbio fisiológico denominado escurecimento interno, o qual pode se tornar sério problema quando o armazenamento é feito em baixas temperaturas. Na Figura 5, podem-se verificar frutos Pérola com escurecimento interno, armazenados a 7°C durante 15 dias e depois expostos à temperatura ambiente durante 7 dias.

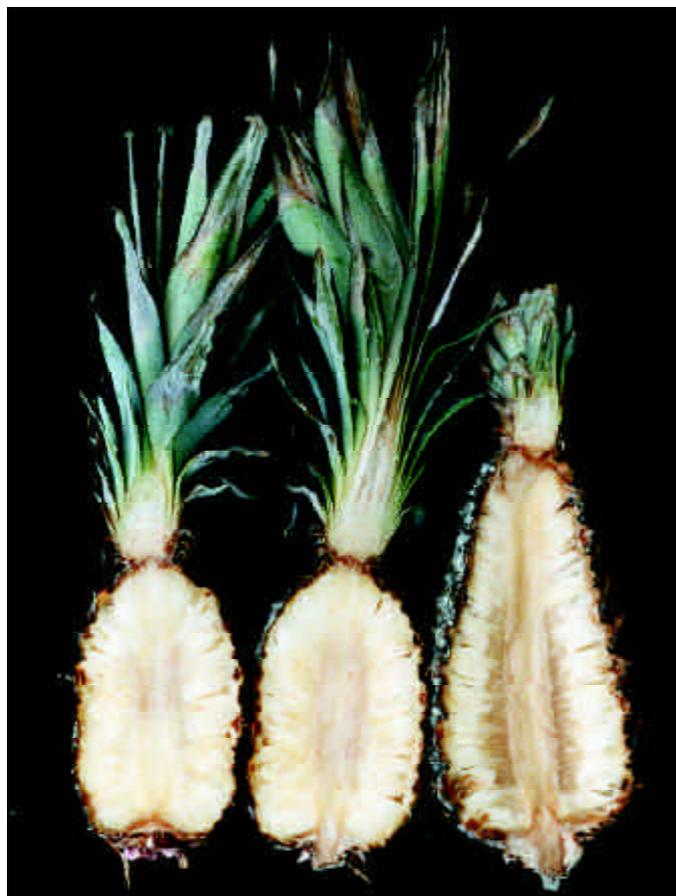


Figura 5. Escurecimento interno de frutos Pérola.

Tanto a aparência da polpa quanto as suas características de sabor e aroma podem ser severamente comprometidas pelo escurecimento interno, por infecções microbianas, sobretudo pela fusariose e pela podridão-do-pedúnculo (Figura 6).



Figura 6. Podridão do pedúnculo.

A presença dessas injúrias compromete a qualidade do fruto, portanto limita a sua comercialização. Além da depreciação da aparência, alterações físicas, físico-químicas e químicas podem ser constatadas. No caso da fusariose, foi verificado que frutos afetados apresentaram diminuições do peso total dos teores de acidez e de açúcares reductores e totais.

Um outro problema que surgiu recentemente, de natureza ainda desconhecida, é a “mancha-chocolate”, que está comprometendo a qualidade do abacaxi em algumas regiões produtoras e provocando sérios prejuízos. Os sintomas se caracterizam pelo escurecimento da polpa, conforme pode ser visto na Figura 7. O período crítico acontece de setembro a dezembro, coincidindo com o período chuvoso e as manchas se intensificam com a maturação

do fruto. Trabalhos estão sendo feitos pela Embrapa - CTAA em parceria com a UFLA, Emepa e com apoio de produtores de Tocantins, no sentido de se caracterizar melhor o proplema e de se iniciar trabalhos visando ao seu controle.



Figura 7. Sintomas na polpa de abacaxi atacado pela “mancha-chocolate” .

INFLUÊNCIA DE FATORES PRÉ-COLHEITA

A qualidade final do fruto depende em grande parte da tecnologia utilizada na pré-colheita, colheita e pós-colheita; porém, é necessário enfatizar que os métodos empregados nas duas últimas fases não melhoram a qualidade da fruta, mas retardam o processo de senescência, garantindo conservação mais apropriada e, conseqüentemente, oferecendo um tempo de comercialização mais prolongado.

Os principais fatores pré-colheita que podem exercer influência na qualidade do abacaxi são apresentados a seguir.

Nutrição mineral

O potássio, maior responsável pela qualidade do abacaxi, é também o nutriente mais exigido em termos de quantidade, seguido pelo nitrogênio, cálcio, magnésio, enxofre e fósforo. Os micronutrientes obedecem à seguinte ordem decrescente de exigência: ferro, manganês, zinco, boro, cobre e molibdênio.

Quando apresentam quantidades deficientes de nitrogênio, seus frutos são pequenos, deformados e muito doces, ao passo que o excesso desse elemento provoca,

sobretudo, a diminuição da acidez titulável e uma fragilidade da polpa, aumentando os riscos da anomalia verde-maduro (*jaune*), que se caracteriza por uma polpa amarela e translúcida, e a casca verde. A acentuada fragilidade da polpa torna-os impróprios para exportação. Também a época de aplicação e a forma disponível do elemento podem exercer influências sobre o fruto. Tem-se observado o alongamento do pedúnculo do abacaxi devido ao excesso de nitrogênio, o que acarreta o tombamento do fruto e a sua depreciação. A colocação do adubo nitrogenado logo após a diferenciação floral não surte efeito sobre a qualidade do fruto, mas quando aplicado nos dois meses seguintes, podem-se obter maior peso do fruto e diminuição da acidez, sobretudo, quando o suprimento do elemento na fase vegetativa foi insuficiente. Quanto à forma, os nitratos apresentam a tendência de diminuir a acidez e antecipar a colheita dos frutos.

O fósforo melhora a qualidade dos frutos, aumentando-lhes o teor de vitamina C, a firmeza da polpa e o seu tamanho. A deficiência de fósforo acarreta a formação de frutos pequenos, com coloração avermelhada ou arroxeadada. O excesso causa a diminuição dos açúcares e da acidez, com perda de sabor. Mas, como o fósforo intervém na assimilação do K, a aplicação dos adubos fosfatados em solos deficientes desse elemento proporciona efeito inverso ao citado.

O potássio aumenta o teor de sólidos solúveis totais e a acidez, aumentando, também, o peso médio e o diâmetro do fruto. O excesso de K acarreta a formação de frutos muito ácidos, com miolo muito desenvolvido, polpa pálida e enrijecida, enquanto que, na deficiência desse nutriente, a maturação do fruto é tardia e incompleta, ficando sua parte superior sem amadurecer.

Se por um lado, o aumento do nível de potássio na planta proporciona melhor sabor e aroma dos frutos, além de aumentar o diâmetro do pedúnculo, evitando, com isso, o tombamento; por outro lado, o rendimento em fatia é reduzido pelo aumento do eixo da inflorescência. Ocorrem ainda melhor coloração da casca e o

clareamento da polpa. Contudo, os efeitos mais surpreendentes desse elemento verificam-se sobre o estrato seco e na acidez do fruto, que aumenta com as doses crescentes de potássio.

O potássio eleva o teor de ácido ascórbico que reduz as quinonas produzidas pela oxidação enzimática, convertendo-se em ácido de hidroascórbico e atuando como inibidor da atividade da enzima polifenoloxidase, responsável pelo escurecimento interno da polpa. Esse escurecimento interno é um distúrbio fisiológico importante no abacaxi, induzido por baixas temperaturas, ocasionando depreciação do produto, sobretudo daquele destinado à exportação, tendo em vista a necessidade da frigoconservação. Os efeitos de fontes e níveis crescentes de potássio nos teores de acidez e ácido ascórbico dos frutos têm sido demonstrados por vários autores. Na Côte d'Ivoire, tem-se aplicado cloreto de potássio antes da indução floral, para minimizar o problema de escurecimento interno. Enfim, a ação do potássio e dos cátions sobre o rendimento converge para a melhoria da qualidade. Os níveis foliares de K devem sempre ser superiores ao nível crítico do rendimento para assegurar a qualidade do fruto no que diz respeito ao aroma, ao sabor, à resistência ao armazenamento e ao transporte. Entretanto, em condições climáticas quentes e úmidas, há necessidade de maiores cuidados sobre a nutrição potássica, em particular na relação com o N, para que sejam obtidos frutos de qualidade comercial. Nesse caso, a relação K/N na folha D no momento da indução floral deve ser pelo menos igual a 3. Em casos de carência desse elemento, os frutos apresentam-se pequenos, com baixo aroma e acidez.

O cálcio e o magnésio podem exercer influência sobre o aroma dos frutos. Também há relatos de que suprimentos adequados de cálcio podem diminuir a incidência da mancha-negra-do-fruto ou *tâches noires*, causada principalmente pelo patógeno *Penicillium funiculosum*, em razão da sua ação na resistência da parede celular. Na deficiência de cálcio, os frutos ficam com aparência

gelatinosa e com ausência de cor; além disso, a frutificação ocorre de forma prematura. As desordens fisiológicas também podem ser reduzidas com o aumento do teor de cálcio no fruto. O teor médio de cálcio no fruto é de 0,07% a 0,16%. A deficiência de magnésio tem um efeito depressivo bem nítido sobre o teor de açúcares na polpa. Porém, o suprimento de magnésio é mais importante sobre a coloração do fruto do que o de cálcio.

De acordo com relatos e trabalhos executados pelo Prof. Charles Robbs, fitopatologista de larga experiência, é importante para a resistência dos frutos à fusariose *Gibberella fujikuroi* var. *subglutinans*, verificar o equilíbrio nutricional da planta na época da formação do fruto. Para o abacaxi, por exemplo, é indispensável manter-se a relação $K_2O:MgO$ em torno de 7:1, o que permite uma boa resistência ao patógeno.

O enxofre é responsável pelo equilíbrio entre a acidez e os açúcares no fruto dando-lhe sabor. A deficiência desse elemento, além de prejudicar as propriedades gustativas,

faz os frutos ficarem pequenos, ocorrendo o amadurecimento do ápice para a base, o que deixa o fruto com um buraco central.

Entre os micronutrientes, os que exercem maior influência na frutificação do abacaxizeiro são o boro, o ferro e o zinco. Na deficiência de boro, os frutos ficam pequenos, com coroas múltiplas e acentuada separação dos frutinhos. Deficiência de ferro provoca a cor avermelhada do fruto, com coroa clorótica e possível adiantamento da maturação; excesso de ferro pode causar a translucidez da polpa. O pescoço-torto (*crookneck*), que é o curvamento da parte apical do fruto, aparece devido à deficiência combinada de cobre e cálcio em solos turfosos ou arenosos. A rachadura (*cracking*) aparece por causa da deficiência de boro ou aplicação de nitrogênio no final do período de formação do fruto.

Densidade de plantio

Aumentando-se a densidade de plantio, consegue-se aumentar o número de frutos produzidos por área cultivada, mas o tamanho diminui a partir de um certo limite, chegando a uma perda de peso de 70 g a 140 g



Figura 8. Área demonstrativa 53.000pl/ha.

por cada aumento de 10.000 plantas/ha no caso da cultivar Smooth Cayenne. É preciso, portanto, adequar a densidade de plantio à finalidade da cultura, mas mesmo quando o objetivo é a produção de frutos menores (por exemplo, abacaxis Smooth Cayenne com peso de 1 kg a 1,5 kg, para fins de exportação) pode-se aumentar a população de plantas, por meio da redução nos espaçamentos nas entrelinhas e entre as plantas na linha. A Figura 8 refere-se a uma área demonstrativa da Emater - Monte Alegre de Minas, onde se cultivou o equivalente a 53.000 plantas/ha de Smooth Cayenne apresentando uma produtividade de 75.000 kg/ha. Não é recomendado o uso de densidades superiores a 60.000 a 70.000 plantas por hectare (não se considerando as perdas com carreadores), pois aumentam muito a heterogeneidade do tamanho dos frutos, uma vez que existe maior concorrência entre as plantas, principalmente com relação à água, à luminosidade e aos nutrientes.

O aumento da densidade de plantas, muitas vezes, tende a alongar o pedúnculo do fruto, propiciando o seu tombamento, com conseqüente exposição aos raios solares. A maturação dos frutos é, habitualmente, retardada em altas densidades de plantio.

Condições climáticas

O clima reflete sobre a produção, tanto sob o aspecto quantitativo quanto qualitativo, e também na duração do período de maturação. Devido a diferenças climáticas, até dentro de uma mesma cultivar e sob idênticas condições de cultivo, o fruto pode apresentar grandes variações na sua composição química.

As condições climáticas durante o cultivo têm papel preponderante nos teores de açúcares. Frutos que iniciam seu desenvolvimento no final do verão, ou seja, quando a temperatura é elevada, tendem a ser de tamanho grande, porém com teores de sólidos solúveis baixos, uma vez que o amadurecimento ocorre durante o inverno. Ao contrário, quando o desenvolvimento dos frutos inicia-se no inverno, eles tendem a ser menores, pois a maturação ocorre na primavera e início do verão, mas como a

luminosidade é alta, há produção mais intensa de sólidos solúveis totais (açúcares).

Devem ser ressaltados também os seguintes fatores detrimenais aos sólidos solúveis dos frutos:

a) intensidade de luminosidade reduzida durante o inverno ou períodos nublados;

b) no caso de frutos muito grandes em relação ao tamanho das plantas ou da área foliar exposta, a planta terá menores teores de fotossintetizados, o que prejudicará a síntese de sólidos solúveis;

c) o sombreamento, entre as plantas ou por árvores, reduz a atividade fotossintética e, conseqüentemente, o teor de sólidos solúveis dos frutos;

d) plantas com alto suprimento de água tendem a produzir frutos com baixos teores de sólidos solúveis totais em decorrência do efeito da diluição.

Insolação direta elevada pode provocar queimaduras de maior ou menor gravidade: apenas uma descoloração da polpa ou até alteração grave que podem torná-la translúcida, e, às vezes, negra, além da deformação dos frutos, impossibilitando a sua comercialização (Figura 9).



Figura 9. Danos na casca causados por queimadura solar.

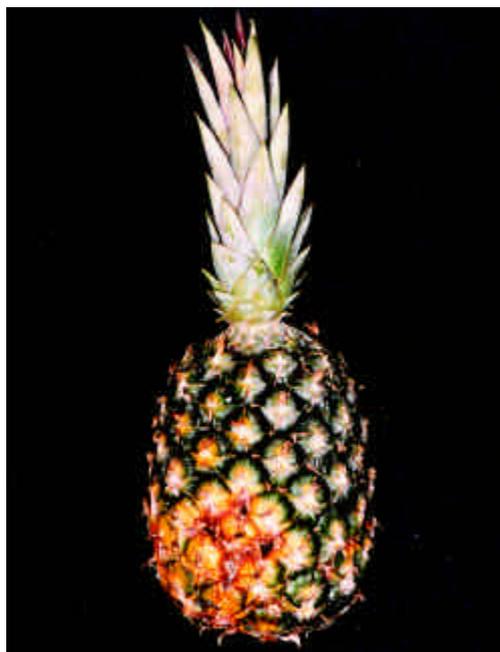


Figura 10. Trincas na casca causadas por oscilações climáticas.



Figura 11. Corte de um fruto Smooth Cayenne com fasciação.

Quando o déficit hídrico acentuado coincide com período de diferenciação floral, há diminuição do tamanho dos frutos e a polpa torna-se muito alveolada ou porosa (cheia de cavidades). Em contrapartida, chuvas em excesso também são prejudiciais à textura da polpa, fazendo com que os frutos fiquem mais vulneráveis ao ataque de doenças.

O aparecimento de trincas na casca dos frutos geralmente está relacionado com oscilações de temperatura, insolação e umidade, na época da maturação. Essas trincas constituem portas de entrada para pragas e doenças (Figura 10).

A anomalia denominada como fasciação (frutos com forma de leque e coroa múltipla) - muito comum na cultivar Smooth Cayenne - ocorre com mais intensidade quando a diferenciação floral coincide com horas mais quentes do dia. Esse tipo de fruto não é aceito no mercado, tendo em vista a sua aparência e o comprometimento da polpa pelo excessivo desenvolvimento do cilindro central, conforme pode ser visto na Figura 11.

Irrigação

O abacaxizeiro é uma planta de baixa taxa de transpiração, o que lhe confere alta eficiência no uso da água. No entanto, mesmo com essa particularidade, se a água disponível for limitada, há queda na produção, baixa qualidade e desuniformidade dos frutos.

A irrigação vem sendo utilizada na cultura do abacaxizeiro com bastante sucesso. Entre as vantagens apresentadas citam-se aumento da produção, frutos mais uniformes e colocação do produto no mercado nas épocas de menor oferta.

A irrigação pode ser aplicada à cultura do abacaxizeiro durante todo o seu ciclo, ressaltando-se que o período crítico está na fase da floração à colheita, uma vez que um déficit hídrico nessa ocasião pode acarretar quedas no peso que variam de 250 g/fruto a 300 g/fruto.

A irrigação bem manejada na fase de frutificação contribuirá para o aumento do peso médio dos frutos, tendo sido observados aumentos de 300 g/fruto a 700 g/fruto. É recomendável suspender as irrigações em torno de dez dias antes da colheita, para evitar queda dos sólidos solúveis totais.

A resposta da cultura do abacaxizeiro à água mostra que as alternâncias do regime hídrico são de alto risco e, provavelmente, comprometerão toda a produção, caso não haja irrigação suplementar. A homogeneidade da cultura após o fornecimento de água mostra uma influência notável nos rendimentos.

Resíduos de agrotóxicos

A segurança é o atributo de qualidade mais desejável nos alimentos, os quais devem estar livres de qualquer substância

química natural ou contaminante, que pode comprometer a saúde do consumidor. A atual tendência da preferência do consumidor por produtos orgânicos leva à maior redução do uso de defensivos agrícolas. O mercado internacional está monitorando cada vez mais os níveis de resíduos de defensivos agrícolas e, se não for adotado um sistema integrado de controle de pragas e doenças, isso pode tornar-se uma séria barreira comercial para a exportação de nossas frutas, o que poderá também ocorrer no mercado interno, em decorrência das divulgações feitas pelos principais meios de comunicação à população, pelo uso indiscriminado de defensivos nos pomares frutícolas.

Uma avaliação dos níveis residuais de agrotóxicos capaz de fornecer dados sobre os contaminantes no produto constitui uma ferramenta extremamente importante para referenciar os produtores quanto às boas práticas agrícolas e aos níveis de agroquímicos permitidos. Isto permitirá que medidas preventivas e de controle possam ser adotadas antes que resíduos desses contaminantes químicos afetem o meio ambiente e a saúde da população ou causem graves perdas econômicas. Atualmente, porém, o número de laboratórios capacitados para este fim no Brasil é ainda insuficiente, demonstrando a importância de concentrarem esforços na pesquisa a fim de subsidiar esses tipos de informações.

Na Tabela 3 estão apresentados os produtos químicos mundialmente utilizados no abacaxizeiro e os níveis máximos

para os resíduos (LMRs) permitidos pelo Codex Alimentarius.

Os produtos cujos tramites estão com CLX (Limites Máximos do Codex) indicam que neles já estão definidos os LMRs (Limites Máximos de Resíduos) respectivos.

É importante salientar que a comercialização, o uso e a distribuição do heptacloro, que faz parte do grupo de organoclorados, considerados comprovadamente de alta persistência e/ou periculosidade, foram proibidos em todo o território nacional, por meio do Decreto n.º 24.114 de 12 de abril de 1934, entrando em vigor na data da publicação da Portaria de n.º 329 de 2 de setembro de 1985.

As normas internacionais de frutas e hortaliças frescas são definidas pelo Comitê do Codex Alimentarius referente às Frutas e Hortaliças Frescas, criado pela Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE), sediado no México e composto por membros de países importadores e exportadores desses produtos. Para o abacaxi, a última proposta apresentada por esse comitê, com participação de representante do Brasil, foi a seguinte:

PLANO DE REVISÃO DO CODEX PARA O PADRÃO DE ABACAXI – CODEX SATN 182-183

Definição do Produto

Esse padrão deve ser aplicado em variedades comerciais de abacaxi (*Ananas*

Tabela 3. Limites Máximos de Resíduos (LMR) de pesticidas em abacaxi conforme Codex Alimentarius

Nome técnico	Nome comercial	LMR(mg/kg)	Trâmite
Carbendazim	Derosol, Delsene, Bom-carbazol 200pw	5	3
Dissulfoton	Disyston, Tiodemeton, Solvirex	0,1	CXL
Fenamifos	Nemacur	0,05	CXL
Metomil	Lannate	0,2	CXL
Etefon(Ethefhon)	Ethrel, Prep., Cerone	1	6
Guazatine	Panoctine	0,1	CXL
Oxamil	Thiomy, Vydate	1	CXL
Triadimefon	Bayleton	2	CXL
Ethoprofos	Mocap, Fenix	0,02	CXL
Triadimenol	Baytan, Bayfidan	1	CXL
Heptacloro	-	0,01	CXL

comosus L.) da família Bromeliaceae, de forma a dar suporte ao consumo e à comercialização dos produtos frescos, ou seja, produtos *in natura* embalados. Estão excluídos os produtos destinados ao processamento.

Qualidade

Requerimentos mínimos

Os abacaxis frescos devem ter, em todas as classes e em cada classe específica, as seguintes especificações:

- inteiros, com ou sem coroa;
- frescos, incluindo a coroa, quando presente, a qual deve estar isenta de folhas murchas ou secas;
- produtos sadios; produtos afetados por podridões e deterioração microbiana, que não estão adequados ao consumo, devem ser excluídos;
- limpos, praticamente isentos de matérias estranhas;
- livres de injúrias causadas por insetos e roedores;
- isentos de manchas e sujeiras pronunciadas;
- livres de injúrias causadas por baixa e/ou alta temperatura;
- isentas de umidade externa anormal, excluindo a condensação proveniente da retirada do produto do armazenamento refrigerado;
- isentos de quaisquer odor e/ou sabor estranhos.

Quando o pedúnculo estiver presente no fruto, este deve ter no máximo dois centímetros e deve estar cortado transversalmente em linha reta e limpo.

O fruto deve estar fisiologicamente amadurecido de forma homogênea (sem opacidade, com sabor agradável e não excedendo em porosidade, e sem estar supermaduro ou em estado de senescência).

Os abacaxis devem ser colhidos de forma cuidadosa e ter alcançado o grau de

desenvolvimento e maturação de acordo com os critérios próprios para a variedade e/ou tipo comercial e para a área em que eles foram produzidos.

O desenvolvimento e a condição dos abacaxis devem permitir:

- o transporte e o manuseio;
- chegada satisfatória ao mercado destino.

Quanto à maturidade o conteúdo de sólidos solúveis no fruto fresco deve ser de pelo menos doze (12)°Brix. Para determinação do grau Brix uma amostra representativa do suco de todos os frutos deve ser tomada.

Classificação

Os frutos de abacaxi são classificados nas três classes definidas a seguir:

Extraclasse

Os frutos nesta classe devem ter uma qualidade superior, apresentando as características da variedade e/ou tipo comercial.

Devem estar isentos de defeitos, com exceção daqueles que não comprometam a aparência geral do produto, nem a qualidade e apresentação quando embalado.

Quando presente no fruto, a coroa deverá ser única, ereta e de tamanho entre 50% e 150% do comprimento dos frutos com a coroa intacta.

Classe I

Os frutos desta classe devem ter uma boa qualidade e apresentar as características da variedade e/ou tipo comercial mais evidenciadas nesse particular.

São permitidos leves defeitos nos frutos, entretanto não devem afetar a sua aparência geral, a qualidade e a apresentação da embalagem. Assim, são permitidos:

- pequenos defeitos na cor, incluindo pontos ou manchas provocados pelo sol;
- pequenos defeitos na casca (arranhões, cortes, riscos e manchas) desde que

Tabela 4. Código do tamanho do fruto em função do seu peso com ou sem coroa.

Código do Tamanho	Média de Peso ($\pm 12\%$)	
	Com coroa (g)	Sem coroa (g)
A	2.750	2.280
B	2.300	1.910
C	1.900	1.580
D	1.600	1.330
E	1.400	1.160
F	1.200	1.000
G	1.000	830
H	800	660

não excedam a 4% do total da superfície da área do fruto.

Os defeitos não devem, de nenhuma forma, afetar a polpa do fruto. Quando a coroa estiver presente no fruto, ela deverá ser única, ereta ou ligeiramente curva sem brotações laterais e de tamanho entre 50% e 150% do comprimento dos frutos.

Classe II

Nesta classe estão incluídos os frutos que não se enquadraram nas classes anteriores, mas que satisfazem os requisitos mínimos especificados na extraclasse, já citada.

Os defeitos permitidos nos frutos do abacaxi não devem afetar as suas características originais, mantendo a qualidade e a sua apresentação. São permitidos os seguintes defeitos:

- defeitos no formato;
- defeitos na coloração, incluindo manchas solares;
- defeitos na casca (arranhões, cortes, riscos e manchas), não excedendo a 8% do total da superfície da área.

Os defeitos não devem, em nenhum dos casos, afetar a polpa do fruto. A coroa, se presente, única ou dupla, deve apresentar-se em linha reta ou levemente curva e livre de brotações laterais.

Tamanho

O tamanho é determinado pela média do peso do fruto com um mínimo de 700 g,

exceto para os de tamanhos menores, tais como os das variedades Victoria e Queens, que devem ter um mínimo de 400 g, de acordo com a Tabela 4 a seguir:

Tolerâncias

No que se refere à qualidade e ao tamanho do abacaxi, será feita, em cada lote, uma inspeção para avaliar se os requisitos satisfazem à classe indicada.

Tolerância qualitativa

Extraclasse

Cinco por cento (5%), em número ou em peso, de abacaxis com problemas de qualidade não satisfazem a esta classe, indicando que os frutos estão mais próximos da Classe I.

Classe I

Dez por cento do número ou peso dos abacaxis não atendem ao requerimento desta classe, devendo ser classificados na Classe II.

Classe II

Dez por cento do número ou peso dos abacaxis não satisfazem a nenhum dos requerimentos desta classe, nem às exigências mínimas, com exceção de podridões e deteriorações, que indicam uma inadequação ao consumo.

Tolerâncias de tamanho

É aceita, para todas as classes, uma tolerância de tamanho da ordem de até

10%, em relação ao número ou ao peso dos frutos, correspondendo ao tamanho imediatamente abaixo ou acima da classe indicada para a embalagem.

Apresentação

Uniformidade

O conteúdo de cada embalagem deve ser uniforme, conter somente abacaxis da mesma procedência, variedade e/ou tipo comercial, qualidade e tamanho. Para a classe extra, a cor e a maturação devem ser uniformes. A parte visível do conteúdo da embalagem deve ser representativa do total.

Embalagem

Os abacaxis devem ser embalados de maneira que fiquem bem protegidos.

O material usado no interior das embalagens deve ser novo, limpo e com qualidade suficiente para evitar qualquer injúria externa ou interna no produto. O uso de materiais, particularmente, papéis ou selos com especificações de comércio será permitido somente se forem usadas tinta ou cola não tóxicas.

Os abacaxis devem ser embalados em cada contêiner de acordo com o Código de Práticas para Embalagens e Transporte para Frutos e Vegetais Frescos (CAC/RCP 44-1995).

Descrição dos containers

O contêiner de transporte deve estar higienizado, conter ventilação adequada e resistência que permita o manuseio e o transporte sem causar danos ao produto. As embalagens devem estar livres de qualquer matéria e odores estranhos.

Rotulagem

Embalagens para consumidores

Devem ser usadas as seguintes especificações, para produtos frescos pré-embalados, contidas no General Standard for Labelling of Prepackaged Food (CODEX STAN 1-1985. Ver. 1-1991).

Natureza do produto

Caso o produto não esteja visível pelo lado de fora da embalagem, cada uma deve ser rotulada com o nome do produto e da variedade. A ausência da coroa deve ser indicada.

Contêineres de atacado

Cada embalagem deve conter no rótulo todas as indicações, em letras agrupadas do mesmo lado, legíveis e indelévels, e visíveis pelo lado de fora da embalagem, ou em documentos que acompanhem o carregamento.

Identificação

Nome e endereço do exportador, embalador e/ou despachante. O código de identificação é opcional.

Natureza do produto

Nome do produto, caso o conteúdo da embalagem não seja visível pelo lado de fora. Nome da variedade ou tipo comercial (opcional).

Origem do produto

País de origem e, opcionalmente, descrever o nome da região ou local de cultivo.

Identificação comercial

- classe;
- tamanho (código do tamanho ou média do peso em gramas);
- número de unidades (opcional);
- peso líquido (opcional).

Nota de Inspeção Oficial

Opcional

Contaminantes

Metais pesados

Os abacaxis devem estar de acordo com os valores de metais pesados máximos estabelecidos no Codex Alimentarius Commission.

Resíduos de pesticidas

Os abacaxis devem estar de acordo com os valores de resíduos de pesticidas

máximos estabelecidos no Codex Alimentarius Commission.

Higiene

É recomendável que o produto adequado a este padrão seja preparado e manuseado de acordo com o Recommended International Code of Practice – General Principles of Food Hygiene (CAC/RCP 1-1969, Ver. 3-1997) e o Codes of Hygienic Practice and Codes of Practice.

O produto deve estar de acordo com

os critérios microbiológicos estabelecidos no Principles for the Establishment and Application of Microbiological Criteria for Foods (CAC/GL 21-1997).

Para aumentar ao máximo a vida útil do produto manuseado e embalado, este deve estar isento de matérias estranhas.

Quando avaliado por métodos de amostragem e análises, o produto deve estar livre de microrganismos, de parasitas ou qualquer outra substância em quantidades que possam representar problemas de saúde.

3 COLHEITA E BENEFICIAMENTO

INTRODUÇÃO

As atividades de colheita abrangem desde os cuidados imediatamente anteriores à colheita (pré-colheita), determinação do ponto de colheita, decisão de colheita e transporte do campo até o ponto de acondicionamento (*packinghouse*), onde são aplicados os cuidados para selecionar, tratar e acondicionar os frutos frescos com a qualidade adequada, antes do seu encaminhamento para os pontos de comercialização.

DETERMINAÇÃO DO PONTO DE COLHEITA

É muito importante que se conheça o ponto de colheita mais adequado das frutas em geral e do abacaxi em especial, pois isto influirá decisivamente na qualidade organoléptica do produto e na sua aceitação pelo consumidor ou pela indústria.

O abacaxi pertence aos frutos não climatéricos, isto é, não atinge pico de respiração e amadurecimento após a colheita, devendo ser colhido no seu completo desenvolvimento fisiológico para que chegue em boas condições ao consumidor. O fruto não deve ser colhido demasiado verde, pois, nestas condições, possui pouca ou quase nenhuma reserva amilácea e não amadurece. Uma vez separado do pé, a maturação do fruto não tem continuidade e, conseqüentemente, sua qualidade será imprópria para o consumo.

Os frutos de abacaxi devem ser colhidos em estágios de maturação diferentes, conforme o seu destino e a distância do mercado consumidor. Quando o fruto se destina à indústria, sobretudo quando localizada a distância relativamente curta, ele deve ser colhido mais maduro (em geral, com casca mais amarela que verde), tendo

Domingo Haroldo Rudolfo Conrado Reinhardt

teor de sólidos solúveis totais mais elevado e maior conteúdo de suco.

Os frutos que serão colocados nos mercados *in natura* devem ser colhidos mais cedo, em geral quando estejam ainda de vez, a fim de chegarem em boas condições ao consumidor, após vários dias de transporte. Frutos de vez têm as seguintes características: espaços entre frutinhos (olhos) se estendendo e adquirindo cor verde-clara, ou mesmo apresentando o surgimento dos primeiros sinais de amarelecimento na casca, que deverá estar com os frutinhos achatados em vez de pontiagudos como ocorre no fruto verde; a superfície da fruta parece lisa em comparação àquela da fruta menos madura.

No caso de mercados locais ou regionais, frutos com até a metade da superfície amarela são, em geral, viáveis. Enfatiza-se, mais uma vez, que se deve evitar a colheita de frutos verdes, pois eles não amadurecem mais na fase pós-colheita, não atingindo qualidades satisfatórias para o consumo, apresentando teor de açúcares mais baixo e sabor e aroma pouco atraentes.

Na prática, o desenvolvimento do fruto e a sua aparência, sobretudo a coloração da casca (maturação aparente), são os principais indicadores do ponto de colheita do abacaxi. Segundo o grau de coloração da casca ou de maturação aparente, os frutos, em especial aqueles da cultivar Smooth Cayenne, são classificados como segue:

M_1 – as frutas de vez, isto é aquelas que apresentam coloração amarelo-alaranjada apenas na base, até um quarto da altura do fruto.

M_2 – a classe que abrange as frutas meio maduras, com a casca amarelo-alaranjada em um quarto da metade da altura do fruto;

M_3 – aquela que compreende as frutas denominadas maduras, isto é, apresentando casca com a cor amarelo-alaranjada em mais da metade da altura do fruto (Figura 12).



Figura 12. Fruto de abacaxi Pérola em estágio de maturação adequado para mercados distantes.

No entanto, certas práticas culturais, a exemplo da adubação mineral e do uso de fitorreguladores, e, principalmente, as condições climáticas reinantes durante a fase de maturação, influem fortemente nos processos fisiológicos relacionados com a degradação da clorofila, o pigmento verde, e a síntese e o acúmulo de carotenóides, pigmentos amarelo-alaranjados, ou seja, no desenvolvimento da coloração da casca. Assim sendo, os seguintes fatos devem ser levados em consideração ao se definir o ponto de colheita com base na coloração da casca do abacaxi:

a) quanto mais volumoso for o fruto, menos se colore, ou seja, um fruto grande com casca amarela apenas na parte basal, pode estar mais maduro do que um fruto pequeno inteiramente colorido. Desta forma, frutos do tamanho A1 (peso de 1,8 kg

a 2,3 kg) exportados da Côte d'Ivoire para a Europa, não devem ultrapassar o estágio de maturação M_1 , ao passo que aqueles com pesos de até 1,1 kg podem ser colhidos em estádios de maturação mais avançados, M_2 e M_3 . Não se dispõe de recomendações específicas para a cv. Pérola, sabendo-se, porém, que os frutos dessa variedade devem ser colhidos em estádios de maturação aparente menos avançados que os indicados para a cv. Smooth Cayenne (Figura 13).



Figura 13. Fruto de abacaxi Smooth Cayenne em estágio de maturação aparente M_2/M_3 .

b) Nos períodos frios e secos, o fruto colore-se mais do que naqueles quentes e úmidos. Por esse motivo, um fruto colhido no verão, quando está apenas começando a se colorir, pode estar mais maduro do que outro do mesmo tamanho, porém colhido no inverno quando a coloração amarela já tiver atingido 2/3 do fruto. Portanto, frutos do inverno devem ser colhidos em estágio mais avançado de maturação aparente.

c) Adubações ricas em potássio e pobres em nitrogênio favorecem a coloração

da casca, ao passo que aquelas ricas em nitrogênio e pobres em potássio têm efeitos contrários. Além disso, a aplicação de nitrogênio pode resultar na intensificação da coloração da polpa e na descoloração da casca.

d) Os frutos da variedade Smooth Cayenne colorem-se mais do que os da variedade Pérola.

Sendo a maturação aparente de pouca eficiência, uma vez que depende de muitas variáveis, torna-se necessário considerar a polpa da fruta para ter dados de maturação real.

O grau de maturação real do fruto pode ser avaliado com base na translucidez da sua polpa. O fruto é cortado, transversalmente, na altura do seu maior diâmetro, determinando-se a percentagem da área translúcida existente na superfície da seção obtida (sem considerar a área referente ao eixo central, também chamado de medula, sendo a parte mais fibrosa do fruto), uma vez que esta é diretamente proporcional ao grau de maturação do fruto. Para frutos de abacaxi cv. Smooth Cayenne, que necessitam suportar uma viagem superior a cinco dias a 12°C, a percentagem de polpa amarela translúcida não deve ultrapassar 50%, como ocorre com os frutos exportados da Côte d'Ivoire para a Europa, por via marítima. Quando mergulhados na água, esses frutos não afundam, o contrário podendo ser verificado com os que apresentam a polpa mais translúcida.

Um outro método para avaliar a maturação do abacaxi, ainda mais empírico e menos seguro que aquele da coloração da casca, é o método do piparote, que consiste em dar pancadas no fruto com a extremidade do dedo médio ou indicador, soltando-o com força sobre a casca, depois de tê-lo apoiado no polegar. Quando o som obtido é oco, o fruto está verde; quando cheio, está maduro.

Encontrando-se, por um desses métodos, o grau de maturação ideal, a colheita dos demais frutos se faz por comparação, isto é, todos os frutos de tamanho, aproximadamente, igual ao do examinado são colhidos

quando sua coloração externa se apresentar de modo semelhante à deste último.

COLHEITA

As colheitas dos frutos de um abacaxizal não podem ser feitas por meios mecânicos, pois os frutos não amadurecem todos ao mesmo tempo. Todavia, no Havá, e em outras regiões onde a cultura do abacaxi é feita com alto nível técnico, os trabalhos da colheita são facilitados graças à utilização de uma esteira rolante, na qual os frutos são colocados e transportados para fora dos talhões, tão logo sejam colhidos. Tais esteiras são acopladas a caminhões e abrangem, simultaneamente, várias linhas de plantação. Cada caminhão é acoplado a uma ou duas esteiras, neste caso, uma de cada lado.

A colheita é feita com facão, com o colhedor tendo as mãos protegidas com luvas de lona grossa. O operário segura o fruto pela coroa com uma mão e corta o pedúnculo cerca de cinco centímetros abaixo da base do fruto. No caso da cv. Pérola, o corte deve ser feito de tal forma que apenas duas a quatro mudas do cacho de filhotes sejam levadas para servirem de embalagem natural do fruto (processo chamado sangria), permanecendo as demais mudas na planta para uso como material de plantio. Frutos que se destinarem a mercados próximos ou à indústria, sendo menos suscetíveis a ocorrência de podridões, podem ser colhidos (quebrados) sem as mudas. O mesmo é feito no caso da cv. Smooth Cayenne, por falta de mudas e por ter frutos mais fibrosos e mais resistentes, sendo o transporte feito a granel (sem “embalagem” de mudas), ou usando-se apenas camadas finas de capim entre as camadas de frutos. Quando o destino dos frutos é o mercado internacional ou mercados nacionais mais exigentes, alguns cuidados especiais devem ser observados, conforme explanados mais adiante neste artigo.

Os frutos colhidos são entregues a outros operários que os transportam em cestos, balaios, caixas ou carros de mão, até

o caminhão ou carreta. O carregamento dos frutos nos caminhões é tarefa difícil e que exige mão-de-obra treinada.

Na região do Nordeste, o abacaxi é retirado da plantação com auxílio de balaies que possuem grande diâmetro, porém pouca altura. Os operários carregam esses balaies sobre a cabeça, e em cada um são colocados de 30 a 35 frutos da cv. Pérola. São necessários, portanto, dois cortadores de frutos para manter cinco balaieiros em atividade, que, por sua vez, precisam contar com quatro operários para o traslado até um caminhão, mantido próximo do local da colheita. Com isto, chega-se à conclusão de que, neste sistema de operação, são necessários onze homens para carregar, em quatro horas, um caminhão com 5.000 frutos.

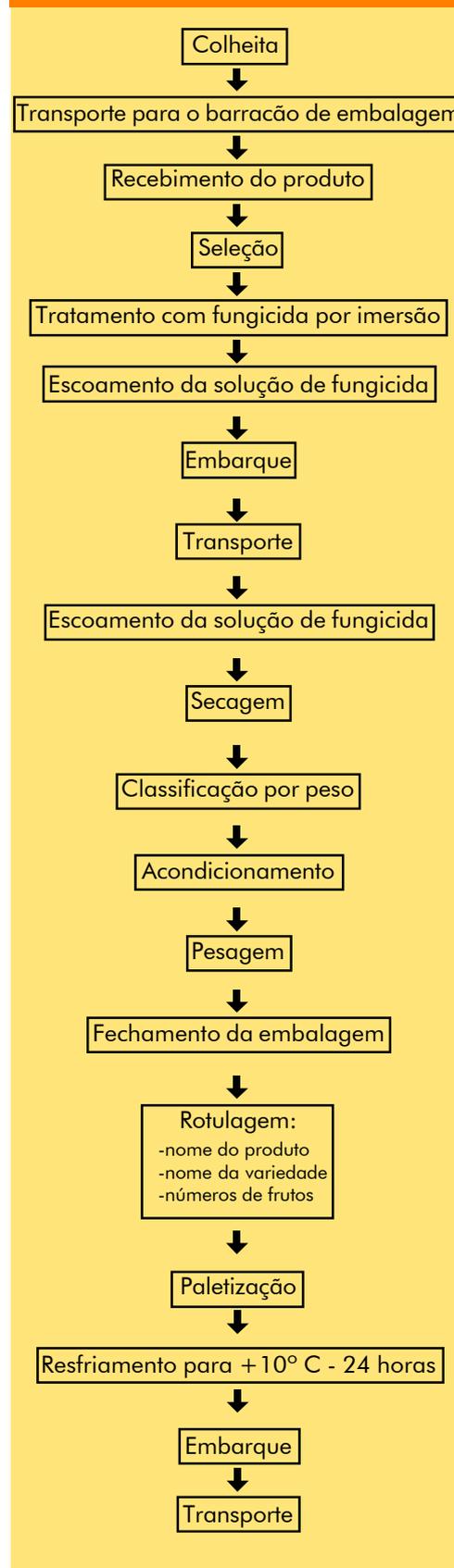
Já na região de Minas Gerais, os frutos são retirados das plantações em carrinhos, tracionados manualmente. No estado de São Paulo, os operários costumam carregar os frutos no braço ou passar de mão em mão, até colocá-los na carreta, que percorre os carregadores.

Essas carretas devem ter o assoalho e as paredes laterais revestidos de palha, que geralmente é de arroz ou fitilho de madeira, tendo a função de proteger os frutos de danos mecânicos, durante o seu transporte até o barracão.

Frutos frescos, exportados para mercados externos situados a longas distâncias, exigem cuidados e condições especiais após a colheita e durante o transporte, conforme indicado no diagrama a seguir.

Qualquer que seja o destino dos frutos, mas sobretudo quando se pretende comercializá-los em mercados mais exigentes como são os mercados internacionais, eles devem ser colhidos e transportados com o máximo cuidado possível para reduzir ao mínimo o risco de ocorrência de danos mecânicos, que afetam a sua qualidade e facilitam a sua infecção por microorganismos (Diagrama 1). O intervalo de tempo entre a colheita e a colocação dos frutos em temperatura refrigerada deve ser o mais curto possível para garantir maior vida útil aos frutos colhidos.

Diagrama 1. Preparo e tratamento do abacaxi para os países europeus



SELEÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E OUTROS CUIDADOS PÓS-COLHEITA

Frutos para mercados internos

Em geral, os frutos a serem comercializados no mercado nacional são colhidos e, ainda no campo, acondicionados em caminhões e transportados diretamente para os locais de intermediação ou comercialização. No entanto, as exigências por qualidade têm crescido muito também nos mercados domésticos, sendo necessários cuidados adicionais descritos a seguir.

Colhidos os frutos, estes devem ser imediatamente transportados para o barracão, a fim de serem submetidos a seleção por tamanho e, quando necessário, seleção por maturação. A separação dos frutos por tamanho muitas vezes é efetuada no campo, no momento da colheita.

Na seleção por tamanho, os agricultores mais experientes fazem uma separação dos frutos em três classes, que compreendem:

- frutos grandes
- frutos médios e
- frutos pequenos.

Quanto à maturação, os produtores, em geral, procuram separar os frutos em três estádios de maturação: $\frac{1}{3}$ maduros, nos quais só a parte basal apresenta a coloração amarela; $\frac{1}{2}$ maduros, quando metade da fruta está amarela, e os totalmente maduros, isto é amarelos.

Esta separação é válida para a variedade Smooth Cayenne, na qual a coloração externa da fruta em geral evidencia muito bem que o amadurecimento se processa no sentido base/ápice. Nas variedades Pérola e Jupí, a coloração não é tão intensa como na anterior, devendo-se observar com muita atenção os frutinhos, que, com a maturação, ficam menos salientes, começando a aparecer no seu centro pontos amarelos (Figura 14). O amarelecimento dos frutinhos é mais uniforme que nos frutos maduros dessas variedades e a sua coloração externa se caracteriza por se apresentar salpicada de amarelo.



Figura 14. Fruto de abacaxi Pérola apresentando pontos amarelos nos frutinhos.

Frutos para exportação

Ajuste do pedúnculo e desinfecção

Os frutos destinados à exportação são obrigatoriamente colhidos com cerca de 5 cm de pedúnculo, que no barracão é seccionado a 2 cm a 3 cm da base do fruto e, em seguida, a superfície de corte deve ser desinfetada de fungos e bolores. Para tanto, utilizam-se fungicidas sistêmicos como os benzimidazóis, a exemplo do fungicida Bayleton (i.a. triadimefon) a 30 g do p.c. por 100 litros de água, para controlar, sobretudo, a podridão-negra *Ceratocystis paradoxa/Chalara (Thielaviopsis) paradoxa* (De Seynes) von Hoehn. Outras opções que têm sido usadas são o ácido benzóico dissolvido em álcool a 2%, salicilamida de sódio a 1%, ou ortofenilfenato de sódio.

Tratando-se da variedade Pérola, o preparo do fruto envolve a remoção do excesso de filhotes, devendo, portanto, também ser desinfetadas as áreas nas quais estes se fixam.

Triagem

Nesta fase devem ser descartados os frutos insuficientemente maduros e muito

maduros. Cuidado especial deve-se dar à identificação e descarte de frutos com o distúrbio fisiológico chamado *jaune* (amarelo) pelos franceses. De causa ainda desconhecida, o fenômeno designa frutos de casca pouco colorida, mas internamente em estado muito avançado de maturação, apresentando na polpa zonas muito amarelas e translúcidas, que inicialmente se concentram nos centros dos olhos, mas em seguida se estendem quase abrangendo sua totalidade. Operários com muita prática podem ser capazes de identificar frutos com esse problema pelas características do contorno dos olhos dos frutos e outras ainda menos evidentes. Uma forma mais segura de separar frutos afetados é a sua imersão em água, o que os leva a afundar, ao contrário de frutos normais.

Outros frutos a serem eliminados nessa fase são:

- frutos muito pequenos ou muito grandes (< 700 g e > 2.300 g);
- frutos com machucados e manchas de queima solar;
- frutos com coroas múltiplas (>2) ou coroas de dimensões não regulamentares (< 5 cm e > 13 cm) (Figura 15);



Figura 15. Fruto de abacaxi Smooth Cayenne apresentando quatro coroas.

- frutos com coroas afetadas (murchas, amarelas, comidas por roedores ou insetos);
- frutos com deformações;
- frutos com pedúnculos quebrados.

A redução de coroas é uma operação, normalmente, realizada no decorrer do desenvolvimento do fruto e, algumas vezes, durante a colheita ou acondicionamento (Figura 16). A forma mais indicada é efetuar a extração do coração da coroa (meristema



Figura 16. Fruto de abacaxi Smooth Cayenne apresentando coroa reduzida.

terminal) quando ela atinge o comprimento de 8 cm a 10 cm, o que, em condições tropicais, tende a ocorrer entre 12 e 17 semanas após o tratamento de indução floral. A extração é feita com o auxílio de uma espátula de ferro com 25 cm de comprimento e 6 mm a 8 mm de diâmetro. A ponta larga da espátula é introduzida no centro da coroa, numa profundidade correta para atingir apenas o ápice do pequeno talo da coroa, onde está localizado o meristema, efetuando-se, em seguida, um movimento giratório que corta o coração da coroa. Em geral, são necessárias várias passadas a intervalos de uma semana para que todas as coroas de um talhão sejam reduzidas no momento mais adequado. Um

operário treinado trata cerca de 1.000 a 2.000 coroas por dia. Métodos químicos de redução de coroa, a exemplo da aplicação de ácido clorídrico, podem ser viáveis, mas são menos eficientes e seguros.

Calibração (separação por peso)

A calibração é feita com base no peso dos frutos, distinguindo-se, no caso de frutos da cv. Smooth Cayenne exportados para a Europa, seis classes com os seguintes limites:

- calibre 6 – frutos de 700 g a 900 g
- calibre 5 – frutos de 900 g a 1.100 g
- calibre 4 – frutos de 1.100 g a 1.300 g
- calibre 3 – frutos de 1.300 g a 1.500 g
- calibre 2 – frutos de 1.500 g a 1.800 g
- calibre 1 – frutos de 1.800 g a 2.300 g

Em outra classificação, às vezes utilizada para exportações, sobretudo para a cv. Pérola, os frutos são agrupados nos seguintes tipos, também baseados nos respectivos pesos com coroa:

- tipo A – acima de 1.500 g
- tipo B – de 1.100 g a 1.500 g
- tipo C – de 800 g a 1.100 g
- tipo D – de menos de 800 g
- *baby* – em torno de 550 g

Essa seleção é feita manualmente ou com uso de máquinas circulares automáticas capazes de tratar cerca de 3 t/hora. As mesas de recepção devem ser forradas adequadamente para reduzir o risco de danos aos frutos por choques.

Nova triagem para grau de maturação

Nesta etapa procede-se a uma última revisão da classificação dos frutos, conforme o seu grau de maturação, dentro de cada categoria de tamanho/peso selecionada.

Acondicionamento

Os frutos que serão exportados não devem ficar mais de 24 horas na temperatura ambiente após a sua colheita. Portanto, o tratamento e o acondicionamento terão que ser feitos rapidamente. O acondicionamento é feito na posição vertical em caixas de papelão ou madeira, sobre os pedúnculos (neste caso, as caixas apresentam fundo duplo, com perfurações nas quais o pedúnculo é afixado), ou na posição horizontal, alternando-se fruto e coroa (o que permite maior densidade do produto acondicionado) (Figura 17).



Figura 17. Abacaxis embalados em caixas de madeira na posição horizontal.

Informações complementares para a seleção e classificação de frutos

Para estabelecer uma classificação mais detalhada do abacaxi, é necessário que sejam conhecidos os atributos quantitativos e qualitativos dos frutos, para que se possam estabelecer os padrões de limites e de medidas desses atributos. Nos quantitativos estão relacionados o tamanho e o peso do fruto, e nos qualitativos consideram-se a forma, a coloração natural, o grau de maturação, a turgidez, os sinais de danos mecânicos, fisiológicos e de pragas, presença de resíduos de produtos químicos e de sujeira.

Com relação ao tamanho e ao peso, as duas variedades mais cultivadas no Brasil, a Pérola e a Smooth Cayenne, apresentam tamanhos e pesos distintos, cujas variações são observadas até dentro das mesmas cultivares.

Como na prática é mais difícil classificar os frutos pelo tamanho, devido à necessidade do uso de gabaritos e de muita mão-de-obra, pode-se considerar o peso da fruta como o melhor meio para determinação do atributo quantitativo na classificação do abacaxi.

Quanto aos atributos qualitativos, deve-se levar em consideração:

variedade – que é agrupada em dois tipos básicos, tendo-se em conta, exclusivamente, a coloração da polpa da fruta: amarela e branca

grupo – de acordo com a forma do fruto podem ser constituídos dois grupos: cilíndrico e cônico.

Essa classificação é muito importante para o abacaxi que se destina à indústria, dando-se preferência para frutos de forma cilíndrica, evitando-se perda excessiva de polpa no descascamento mecânico.

Tipo – são especificadas as qualidades do fruto:

- cor da casca, que revela o seu grau de maturação, o que, apesar de ser uma apre-

ciação subjetiva, permite distinguir a qualidade do produto;

- firmeza, que dá uma indicação da textura da polpa, permite classificar a fruta que não apresenta cavidades internas (danos fisiológicos) ou com podridão interna, como a podridão-negra;

- integridade, em que se procura manter a qualidade extrínseca do fruto, eliminando os que apresentam danos mecânicos e rachaduras;

- sabor, é importante conhecer a relação sólidos solúveis totais (Brix)/acidez total titulável (ATT) da variedade que vai ser comercializada. Essa relação varia de acordo com as condições climáticas e, principalmente, com os abacaxis produzidos no sul do país, onde há grandes variações entre as safras de verão e inverno. Em São Paulo, por exemplo, a relação SST/ATT da polpa do abacaxi cv. Smooth Cayenne atinge valores de 18 a 20 no verão e de 13 a 16 no inverno.

Outros tratamentos de proteção do fruto

O tratamento de frutos de abacaxi com cera não tem sido uma prática comum, embora existam alguns produtos comerciais disponíveis para tal tratamento. As vantagens dessa prática não são evidentes o suficiente para estimular a sua adoção, a qual precisa ser ajustada às condições de armazenamento e transporte do abacaxi para os mercados consumidores, sobretudo sob refrigeração a temperaturas de 8°C a 12°C. A aplicação da cera, em geral, usada na concentração de 20%, implica a alteração, às vezes desfavorável à qualidade do fruto, da atmosfera no interior do fruto.

MÉTODOS PARA UNIFORMIZAR A MATURAÇÃO

A exportação de abacaxi do Brasil só poderá aumentar se a qualidade do produto ofertado melhorar. As técnicas de cultivo do plantio à colheita têm evoluído bastante

nos últimos anos, obtendo-se frutos de boa qualidade, que não é mantida na fase pós-colheita. Neste contexto, a aparência dos frutos pode ser melhorada por meio da oferta de frutos com casca de coloração amarela uniforme.

Conforme depoimento de diversos exportadores e produtores envolvidos em recentes tentativas de exportação, a concretização das perspectivas que tem a cultivar brasileira Pérola de penetrar nos mercados europeu e norte-americano, dadas as suas excelentes características organolépticas, depende de uma melhoria na aparência externa dos frutos, sobretudo de uma coloração mais atrativa da casca, que tende a permanecer, predominantemente, verde, enquanto o consumidor tem preferência pela cor amarela.

A maturação que é feita em câmaras com temperatura e umidade relativa controlada de 24°C e 90%, respectivamente, aplicando-se 0,1% de etileno, durante 48 horas, dá à casca do fruto uma coloração mais intensa, porém, ao mesmo tempo, ocorre a descoloração da coroa, que se torna cor de palha, dando um aspecto de fruto passado com má apresentação.

Por esta razão, recomenda-se que a maturação aparente da fruta seja controlada no campo, acelerando e uniformizando a degradação da clorofila e a expressão dos pigmentos amarelos-alaranjados da casca em lotes de frutos que se pretendem comercializar.

No caso da cv. Smooth Cayenne, dispõe-se há bastante tempo de recomendação técnica para o tratamento de maturação de frutos na fase de pré-colheita. Essa técnica é rotineiramente utilizada na Côte d'Ivoire, um dos tradicionais países exportadores de abacaxi cv. Smooth Cayenne, para a Europa. Consiste na aplicação de produto à base de etefon, com pulverização dirigida sobre os abacaxis, reduzindo-se a quantidade de calda a atingir as coroas, que podem sofrer clorose ou amarelecimento, depreciando os frutos. Usam-se 2,5 l a 3,0 l de produto

comercial com 21,4% i.a., ou volumes proporcionais para produtos comerciais com quantidades diferentes de ingrediente ativo, diluídos em 800 l a 1.200 l de água por hectare, o que corresponde a concentrações de cerca de 400 a 700 mg/l de etefon (ácido 2-cloro-etilfosfônico).

É fundamental a escolha correta da data de aplicação do etefon, pois, quando feita precocemente levará à colheita de frutos amarelos, mas imaturos e, portanto, sem sabor (alta acidez e baixo teor de açúcares) e aroma adequados para a comercialização. Isto comprova que o etileno liberado pelo etefon age sobre a cor da epiderme dos frutos, sem acelerar os processos fisiológicos da maturação real dos frutos. O tratamento não deve ser feito com base em um número de dias fixo após o tratamento de indução floral, uma vez que o intervalo de tempo entre tal tratamento e a maturação natural do abacaxi é bastante variável ao longo dos anos, em função das condições climáticas. Em geral, a pulverização do etefon só deverá ser feita poucos dias antes do início da colheita de frutos num determinado talhão.

Na Côte d'Ivoire, muitas vezes, a aplicação é realizada logo após a colheita dos primeiros frutos, normalmente os maiores, no talhão ou, no máximo, dois dias antes dessa primeira passada, o que assegura boa qualidade organoléptica aos frutos colhidos. A colheita de frutos de um talhão, submetido ao tratamento de indução floral numa mesma data, ocorre em várias passadas (cortes) realizadas ao longo de duas a três semanas. O número de cortes é diminuído quando se usa o tratamento de maturação com etefon. Deve-se atentar para o fato de que os produtos à base de etefon liberam lentamente o etileno, sendo exigida a repetição do tratamento quando ocorrem chuvas dentro de seis horas após a pulverização.

A pulverização do etefon sobre os frutos e a forma adequada de sua aplicação, no caso da cv. Smooth Cayenne, implicam que sejam atingidas as mudas do tipo filho-

te, presentes logo abaixo da base do fruto do abacaxi Pérola, podendo resultar na indução da sua diferenciação floral e, portanto, na sua perda como material de plantio. Uma alternativa para evitar este problema é o tratamento dos frutos logo após a sua colheita. Cunha et al., 1980, tratando os frutos por imersão (3 minutos) em solução aquosa de etefon em concentrações de zero a 2.000 mg/l, e observando os seus efeitos durante o armazenamento em condições ambientais, concluíram ser viável o uso deste fitoregulador com a finalidade de uniformizar a coloração amarela da casca do fruto da cv. Pérola. No entanto, observaram a ocorrência de queimas nas extre-

midades das folhas da coroa do fruto tratado com este produto, mostrando que a coroa não deve ser atingida durante o tratamento.

O controle da maturação aparente do abacaxi é viável, mas a técnica deve ser ajustada para as condições de cada região produtora, com possíveis variações ao longo do ano, também em função da distância dos mercados consumidores a serem supridos. Há necessidade de mais estudos, principalmente para o caso da cv. Pérola, uma vez que as informações disponíveis referem-se quase que exclusivamente à cv. Smooth Cayenne.

4 PROCEDIMENTOS BÁSICOS PARA A CERTIFICAÇÃO FITOSSANITÁRIA

Odilson L. Ribeiro e Silva

A produção de abacaxi destinada à exportação deve ser planejada de acordo com alguns aspectos específicos do mercado internacional. São basicamente dois os parâmetros mais importantes que condicionam o acesso a esse tipo de mercado: o fitossanitário, relacionado com pragas e exigências quarentenárias e o de inocuidade alimentar, vinculado a características do produto a ser oferecido ao consumidor.

No primeiro item, elas dizem respeito às exigências quarentenárias, ou seja, às pragas de importância quarentenária para os países onde a fruta se destina. Nesse tipo de pragas podem estar as exóticas para aquele país e que podem ser introduzidas e estabelecidas no destino, conforme resultado da Análise de Risco de Pragmas – ARP, por meio do produto considerado, no caso o abacaxi. Esse tipo de praga é chamado de quarentenária A1. Nesse caso, o país exportador deve dar a garantia, por meio de Certificado Fitossanitário, emitido pela Organização Nacional de Proteção Fitossanitária – ONPF, de que não tem a praga ou, se a tem, de que o embarque provém de área livre, ou que o embarque está livre dessas pragas, ou mesmo que o exame de determinado laboratório comprova a ausência desses organismos. Outras exigências ou declarações adicionais podem variar de acordo com a praga ou pragas que se pretende evitar no vegetal ou em seu produto. Cabe salientar que a definição de praga no contexto internacional é aquela da Convenção Internacional de

Proteção dos Vegetais – CIPV, conforme a seguir: “qualquer espécie, raça ou biótipo vegetal, animal ou agente patogênico daninho para as plantas ou produtos vegetais” (Conferência FAO C/REP 29º Período de Sessões, Roma, 7 a 18 de novembro de 1997). Outro tipo de exigência relacionada com as pragas é a das que não são exóticas, mas estão sob controle ativo da ONPF do país importador, em áreas determinadas, e são as consideradas quarentenárias A2. Nesse caso, as exigências podem ser do mesmo tipo das relativas às quarentenárias A1.

É importante salientar que para atender às exigências de certificação, tanto no âmbito interno quanto externo, foi criado o Certificado Fitossanitário de Origem - CFO, por meio da Portaria MA n.º 571, de 08/12/98, publicada no DOU de 12/11/98, regulamentada pela Instrução Normativa SDA n.º 246, de 30/12/98, DOU de 05/01/99. Nesse documento, poderão ser prestadas as informações necessárias para cumprir praticamente todas as exigências dos mercados consumidores. O preenchimento do CFO será feito por agrônomo credenciado pelo órgão executor da defesa sanitária vegetal na unidade da federação. Esse profissional será o responsável técnico para relatar as ocorrências fitossanitárias na lavoura, os tipos de agrotóxicos utilizados para saná-las e outras informações que podem ser requeridas pelos países compradores. A partir dessas informações, os fiscais do Ministério da Agricultura e do Abastecimento poderão emitir o Certificado Fitossanitário de acordo com as especificações do país importador.

Para conhecer as exigências fitossanitárias de determinado país, o interessado deve contatar o responsável comercial pela importação que deverá dirigir-se à Organização Nacional de Proteção Fitossanitária – ONPF do país importador, em geral vinculada ao Ministério da Agricultura ou órgão equivalente, que fornecerá os requisitos fitossanitários que deverão constar no Certificado Fitossanitário que será emitido no Brasil. De posse dessas informações, o exportador deverá apresentá-las ao setor de defesa agropecuária da representação do Ministério da Agricultura e do Abastecimento em sua unidade da federação, e às Delegacias Federais de Agricultura. Após a análise das exigências do país importador, o responsável pelo setor indicará a forma de cumpri-las. Em casos mais complexos, será necessária a apresentação do certificado de origem, cabendo ao responsável por essa atribuição dar as orientações devidas.

Em outros casos, poderá ser exigida a Análise de Risco de Pragas – ARP, pelo país importador. A formalização dessa análise deve ser dirigida à representação do MA nos estados, a quem compete dar as informações necessárias para esse fim.

As exigências fitossanitárias estão relacionadas com a possibilidade de determinada praga poder ser transmitida pelo produto e estabelecer-se no seu destino. Nesse sentido, os países em que o abacaxi não é cultivado ou em que as condições gerais não são propícias para a cultura têm pouca ou nenhuma restrição fitossanitária.

Deve também ser questionada à ONPF do país importador se existem outros requisitos para a comercialização do produto no país, como os limites máximos de resíduos de agrotóxicos vigentes. Em alguns países, os níveis de resíduos são diferentes daqueles do Codex Alimentarius ou existem outros níveis de resíduos além dos mencionados pelo Codex. Em todos os casos, essas informações devem ser repassadas ao Ministério da Agricultura e do Abastecimento que tem a atribuição de negociar esses aspectos técnicos com as ONPFs dos países importadores.

Para determinados nichos de mercado como produtos orgânicos ou de outra característica pode ser exigida uma certificação específica. Nesse caso, haverá a necessidade da certificação na área de produção ou origem para atestar essas qualidades exigidas do produto. O MA tem, por meio de seus instrumentos de certificação, condições de atestar essas características em conjunto com os órgãos estaduais e agrônomos credenciados para emissão dos Certificados Fitossanitários de Origem. Às vezes esse procedimento pode levar algum tempo para ser estruturado, mas, após sua operacionalização inicial, flui normalmente.

Finalmente, cabe salientar que a troca de informações fornecidas, a princípio, pelos agentes econômicos interessados no comércio internacional, entre as ONPFs dos países envolvidos, importador e exportador, é o início do processo para ser atingida a fase final de certificação fitossanitária dentro dos parâmetros requeridos.

5 | TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Celeste Maria Patto de Abreu
Vânia Déa de Carvalho

INTRODUÇÃO

O abacaxi é consumido na maioria dos países e produzido principalmente nos de clima tropical e subtropical.

No Brasil, ele é explorado em todas as unidades da Federação e tem relativa importância na fruticultura nacional. O Brasil também destaca-se como importante produtor mundial, embora os volumes de exportação sejam ainda reduzidos.

A qualidade do abacaxi é um dos principais fatores que prejudicam a exportação brasileira, e é fundamental para sua efetiva participação no comércio internacional. As técnicas de plantio e colheita têm melhorado bastante nos últimos anos, mas somente agora tem-se dado maior atenção ao aspecto científico da manutenção da qualidade na pós-colheita, que está diretamente relacionado com o transporte e com o armazenamento.

Entre os diversos fatores que contribuem para a manutenção da qualidade e a incidência de perdas pós-colheita em frutos, destacam-se: a qualidade inicial do produto, a temperatura na qual o produto foi manuseado, armazenado, transportado e distribuído, umidade relativa do ambiente pós-colheita, o uso de atmosfera controlada ou modificada durante o transporte e armazenamento, tratamentos químicos utilizados para o controle de desordens fisiológicas, tratamento a quente para o controle de perdas, embalagens e sistemas de manuseio.

Vários estudos estão sendo realizados, atualmente, para manter a qualidade dos frutos após a colheita. Dentre eles podemos citar: tipos de embalagens, associação de aplicação de cálcio e tratamento hidrotérmico, uso de atmosfera modificada e outros. Todos esses estudos têm como

objetivo manter a qualidade e aumentar a vida útil do abacaxi.

Nos países desenvolvidos a aplicação de métodos para manter a qualidade dos frutos e reduzir os danos e perdas pós-colheita são medidas usuais. Entretanto, nos países em desenvolvimento, o conhecimento e a aplicação de técnicas para manter a qualidade dos frutos nem sempre são bem-sucedidos, uma vez que a solução para muitos problemas de manuseio e armazenamento dos frutos está ligada a fatores educacionais e sociológicos.

MANEJO PÓS-COLHEITA

Os frutos exibem alta atividade metabólica quando comparados com outros alimentos derivados de plantas, como as sementes. Essa atividade metabólica continua após o fruto ser separado da planta-mãe, o que o torna altamente perecível, pois ocorre uma série de transformações endógenas resultantes do metabolismo, que se refletem em várias mudanças nas suas características, tais como: textura, cor, sabor e aroma.

Após a colheita, o fruto continua o processo de respiração sendo este o principal processo fisiológico. Assim, os frutos têm vida independente e utilizam suas próprias reservas de substratos, com consequente diminuição progressiva nas reservas de matéria seca acumulada. A respiração resulta em modificações profundas na composição química do fruto, modificações essas que podem ser altamente indesejáveis sob o ponto de vista da qualidade.

O armazenamento sob condições de baixas temperaturas é o método mais econômico, efetivo e prático para prolongar a vida de frutos e hortaliças frescos.

A refrigeração diminui a respiração e o metabolismo, com conseqüente diminuição na ação de muitas enzimas metabólicas responsáveis por mudanças indesejáveis durante o armazenamento. A baixa temperatura, entretanto, não retarda todas as reações do metabolismo nem afeta todo o sistema físico da célula na mesma proporção. Esse desequilíbrio no metabolismo pode resultar em alterações físicas e metabólicas causando injúria nos frutos.

DISTÚRBO FISIOLÓGICO (ESCURECIMENTO INTERNO)

Quando os frutos de abacaxi são submetidos a baixas temperaturas, porém acima do ponto de congelamento por um tempo prolongado (acima de 4 dias), ocorrem distúrbios fisiológicos conhecidos como *chilling* que são o resultado do efeito das baixas temperaturas nas membranas celulares. Os lipídios que fazem parte das membranas e participam de seu estado fisi-

co-químico são fluidos cristalinos e flexíveis. Quando a temperatura fica abaixo da crítica, os lipídios mais saturados mudam de fase e se tornam gelatinosos e firmes. Essa mudança provoca uma separação de fases em certas áreas das membranas afetando consideravelmente suas propriedades físicas, químicas e sua integridade, alterando vários processos metabólicos (Figura 18).

A ocorrência do escurecimento interno se processa em duas fases: a) de transporte, que corresponde ao trajeto feito sob refrigeração até o local de comercialização (10 a 20 dias) sob temperatura próxima de 10°C e U.R. de 90%. É nesta fase que se iniciam as modificações químicas que darão origem ao escurecimento dos tecidos do fruto; b) de comercialização (reaquecimento do fruto) correspondente ao intervalo entre a retirada do fruto da câmara até o seu consumo (em torno de 7 dias). Período em que ocorre a manifestação dos sintomas de escurecimento dos tecidos.

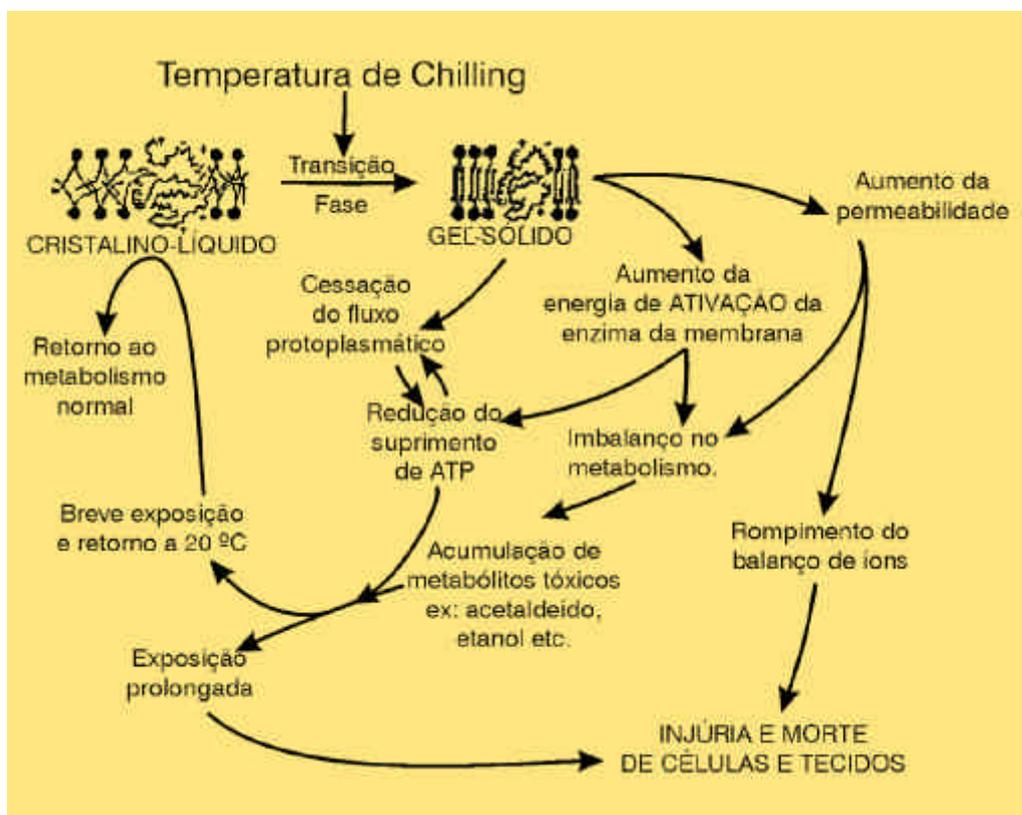


Figura 18. Via esquemática de eventos que provocam chilling em tecidos de vegetais sensíveis.

Os sintomas da desordem não podem ser evidenciados externamente, exceto em estágio muito avançado, e o fruto afetado, portanto, não pode ser selecionado sem que a polpa seja avaliada. O distúrbio inicia-se na base das infrutescências, próximo ao cilindro central, formando pontos acinzentados circundados por uma área translúcida, que vão escurecendo até atingir toda a polpa. Este escurecimento ocorre devido à ação de duas enzimas oxidativas (polifenoloxidase e peroxidase) que promovem a oxidação de seus substratos (compostos fenólicos) pela utilização do oxigênio molecular.

As polifenoloxidases, também conhecidas como fenolases, tirosinases e catecolases, catalisam dois tipos de reações: hidroxilação de monofenóis para o-difenóis e a oxidação de o-difenóis para o-quinonas que são os pigmentos escuros responsáveis pelo escurecimento dos tecidos.

A oxidação dos fenóis pode resultar, também, da atividade das peroxidases que atuam em presença de peróxido de hidrogênio.

Já foram constatadas em abacaxis com escurecimento altas atividades dessas enzimas também durante a refrigeração dos frutos, a enzima responsável pela síntese de fenóis (fenilalanina monio liase) é ativada provocando aumento nos teores de fenólicos.

Quando as células do fruto são rompidas pelas baixas temperaturas, as enzimas oxidativas entram em contato com os fenólicos causando a sua oxidação e provocando o escurecimento dos tecidos. A ação da polifenoloxidase e da peroxidase é praticamente nula durante a conservação dos frutos a baixas temperaturas. Porém, ao retirá-los da câmara fria estas enzimas passam a atuar com suas atividades máximas, causando um escurecimento descontrolado e irreversível.

Entretanto existem inibidores dessas enzimas que possuem propriedades anti-oxidantes. Entre eles podemos citar a cisteína,

glutaciona, 2-mercaptobenzotiazol e o ácido ascórbico, sendo este último considerado o inibidor natural mais importante.

O abacaxi não é um fruto particularmente rico em ácido ascórbico, porém seus níveis podem variar em relação a alguns fatores, entre eles: fatores ambientais, nutrição mineral, cultivar, peso do fruto e estádios de maturação.

O ácido ascórbico pode intervir de duas maneiras no escurecimento interno: a) reduzindo as quinonas formadas pela ação das oxidases, transformando-se em ácido dehidroascórbico (que também é ativo) e, desta forma, impedindo a formação dos produtos escurecidos; b) pode agir como inibidor das enzimas oxidativas.

No abacaxi, o ácido ascórbico apresenta-se em maior concentração na parte superficial, logo abaixo da casca. Diante disso, pode-se explicar o fato de os sintomas do escurecimento interno se manifestarem próximos ao cilindro central.

A velocidade de aparecimento dos sintomas de escurecimento interno varia em relação a fatores que influenciam na injúria, podendo ser citados: temperatura, tempo de exposição a temperaturas baixas e estágio de maturação. Outros fatores como condições climáticas, diferenças varietais e nutrição mineral, influenciam indiretamente no distúrbio fisiológico, pois afetam a composição química dos frutos.

A compatibilidade entre frutos de diferentes espécies deve ser considerada. Abacaxis transportados por via marítima têm sido armazenados com bananas. Como essas frutas são incompatíveis em termos de condições ideais de conservação, o problema do escurecimento interno pode tornar-se ainda mais grave.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Logo após a colheita, os frutos devem ser transportados para galpões onde serão submetidos a uma seleção, eliminando-se os frutos com defeitos e separando-os por tamanho e estágio de maturação.

Ao se transportar os frutos da lavoura para os galpões, deve-se ter o cuidado de não fazer empilhamentos elevados, para não causar rachaduras, arranhões ou qualquer outro tipo de injúria que poderão resultar em podridões diminuindo a qualidade do produto.

Os frutos colhidos não devem ficar expostos ao sol por períodos prolongados para não perderem umidade.

A localização dos galpões deve ser o mais próximo possível da lavoura ou em região central, facilitando o transporte e reduzindo as perdas.

Durante e após a colheita, a qualidade do abacaxi pode também ser prejudicada devido à penetração de agentes patogênicos por meio da secção do pedúnculo, destacando-se o fungo causador da podridão-negra ou podridão-mole. Os frutos deverão ser submetidos a desinfecção do pedúnculo com uma solução de benomyl a 4.000 ppm, a fim de evitar a podridão-negra que tem uma evolução rápida, destruindo todo o tecido, fazendo exalar um odor acético e tornando o fruto mole, o que leva a casca a ceder facilmente, à menor pressão. Temperaturas de 25°C a 32°C, pH 3-6 e umidade relativa 90% a 100% favorecem o desenvolvimento do fungo.

Após a desinfecção dos pedúnculos, os frutos estão prontos para serem embalados e transportados para as centrais de distribuição.

EMBALAGEM

A embalagem é ponto fundamental, pois os frutos são organismos vivos, que respiram e têm metabolismo normal. Quando apropriadas, as embalagens ajudam a manter a qualidade do produto durante o transporte e a comercialização. Além da função de proteção, a embalagem serve para homogeneizar o produto e permite o seu manuseio e apresentação.

Deve ser resistente ao manuseio durante a carga, à compressão do peso sob

outros recipientes, ao impacto, à vibração durante o transporte e à alta umidade durante o trânsito e o armazenamento.

Os frutos destinados à exportação são acondicionados em caixas de madeira ou papelão, observando alguns critérios, tais como: uso de padrões de classificação ou especificação do comprador; cada embalagem deve conter o mesmo número de frutos, que devem estar no mesmo estágio de maturação e as caixas devem conter a informação da quantidade de frutos na embalagem.

ROTULAGEM

A rotulagem da embalagem é importante, pois ajuda a identificar os produtos, facilitando o manuseio pelos recebedores.

Todas as caixas devem estar etiquetadas e marcadas no idioma do país de destino com as seguintes informações: nome comum do produto, peso líquido, número de unidades e/ou volume, nome da marca, do embalador e/ou do exportador, país de origem, tamanho e classificação (quando há normas) e temperatura de armazenagem recomendada (Figura 19).



Figura 19. Embalagem de abacaxis Pérola destinados à exportação para a Argentina.



Figura 20. Empilhamento de abacaxis para transporte.

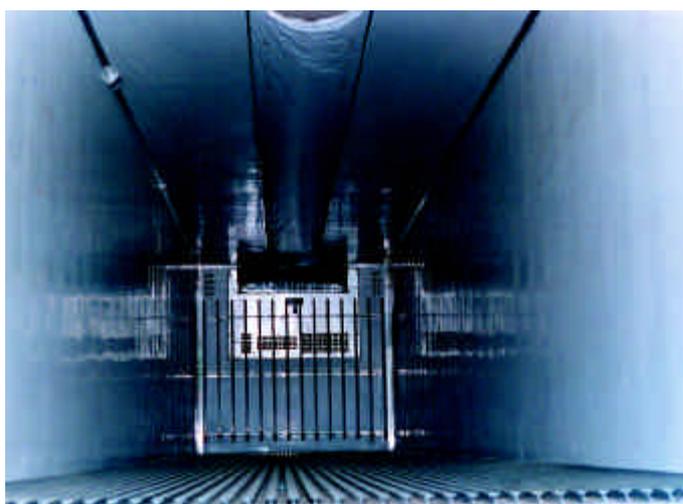


Figura 21. Caminhão refrigerado para transportar abacaxis de Monte Alegre de Minas para a Argentina.

Após a embalagem, os frutos são transportados em caminhões até o navio ou aeroporto. O tempo decorrido da colheita até o embarque dos frutos nos navios e aviões não deve ultrapassar 24 horas quando os caminhões não forem refrigerados.

TRANSPORTE

O transporte do abacaxi para o mercado interno geralmente é feito em caminhões não refrigerados, a granel. Para que o abacaxi não seja injuriado, deve ser feito o acolchoamento. No caso da cultivar Pérola, podem ser usados os próprios filhotes, e no caso da Smooth Cayenne, que não tem filhotes, o acolchoamento pode ser feito com capim. Os frutos devem ser colocados em camadas alternadas. Uma camada com a coroa voltada para baixo, outra com a coroa voltada para cima, e nas outras camadas os frutos podem ficar deitados, permitindo, assim, melhor circulação de ar entre os frutos.

Para os países da América do Sul, o abacaxi tem sido transportado em caminhões refrigerados a 12°C a 14°C, em caixas de madeira (Figura 20). Na Figura 21, pode-se observar o interior de uma carreta com controle refrigerado.

O transporte do abacaxi em navio é demorado e requer cuidados especiais. O ar dos contêineres deve ser renovado uma ou duas vezes por semana (controle de gases O_2 e CO_2). A umidade relativa do ar deve ser mantida em torno de 85% a 90%. Esta U.R. é importante para que o fruto não perca peso e tenha um aspecto de fruta fresca quando chegar ao consumidor. As mesmas condições devem ser observadas para a conservação do fruto em câmaras frias, que podem estender em até um mês a vida útil da fruta fresca.

O abacaxi não deve ser transportado com outras espécies de frutos, principalmente aquelas que liberam altos teores de etileno, como a banana. O ideal é que seja transportado isoladamente.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C.M.P. de. **Alterações no escurecimento interno e na composição química do abacaxi c.v. Smooth Cayenne durante seu amadurecimento com e sem refrigeração.** Lavras: ESAL, 1991. 67p. Tese de Mestrado.
- ABREU, C.M.P. de; CARVALHO, V.D. de; GONÇALVES, N.B. Cuidados pós-colheita e qualidade do abacaxi para exportação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.195, p.70-72, 1998.
- ABREU, C.M.P. **Efeito da embalagem de polietileno e da refrigeração no escurecimento interno e composição química durante a maturação do abacaxi c.v. Smooth Cayenne.** Lavras: UFLA, 1995. 94p. Tese de Doutorado.
- BLEINROTH, E.W. Colheita e beneficiamento. In: NETTO, A.G.; CARVALHO, V.D. de; BOTREL, N.; BLEINROTH, E.W.; MATALLO, M.; GARCIA, A.E.; ARDITO, E.F.G.; GARCIA, E.E.C.; BORDIN, M.R. **Abacaxi para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita.** Brasília: MARA-SDA/Embrapa-SPI, 1996. p.16-27. (FRUPEX. Série Publicações Técnicas, 23).
- BOTREL, N.; ABREU, C.M.P. de. Colheita, cuidados e fisiologia pós-colheita do abacaxi. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, p.33-40, 1994.
- CARVALHO, A. M. Irrigação no abacaxizeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n. 195, p.58-61, 1998.
- CARVALHO, J.G. de; OLIVEIRA Jr., J.P. de; PAULA, M.B. de; BOTREL, N. Influência dos nutrientes na qualidade das frutas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.180, p.52-55, 1994.
- CARVALHO, V. D. de; BOTREL, N. Características da fruta para exportação. In: ABACAXI para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: MARA-SDR/Embrapa-SPI, 1996. p.7-15. (FRUPEX. Série Publicações Técnicas, 23).
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio.** Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.
- CUNHA, G.A.P. da; COELHO, Y. da S.; CALDAS, R.C. **Qualidade do abacaxi tratado com os ácidos giberélico e 2-cloro-etil-fosfônico.** Cruz das Almas, BA: Embrapa. 1980, 3p. (Embrapa-CNPMP. Comunicado Técnico, 2)
- FAO. Comisión del Codex Alimentarius. **Resíduos de plaguicidas presentes en alimentos y piensos.** Roma, 1999. (FAO. CX/PR 99/6, fev. 1999).
- GIACOMELLI, E. J. Clima. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ABACAXICULTURA, 1., 1982, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP-FCAV, 1982. p.85-86.
- GONÇALVES, N.B. **Efeito da aplicação de cloreto de cálcio associado ao tratamento hidrotérmico sobre a composição química e suscetibilidade ao escurecimento interno do abacaxi c.v. Smooth Cayenne.** Lavras: UFLA, 1998. 101p. Tese de Doutorado.
- IRFA. Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes. **La culture de l'ananas d'exportation en Côte d'Ivoire – Manuel du planteur.** Abidjan: Les Nouvelles Editions Africaines, 1984. 112 p.
- MARCONDES FILHO, E., coord. **Estudos sobre o mercado de frutas.** São Paulo: Fipe, 1999; 373p.
- PY, C.; LACOEUILHE, J.J.; TEISSON, C. **L'ananas: sa culture ses produits.** Paris: G.P. Maisonneuve et Larose, 1984. 562p.
- SILVA, J. M. O adensamento como forma de aumentar a densidade do abacaxi. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n. 195, p.58-61, 1998.

Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

MANGA

Pós-Colheita

Heloísa Almeida Cunha Filgueiras
Organizadora

Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia
Brasília - DF
2000

Série Frutas do Brasil, ?

Copyright © 2000 Embrapa/MA

Exemplares desta publicação podem ser solicitados a:

Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia
SAIN Parque Rural - W/3 Norte (final)
Caixa Postal: 040315
CEP 70770-901 - Brasília-DF
Fone: (61) 348-4236
Fax: (61) 272-4168
vendas@spi.embrapa.br
www.spi.embrapa.br

CENAGRI

Esplanada dos Ministérios
Bloco D - Anexo B - Térreo
Caixa Postal: 02432
CEP 70849-970 - Brasília-DF
Fone: (61) 218-2615/2515/321-8360
Fax: (61) 225-2497
cenagri@agricultura.gov.br

Responsável pela edição: José Márcio de Moura Silva
Coordenação editorial: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia
Revisão e edição: Norma Azeredo e Vitória Rodrigues
Planejamento gráfico e editoração: Marcelo Mancuso da Cunha e Luciano Mancuso da Cunha

1ª edição

1ª impressão (2000): 3.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação do Copyright © (Lei nº.9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia.

Manga. Pós-colheita / *Heloísa Almeida Cunha Filgueiras*, organizadora; Embrapa.
— Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.
??p. ; (Frutas do Brasil ; 1).

Inclui bibliografia.
ISBN 85-7383-070-0

1. Manga - Cultivo. 2. Manga - Pós-colheita. I. Filgueiras, Heloisa Almeida
Cunha. org. II. Embrapa (Brasília, DF). III. Série.

CDD 634.772

© Embrapa 2000

AUTORES

APRESENTAÇÃO

Uma das características do Programa **Avança Brasil** é a de conduzir os empreendimentos do Estado, concretizando as metas que propiciem ganhos sociais e institucionais para as comunidades às quais se destinam. O trabalho é feito para que, ao final da implantação de uma infra-estrutura de produção, as comunidades envolvidas cresçam, às obras de engenharia civil requeridas, o aprendizado em habilitação e organização, que lhes permita gerar emprego e renda, agregando valor aos bens e serviços produzidos.

O Ministério da Agricultura e do Abastecimento participa desse esforço, com o objetivo de qualificar nossas frutas para vencer as barreiras que lhes são impostas no comércio internacional. O zelo e a segurança alimentar que ajudam a compor um diagnóstico de qualidade com sanidade são itens muito importantes na competição com outros países produtores.

Essas preocupações orientaram a concepção e a implantação do Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais – FRUPEX. O Programa **Avança Brasil**, com esses mesmos fins, promove o empreendimento Inovação Tecnológica para a Fruticultura Irrigada no Semi-árido Nordeste.

Este Manual reúne conhecimentos técnicos sobre colheita e pós-colheita de manga. Tais conhecimentos foram reunidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa – em parceria com as demais instituições do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária, para dar melhores condições de trabalho ao setor produtivo, preocupado em alcançar padrões adequados para a exportação.

As orientações que se encontram neste Manual são o resultado da parceria entre o Estado e o setor produtivo. As grandes beneficiadas serão as comunidades para as quais as obras de engenharia também levarão ganhos sociais e institucionais incontestáveis.

Tirem todo o proveito possível desses conhecimentos.

Marcus Vinicius Pratini de Moraes

Ministro da Agricultura e do Abastecimento

SUMÁRIO

1. MERCADO INTERNACIONAL DE MANGA: SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS	9
2. CARACTERÍSTICAS DA FRUTA PARA EXPORTAÇÃO	14
3. COLHEITA E MANUSEIO PÓS-COLHEITA	22
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1 MERCADO INTERNACIONAL DE MANGA: SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS

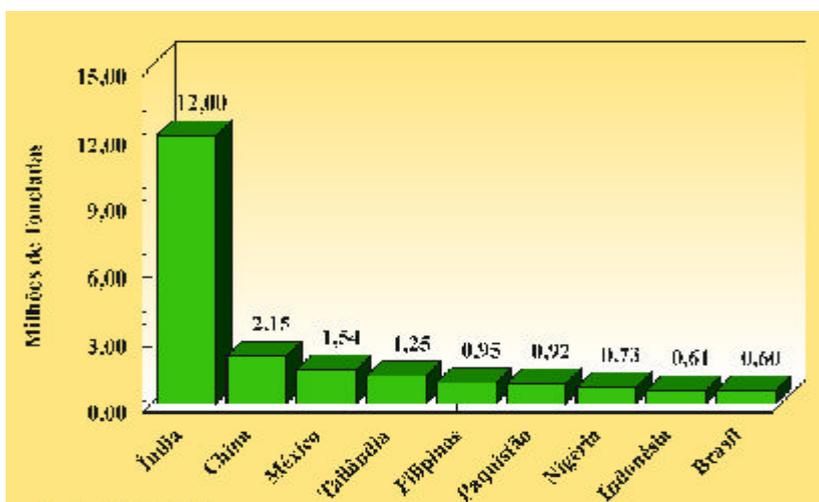
Carlos Roberto Machado Pimentel
Ricardo Elesbão Alves
Heloísa Almeida Cunha Filgueiras

INTRODUÇÃO

Do conjunto de frutas atualmente comercializado, a manga é uma das mais populares do mundo, em função do seu amplo consumo nos países asiáticos e da América Latina.

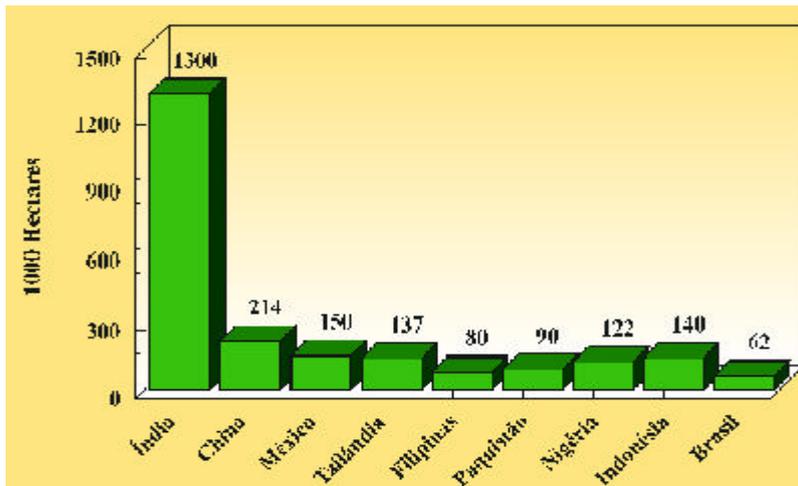
Ocupando em 1999 uma área de 2,74 milhões de hectares e uma produção de 23,85 milhões de toneladas, a manga é cultivada em 85 países, sendo a Índia o principal produtor com 50,3% do total (FAO 2000). A China é o segundo produtor com 9,0%, seguida do México com 6,4% e da Tailândia com 5,2%. Os países asiáticos: Índia, China, Paquistão, Indonésia, Tailândia e Filipinas foram responsáveis por 75% da produção mundial (Figura 1). O Brasil, com uma produção de 600 mil toneladas e uma área plantada de 62 mil hectares, é o nono produtor (Figura 2).

Apesar de sua importância para alguns países, a cultura da mangueira em geral apresenta um rendimento médio por hectare relativamente pequeno, o que demonstra a baixa adoção das novas tecnologias atualmente disponíveis. A maior produtividade é a das Filipinas com 11,87 t/ha, seguida da do México com 10,24 t/ha, e da do Paquistão com 10,17 t/ha. O Brasil, apesar do bom nível tecnológico adotado em algumas regiões, como no vale do Rio São Francisco (Petrolina/PE-Juazeiro-BA) e no Pólo Agrícola Mossoró-Açu (RN), apresenta um rendimento médio de 9,67 t/ha (Figura 3).



Fonte: FAO (2000).

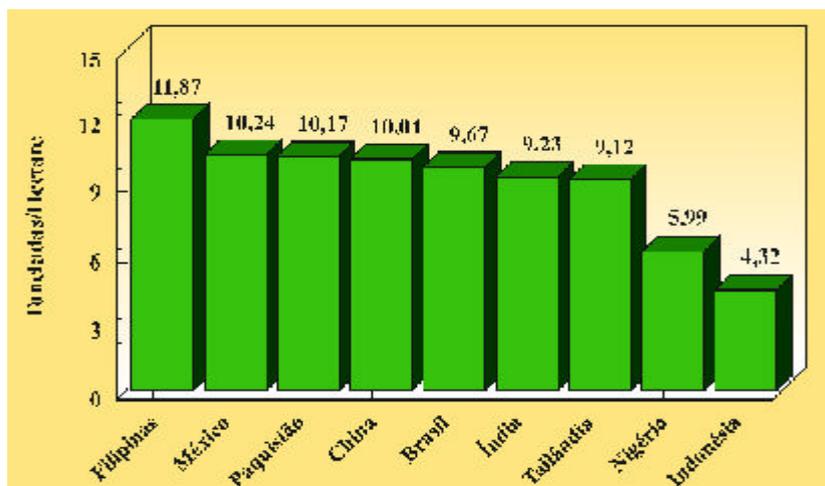
Figura 1. Produção de manga pelos principais países produtores em 1999.



Fonte: FAO (2000).

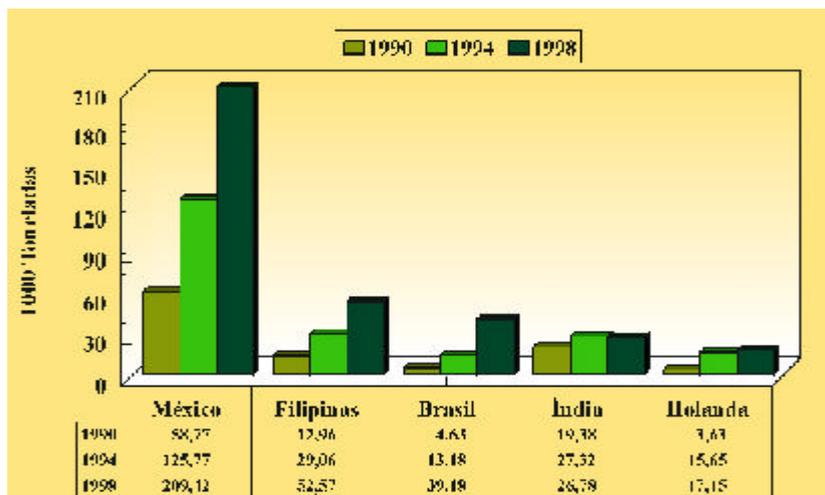
Figura 2. Área cultivada com manga pelos principais produtores em 1999.

Considerando-se a atual disponibilidade de tecnologias para o cultivo da mangueira, a produção mundial poderá ser duplicada sem necessidade de expansão da área plantada.



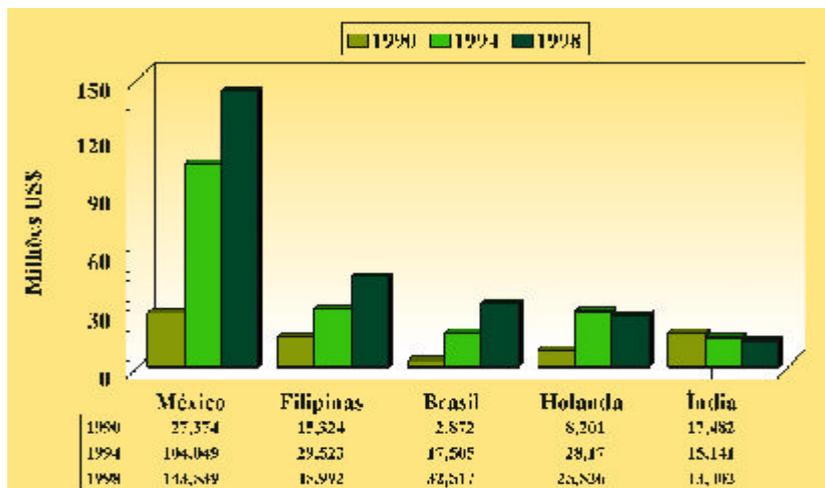
Fonte: FAO (2000).

Figura 3. Rendimento médio por hectare de mangueira nos principais países produtores em 1999.



Fonte: FAO (2000).

Figura 4. Volume de manga comercializado pelos principais países exportadores de 1990 a 1998.



Fonte: FAO (2000).

Figura 5. Valores comercializados pelos principais países exportadores de manga de 1990 a 1998.

Diante da perspectiva de um aumento no mercado mundial, tem-se observado uma expansão da produção de manga tanto nos países tradicionalmente produtores quanto em países com menos tradição, como alguns do continente africano. Como resultado dessa expansão, o mercado tornou-se mais competitivo, particularmente durante os meses de maio a julho, que correspondem ao verão do hemisfério norte. Durante a baixa estação tem-se observado uma maior oferta do Peru, do Equador e do Haiti.

EXPORTAÇÃO E IMPORTAÇÃO DE MANGA NO MUNDO

O comércio externo de manga é pouco significativo quando comparado à produção. De acordo com as últimas estatísticas disponíveis para exportação, referentes ao ano de 1998 (Figura 4), o volume exportado foi de 510 mil toneladas, para uma produção de 23,8 milhões de toneladas, ou seja, apenas 2,1% da manga produzida é comercializada internacionalmente. Este fato demonstra que quase toda a produção ainda é destinada ao mercado interno dos países produtores e que a exportação dessa fruta ainda pode ser incrementada.

O México é o principal exportador, responsável, em 1998, por 41,1% das exportações mundiais, que atingiram 510 milhões de toneladas, seguido das Filipinas com 10,3%; Brasil, com 7,7%; Índia, com 5,3% e Holanda, com 3,4%. Os três principais produtores vêm tendo uma participação cada vez maior nos últimos anos. Observa-se, também, que a Índia, que contribui com 50,0% da oferta global de manga, não se destaca como um grande exportador. Por sua vez, a Holanda, que não é produtora e sim distribuidora, aparece nas estatísticas como o terceiro país exportador, o que se deve ao fato de que o porto de Roterdã serve como um dos principais portões de entrada da manga na Europa. A mesma situação é observada para França e Bélgica, classificadas como sexto e sétimo exportadores mundiais respectivamente.

Em relação aos valores exportados, no ano de 1998 foram comercializados 375,5 milhões de dólares. A classificação em relação a esses valores (Figura 5) obedece à mesma seqüência quanto aos países, porém o Brasil, principalmente por conseguir produzir em uma época de pouca oferta, obtém preços médios bem melhores por suas mangas (Figura 6). Isto, no entanto, pode ser modificado com o passar do tempo, já que a concorrência também está buscando produzir nesses períodos.

Quanto às importações, em 1998 os Estados Unidos foram responsáveis por 33% do valor total importado (Figura 7), seguidos da China, com 10,8%, e de Holanda e França, que atuam como intermediários neste mercado. Nos Estados Unidos, o consumo de manga concentra-se nos estados da Califórnia, do Texas e da Flórida, e nas cidades de Chicago e Nova Iorque, principalmente na comunidade de origem latino-americana.

Com relação à quantidade importada (Figura 8), com exceção da Holanda, os principais compradores vêm aumentando sua demanda por manga nos últimos anos. Desde o início da década ocorreu um incremento de quase três vezes na quantidade importada, ou seja, de 154,5 milhões de toneladas, em 1990, para 456,8 milhões de toneladas em 1998.

COMPORTAMENTO DOS PREÇOS

Em qualquer produto agrícola, os preços são um reflexo da oferta. Em geral, uma elevação na oferta acarreta redução nos preços. No caso da manga, os preços obtidos pelos países exportadores elevaram-se 29% entre 1990 e 1994 e reduziram-se em 16% entre 1994 e 1998 (Figura 9), o que representou um aumento global de cerca de 10% no período. Os preços de importação, por sua vez, decresceram em 24%, no mesmo período.

Tal situação reflete um aumento da oferta inferior ao da demanda. Para conter a redução nos preços no mercado inter-

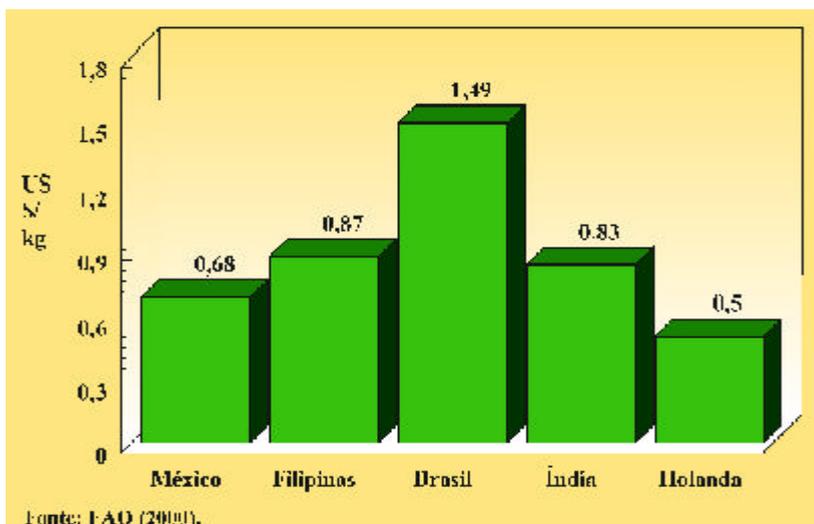


Figura 6. Preço médio de venda da manga pelos principais países exportadores em 1998.

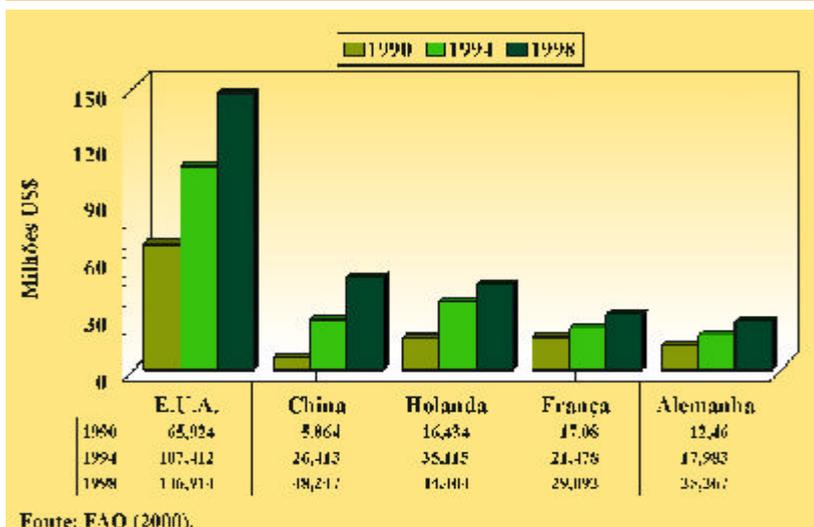


Figura 7. Valores pagos pelos principais países importadores de manga de 1990 a 1998.

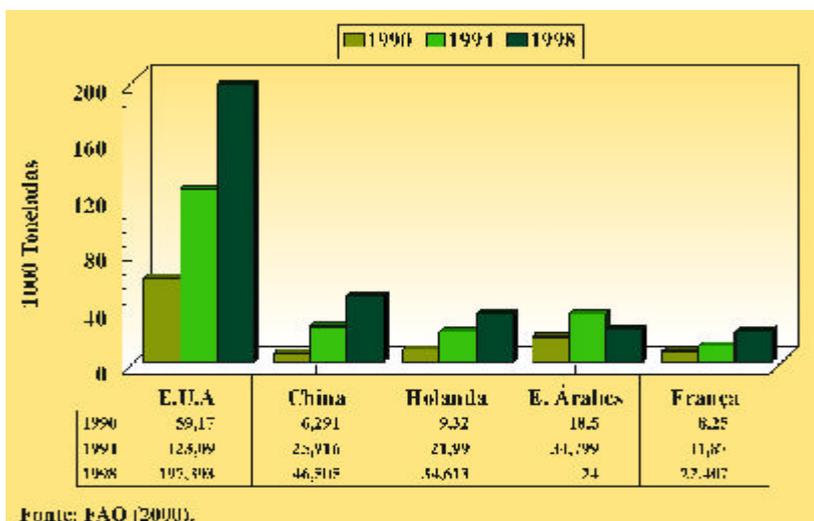


Figura 8. Quantidade adquirida pelos principais países importadores de manga de 1990 a 1998.

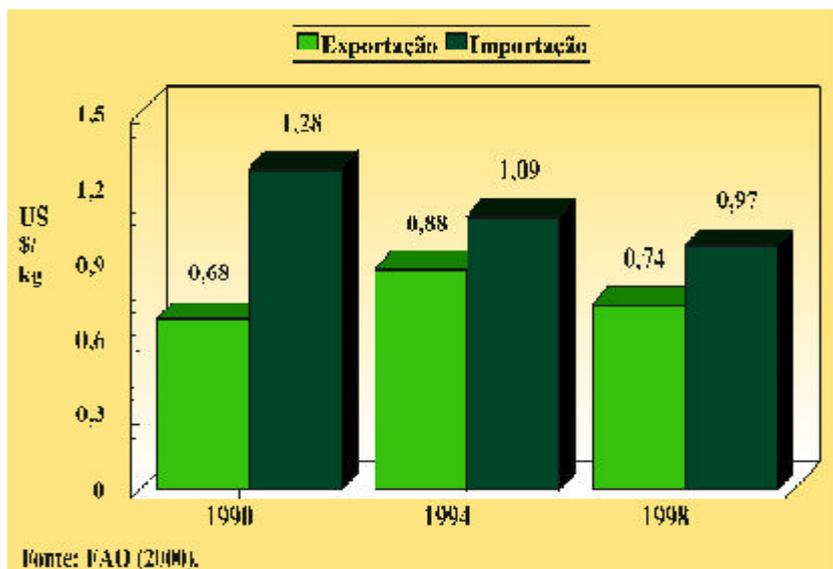


Figura 9. Comportamento dos preços de manga no mercado internacional, em US\$/kg no período de 1990 a 1998.

nacional, os países produtores necessitam controlar a expansão da oferta nos meses de alta estação, estimulando o consumo interno e/ou ofertando produtos derivados de manga.

BARREIRAS COMERCIAIS

A intensificação do comércio inter-

nacional a partir da década de 80, com o surgimento de diversos blocos econômicos e a consolidação dos existentes, tem proporcionado uma redução das barreiras tarifárias. Concomitantemente, tem-se observado um crescimento de barreiras não tarifárias, sobretudo nos países de maior renda *per capita*. Observa-se, ainda, um tratamento não tarifário diferenciado para um mesmo produto em países diferentes.

No caso da manga brasileira, a principal barreira são as exigências relacionadas com o aspecto fitossanitário que vão da proibição aplicada por China e Coreia, à imposição de inspeção na origem e destino, certificação sanitária e de qualidade, tratamento especial e outras exigências relativas à embalagem. O Quadro 1 mostra as exigências tarifárias e não tarifárias impostas à manga brasileira pelos principais países importadores.

Considerando-se a tendência global de aumento das exigências não tarifárias, os exportadores brasileiros precisam manter-se atentos a qualquer mudança, para desenvolver ações neutralizadoras com os órgãos governamentais.

Quadro 1. Principais barreiras à exportação de manga brasileira.

País	Tratamentos tarifários	Medidas não tarifárias
Argentina	Regime de livre comércio no Mercosul. Em todas as importações argentinas são cobrados IVA de 21% e um adicional IVA de 10%, ambos sobre valor CIF.	Certificado de origem Mercosul Certificado de exame pré-embarque Certificados fitossanitários
Chile	Não tem	Controle fitossanitário
Canadá	Imposto de Mercadorias e Serviços com alíquota de 7%, calculado no valor FOB mais a alíquota aduaneira.	Proibida importação de frutas não embaladas para venda sob consignação Certificado que são livres de doenças e de resíduos de terra
Estados Unidos	Alíquota ad valorem de 0%; Taxa de Processamento de Mercadorias de 0,21%; Taxa de Movimentação Portuária e uma taxa ad valorem de 0,125%.	Licenciamento prévio Tratamento com água quente; inspeção nas áreas de origem e nos portos de desembarque
União Européia	Não tem	Licença prévia de importações Certificado sanitário de exportação
Japão	Alíquota de 4% CIF + 5% sobre valor CIF acrescido de imposto aduaneiro	Proibição de importação de regiões onde há incidência de insetos ou pragas Certificado sanitário pelo país exportador Inspeção sanitária no desembarque.

Fonte: Radar (1999)

POTENCIAL E PERSPECTIVAS PARA A MANGA BRASILEIRA

Com base nas estatísticas para o ano de 1997, os Estados Unidos importaram 43% da manga no mercado mundial, enquanto a União Européia importou 28%.

Considerando-se as importações mundiais e as projeções da FAO, de um aumento na demanda mundial de manga de 34%, no ano 2000 haverá um aumento de 134 mil toneladas na procura desta fruta, tendo como principais mercados os Estados Unidos e a União Européia. Associando-se essa tendência com a elasticidade de renda de 1,39 a 1,73 e a elasticidade de preço de 0,74 e -2,49 para os Estados Unidos e União Européia, respectivamente, observa-se que, no médio prazo, o mercado europeu é mais promissor para a manga brasileira.

O Brasil é um dos maiores fornecedores de manga para o Reino Unido, cujas importações são realizadas diretamente ou via Holanda. Nesse mercado, seus principais concorrentes são o Peru e o Equador, cuja época de colheita coincide com a do Brasil.

Apesar do sucesso da manga brasileira no mercado europeu, para que sua presença seja consolidada, vários obstáculos ainda devem ser superados:

- Redução da dependência em relação à variedade Tommy Atkins e utilização de variedades mais ricas em sabor e menos fibrosas;
- os exportadores devem manter contato permanente com os importadores;
- os produtores devem, no curto prazo, encontrar novas formas de adicionar valor ao produto;

- os exportadores devem promover campanhas, participando de encontros e feiras nacionais e internacionais;

- os produtores/exportadores devem procurar ofertar manga durante todos os meses do ano.

No médio prazo, a manga brasileira deverá enfrentar uma concorrência mais acirrada, nos mercados dos Estados Unidos e da Europa, no período de setembro a março, quando em geral os preços são mais elevados.

Tem-se observado uma expansão na área plantada no México, com o objetivo de estender a temporada de fornecimento para o período de preços mais altos, e o Equador planeja incrementar sua produção no curto prazo, para participar mais ativamente do mercado mundial.

Dentro deste contexto, os exportadores brasileiros devem procurar diversificar o mercado, oferecendo uma manga de qualidade e de acordo com as exigências dos mercados consumidores, oferecendo ao mesmo tempo produtos processados em forma de polpa/purê/concentrado, utilizados na composição de sucos, sorvetes, molhos e *chutneys*. Observa-se, também, um amplo mercado para fatias de manga congelada nos Estados Unidos e na Europa.

Entretanto, para que o Brasil participe mais efetivamente desse mercado, é necessário o desenvolvimento de novas tecnologias e/ou aprimoramento das existentes, principalmente nas áreas de pós-colheita e processamento.

2 CARACTERÍSTICAS DA FRUTA PARA EXPORTAÇÃO

Heloísa Almeida Cunha Filgueiras
 Josivan Barbosa Menezes
 Tânia Bené Florêncio Amorim
 Ricardo Elesbão Alves
 Elenimar Barbosa de Castro

ATRIBUTOS DE QUALIDADE

Padrões mínimos

O fruto deve apresentar-se inteiro; firme; fresco; sadio; livre de materiais estranhos; isento de umidade externa anormal, a não ser a condensação que se segue à remoção da câmara; sem manchas ou danos mecânicos; sem danos causados por pragas ou por baixas temperaturas; isento de sabor e odor estranhos; deve estar suficientemente desenvolvido e apresentar maturação adequada; o tamanho do pedúnculo não deve exceder 1,0 cm.

Todas as normas referentes a padrões de qualidade de manga para os mercados internacionais, como por exemplo a FFV-45, da Comissão Econômica para a Europa, da ONU, estabelecem como padrões mínimos que os frutos para consumo *in natura*, após a preparação e embalagem, devem estar:

- intactos
- firmes
- com aparência fresca
- sadios – os frutos afetados por podridões ou deterioração que os tornem inadequados para consumo devem ser eliminados
- limpos – praticamente livres de qualquer matéria estranha visível
- praticamente livres de pragas
- praticamente livres de danos causados por pragas
- livres de manchas negras que se prolonguem para abaixo da casca

- livres de *bruising* acentuados
- livres de danos causados por temperatura baixa
- livres de umidade externa anormal
- livres de quaisquer cheiro ou gosto estranhos
- satisfatoriamente desenvolvidos e apresentando estágio de maturação satisfatório.

FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE

Os atributos de qualidade do fruto se desenvolvem ainda na planta, durante as fases de crescimento e maturação. Portanto, para a obtenção de frutos de qualidade há necessidade de:

- mudas de boa qualidade e procedência garantida;
- floração plena e equilibrada – flores sadias dão frutos sadios;
- polinização adequada – se os embriões contidos nas sementes forem vigorosos, garantem uma produção adequada de hormônios que induzem a frutificação;
- condições de irrigação, insolação e nutrição adequadas à planta. Para que o fruto se desenvolva plenamente e acumule todas as reservas necessárias ao desenvolvimento das características de qualidade, incluindo a cor, é indispensável que sejam supridas todas as necessidades de água, nutrientes, sol e ar puro;
- a cor da casca influi no valor de mercado da manga (Figura 10), e é afetada

pela exposição ao sol - os frutos mais expostos colorem melhor, e pelo nível de nitrogênio. Se o nível de nitrogênio for alto, durante o desenvolvimento do fruto, poderá haver comprometimento da cor, da sensibilidade à queima pelo látex e ao colapso interno;

- manejo fitossanitário pré-colheita do pomar - determinante para a qualidade pós-colheita, pois as principais doenças e pragas atacam o fruto antes da colheita e os sintomas podem vir a se manifestar apenas depois de iniciado o amadurecimento;

- colheita no estágio de maturação adequado – só assim pode-se conseguir frutos que amadurecem com qualidade após a colheita;

- observar as precauções para evitar o escorrimento de látex no momento da colheita, para evitar queimaduras no fruto;

- evitar qualquer tipo de estresse ao fruto durante o manuseio pós-colheita – danos mecânicos, temperatura alta, falta de ventilação, contato com materiais contaminados ou frutos estragados;

- adotar as técnicas e procedimentos mais adequados para prolongar a vida útil dos frutos;

- ter sempre em mente que a qualidade do fruto é definida enquanto ele está ligado à planta. Após a colheita só é possível manter a qualidade, nunca melhorá-la.

Principais doenças que afetam a qualidade pós-colheita da manga

As fontes de infecção por fungos que causam doenças na manga encontram-se, sobretudo, nos ramos mortos e frutos mumificados, que devem ser removidos freqüentemente do pomar. As doenças que mais causam perdas em manga são a antracnose (Figura 11), a podridão do pedúnculo e a podridão por *Alternaria*.

Antracnose

causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. O fungo afeta folhas e flores da mangueira, e seus esporos são levados até o fruto por meio da água de chuva ou



Figura 10. Desenvolvimento de coloração avermelhada em manga.



Figura 11. Sintomas de antracnose em manga.

orvalho, razão pela qual a disseminação é maior em locais úmidos ou períodos chuvosos. O fungo é transportado até o fruto na forma de esporos, que germinam e são capazes de penetrar na epiderme, ficando em estado latente até o início do amadurecimento, quando começam a aparecer os sintomas.

A antracnose provoca manchas escuras, marrons ou negras, de contornos bem definidos, que vão crescendo e se juntam, podendo causar rapidamente o apodrecimento do fruto.

O tratamento mais recomendado para controle da antracnose é aplicado após a colheita, por imersão dos frutos em água quente pura ou combinada com fungicidas. Quando se usa apenas a água quente, a temperatura deve ser de $54 \pm 1^\circ\text{C}$ por 5 minutos, tomando-se o cuidado de não exceder 55°C . Quando a imersão em água quente é combinada com fungicida, as temperaturas devem ser reduzidas para 52°C a 53°C . Os fungicidas mais empregados comercialmente no momento para essa finalidade são o Procloraz, na concentração de 300 ppm, ou o Imazalil, na concentração de 2000 ppm.

As mangas Tommy Atkins e Keitt suportam bem o tratamento a $54 \pm 1^\circ\text{C}$, porém a Haden, que tem casca mais fina, deve ser tratada a 52°C .

Para o controle mais eficiente dessa doença, são necessárias aplicações de fungicidas durante o cultivo para assegurar o rendimento. Aspersões antes do final da floração aumentam o pegamento dos frutos. Todas as aplicações de fungicidas antes da colheita devem ser informadas ao agrônomo responsável pela colheita e pós-colheita, para que sejam respeitados os prazos de carência e não ocorram problemas de níveis de resíduos acima dos limites permitidos.

Podridão-do-pedúnculo

Causada principalmente pelo fungo *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffin & Maulb, essa doença desenvolve-se após a colheita e é mais severa em pomares antigos. O fungo penetra através da cicatriz deixada no local de corte do pedúnculo, e a umidade alta favorece a infecção. Os sintomas iniciam com o amolecimento da casca ao redor da cicatriz do pedúnculo, depois esta parte escurece e as manchas se juntam. Pode crescer um micélio ao redor do pedúnculo, em alguma ruptura da casca, com liberação de

um líquido aquoso. A doença pode afetar outros frutos por contato com o micélio ou com o líquido que sai da parte afetada.

Se os frutos forem tratados com etileno e em seguida armazenados a 13°C , o desenvolvimento da infecção se acelera.

O tratamento com água quente a 52°C por cinco minutos é eficiente para o controle dessa doença. Se houver necessidade de transporte dos frutos por longas distâncias ou de armazenamento por período superior a três semanas, é necessário o uso de fungicidas. Com certeza as boas práticas de manejo, irrigação, nutrição reduzem consideravelmente a infecção.

Podridão por *Alternaria*

Causada por *Alternaria alternata* (Fr.:Fr.) Keissl., pode originar podridão em brotamentos, porém é mais importante economicamente na podridão pós-colheita dos frutos. A fonte inicial de contaminação são folhas e brotos doentes. A infecção pode acontecer em qualquer fase do desenvolvimento do fruto, sendo que os sintomas vão se manifestar quando se aproxima o amadurecimento.

Os sintomas são manchas circulares que se formam ao redor das lenticelas, que é por onde o fungo penetra. As manchas crescem e se juntam, formando uma só que pode cobrir grande parte do fruto. No início, a lesão afeta pouco a polpa, mas à medida que evolui vai tornando-se mais profunda. Em comparação com a antracnose, a mancha causada por *Alternaria* tem as bordas mais definidas, é mais escura e mais firme.

O desenvolvimento dessa doença também é favorecido por umidade alta durante o crescimento do fruto.

Como a *A. alternata* penetra no fruto durante o crescimento, os danos podem ser diminuídos com a aplicação de fungicidas no pomar, porém os tratamentos pós-colheita podem inibir o desenvolvimento das lesões durante o amadurecimento. Reco-

mendam-se aplicações de Maneb durante o desenvolvimento, iniciado duas semanas após o pegamento. Como tratamento pós-colheita pode-se aplicar Iprodione.

DISTÚRBIOS FÍSICOS E FISIOLÓGICOS

Colapso interno

O principal problema fisiológico que afeta a manga é o chamado colapso interno (Figura 12), com suas diferentes manifestações. O termo colapso interno (*internal breakdown*) é utilizado para se referir a um ou mais distúrbios fisiológicos caracterizados pelo amadurecimento prematuro e desigual da polpa. Alguns termos como “semente gelatinosa” (*jelly seed*), “nariz mole” (*soft nose*), “tecido esponjoso” (*spongy tissue*) e “cavidade na extremidade do pedúnculo” (*stem-end cavity*) têm sido utilizados para definir os distúrbios das mangas.

O colapso interno do fruto ocorre em todas as regiões produtoras de manga, nos mais variados níveis, dependendo da variedade, das condições do ambiente e do manejo da cultura.

O colapso interno consiste, inicialmente, na desintegração do sistema vascular na região de ligação entre o pedúnculo e o endocarpo, na fase pré-colheita. Essa desintegração é seguida da formação de um espaço vazio, podendo ocorrer escurecimento do tecido. Esse sintoma é descrito na literatura internacional como *stem-end cavity* (Figura 13). Em estágio mais avançado pode ocorrer necrose ou formação de tecido seco circundando o espaço vazio e, mesmo que o tecido fibroso não se desintegre, em muitos casos, a polpa da fruta muda de coloração, passando para alaranjado-escuro, com aspecto aquoso e odor de tecido fermentado.

Os sintomas do colapso interno não são facilmente detectados externamente, a menos que a incidência seja bastante severa, o que exterioriza o sintoma.



Figura 12 . Sintoma generalizado de colapso interno em manga.



Figura 13. “Cavidade na extremidade do pedúnculo” (*stem-end cavity*) da manga.



Figura 14. “Nariz mole” (*softnose*) em manga.

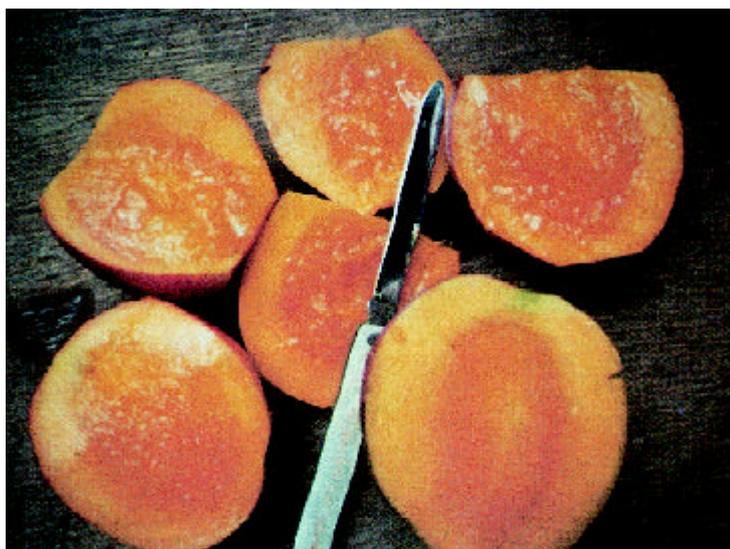


Figura 15. “Semente gelatinosa” (*jelly seed*) em manga.
Fonte: Ploetz et al. (1994).



Figura 16. “Tecido esponjoso” (*spongy tissue*) em manga.

Além desses sintomas, pode ocorrer, com menor frequência, a rachadura do caroço. Normalmente, quando isso ocorre, a polpa ao redor desta rachadura já encontra-se estragada.

O colapso interno da manga pode manifestar-se com outros sintomas:

“Nariz mole”: amadurecimento parcial da polpa na extremidade oposta ao pedúnculo. Em estádios precoces podem surgir áreas amarelas entre o caroço e a casca (Figura 14).

“Semente gelatinosa”: superamadurecimento próximo ao caroço. Intensifica-se a coloração amarela na área afetada, que torna-se escura e amolecida até o ponto de apresentar a consistência de geléia (Figura 15).

“Tecido esponjoso”: caracteriza-se pelo aparecimento de áreas na polpa que parecem esponja com coloração acinzentada (Figura 16).

O “tecido esponjoso” e a podridão peduncular em manga podem, às vezes, serem detectados na colheita pela ausência de fluxo de látex e produção de uma leve depressão em torno do pedúnculo.

Há um certo consenso de que o problema seja decorrente de desequilíbrio nutricional. Fruto grande e com gravidade específica elevada, ou fruto colhido maduro, são condições favoráveis à incidência de tecido esponjoso. Já foi verificado, também, que os frutos expostos ao sol após a colheita apresentam incidência de “nariz mole” mais elevada do que os frutos mantidos na sombra. Além disso, há uma tendência de os primeiros frutos (mais precoces) da mesma planta apresentarem incidência de colapso interno mais elevada.

Comparando tecidos sadios e afetados, constatou-se que a deficiência de cálcio pode ser importante. Já foi verificado, experimentalmente, em manga cultivada em solo arenoso e pobre em cálcio, que se o nível de nitrogênio for baixo, a ocorrência de colapso pode ser baixa também, mas se

no mesmo solo o nível de nitrogênio for elevado, a ocorrência aumenta muito. Em solo calcário, a incidência de colapso geralmente é baixa.

Quanto às diferenças entre variedades, já foi observado que as variedades melhoradas (Tommy Atkins, Kent, Irwin, Sensation e Keitt) em geral apresentam o problema, enquanto que nas variedades poliembriônicas e fibrosas (Espada, Coquinho, Rosinha) a ocorrência é menos freqüente.

A relação entre os níveis de cálcio na polpa do fruto e a presença do colapso precisa ser melhor definida antes que se possam recomendar medidas de controle apropriadas. O problema tem sido corrigido em manga Keitt cultivada em solos ácidos e arenosos com aplicações via solo de CaCO_3 (carbonato de cálcio) ou aplicação foliar de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (nitrato de cálcio). As análises de folhas de diferentes variedades de manga, plantadas em várias regiões brasileiras, mostraram que o colapso pode estar mais relacionado com o desequilíbrio na relação Ca:N do que com o teor de Ca isolado, ou seja, se o nível de nitrogênio for alto e o de cálcio baixo, o problema é mais grave.

Entretanto, com o que se conhece atualmente sobre o problema, pode-se sugerir:

- Controle nutricional: deve-se elevar a saturação de bases para 70%, pela aplicação de calcário e complementação com aplicação sobre a planta de nitrato de cálcio. Valores iguais ou superiores a 2,5% de cálcio, na matéria seca das folhas, reduzem a ocorrência do colapso.

- Controle cultural: colher os frutos o mais precocemente possível, desde que tenham completado o desenvolvimento fisiológico (ver indicadores de colheita), prática que também reduz o índice de colapso interno.

Queimadura por látex

O látex é um líquido viscoso de aparência leitosa, que é liberado quando se rompe

o pedúnculo no momento da colheita. Quando o látex entra em contato com a casca do fruto pode provocar queimadura, deixando manchas escuras que comprometem severamente o valor da manga (Figura 17).

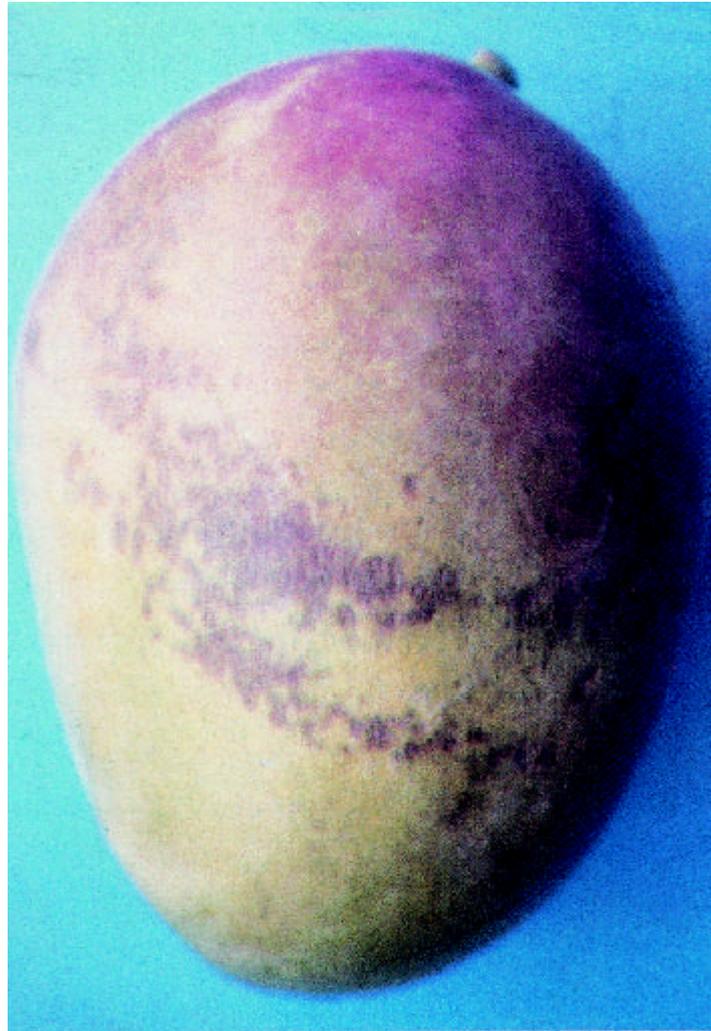


Figura 17. Queima por látex em manga. Fonte: Cunha et al. (1993).

Uma das recomendações para reduzir a queima por látex é evitar a colheita da manga nas primeiras horas da manhã ou em dias de chuva, pois os frutos estão mais túrgidos, e o fluxo de látex é maior. O horário mais conveniente para colheita seria entre 10 e 15 horas, quando o fluxo de látex é mínimo.

Imediatamente depois da colheita, recomenda-se deixar os frutos na sombra, com o pedúnculo voltado para baixo, para facilitar a saída do látex e evitar seu contato com a casca.

Outra prática para reduzir o problema de queimadura é colher as mangas com pelo menos 5 cm de pedúnculo, cortando-o somente no galpão de embalagem.

Logo após o corte do pedúnculo, pode-se fazer a imersão dos frutos em água com 1% de hidróxido de cálcio (cal) antes da lavagem.

Danos mecânicos

Os danos mecânicos são provocados pelo manuseio inadequado da fruta e podem causar ferimentos, manchas, abrasões etc. Qualquer dano mecânico acelera o amadurecimento e a perda de água na manga. O dano mecânico por impacto ou compressão ocorre quando o fruto cai ou é jogado de distância superior a 30 cm, ou quando se coloca grande quantidade de frutos em uma caixa, de modo que o peso seja grande sobre os que estão por baixo. Pode também ocorrer durante o transporte, se as condições das vias de acesso forem ruins ou se os frutos forem transportados a granel havendo vibração da carga. O dano por impacto, vibração ou compressão provoca manchas na casca e amolecimento da polpa no local, que pode ser acompanhado por escurecimento e, conforme a gravidade e as condições de armazenamento, leva à produção de sabor desagradável.

A distância limite para queda de frutos com pouco impacto mecânico é de 30 cm para frutos na maturidade fisiológica, e ainda menor para frutos mais maduros. Mesmo respeitando-se esses limites, em todos os pontos de impacto nas linhas do galpão de embalagem, deve haver revestimento de forrações de espuma.

O dano mecânico pode se manifestar, também, na forma de ferimentos ou cortes, se o fruto entrar em contato com objetos pontiagudos, arestas nas caixas, farpas de madeira etc. Esses ferimentos são portas de entrada para microrganismos que provocam o apodrecimento da polpa.

Danos mecânicos nem sempre afetam a polpa, mas podem provocar manchas e

imperfeições na casca que diminuem o valor comercial dos frutos.

A forma de controle de danos mecânicos é o manuseio cuidadoso dos frutos.

Injúria pelo frio

A manga não suporta baixas temperaturas. A sensibilidade ao frio depende da variedade, sendo que algumas toleram até 10°C, outras apresentam sintomas de injúria ou queima pelo frio a 15°C. Em geral, a sensibilidade é afetada também pelo estágio de maturação, sendo maior nos frutos mais verdes. As mangas mais maduras são menos sensíveis ao frio. Mangas amadurecidas em temperaturas mais altas são mais sensíveis ao frio.

Os sintomas de injúria pelo frio manifestam-se como escurecimento da casca, pequenas concavidades chamadas *pitting*, alterações no amadurecimento, ou até colapso interno, conforme a gravidade.

No estágio de maturação de colheita, se não for de variedade muito sensível, a manga pode ser conservada a 10°C e umidade relativa de 90% por pelo menos três semanas, tempo suficiente para o transporte marítimo.

O pré-condicionamento, pela redução gradual da temperatura, pode aumentar a resistência ao frio.

A aplicação de cera, pelo fato de modificar a atmosfera interna do fruto, pode proteger um pouco contra a queima pelo frio.

Injúria pelo calor

O colapso de polpa provocado pelo calor em frutos não submetidos a atmosfera modificada pode ser conseqüência de altas temperaturas durante o manuseio e embalagem, ou exposição ao sol.

Os tratamentos com calor são usados para controle fitossanitário de mangas. O manejo inadequado da temperatura pode provocar injúria hipertérmica. A sensibilidade também depende da variedade e do

estádio de maturação e do ambiente pré-colheita, e dentre os sintomas verificam-se o colapso de polpa, sabor fraco e, em casos graves, sinais de anaerobiose, como produção de etanol e acetaldeído, que são tóxicos para a polpa. O tratamento com vapor aumenta a respiração e, portanto, o consumo de oxigênio, levando à anaerobiose. Assim sendo, o tratamento térmico de frutos armazenados em atmosfera modificada pode agravar a injúria.

Ainda que o tratamento térmico não chegue a causar colapso, pode provocar

alterações mais sutis, como inibição da queda de acidez durante o amadurecimento, a inibição do amaciamento, ou um efeito superficial como escurecimento de lenticelas.

A forma de controle desse tipo de distúrbio é evitar a exposição desnecessária dos frutos ao calor: mantê-los sempre à sombra enquanto estiverem no pomar; baixar a temperatura da polpa antes do tratamento térmico; controlar rigorosamente o tempo e temperatura de tratamento; resfriar os frutos logo após o tratamento.

3 COLHEITA E MANUSEIO PÓS-COLHEITA

Heloísa Almeida Cunha Filgueiras
Tânia Bené Florêncio Amorim
Josivan Barbosa Menezes
Ricardo Eleshão Alves

CUIDADOS ANTES DA COLHEITA

Limpeza da panícula e raleamento dos frutos

O processo de limpeza da panícula consiste em eliminar os restos florais (Figura 18), folhas em excesso (Figura 19) e frutos com problemas fitossanitários, mecânicos e fisiológicos, utilizando uma te-

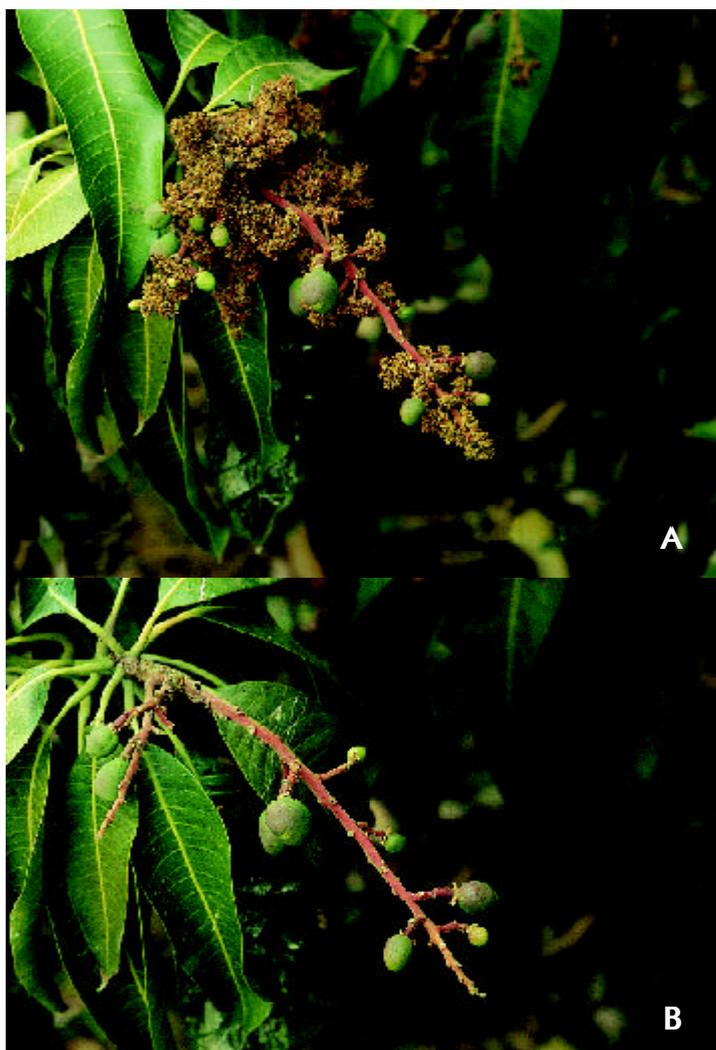


Figura 18. Panícula antes (A) e depois (B) da limpeza.



Figura 19. Planta antes (A) e depois (B) da retirada das folhas.



Figura 20. Frutos após a aplicação de cal.



Figura 21 – Frutos após o manejo que inclui limpeza de restos florais, retirada do excesso de folhas e aplicação de cal.

soura de raleio ou de poda. A retirada dos restos florais deve ser feita quando o fruto está no estágio conhecido como “ovo”. Recomenda-se, também, 30 dias antes da colheita, pincelar os frutos com hidróxido de cálcio (cal) a 5% (1kg/20l) para proteger contra queima pelo sol (Figura 20). Essa prática permite uma maior penetração dos raios solares e, conseqüentemente, frutos com coloração avermelhada mais intensa (Figura 21).

Análise do pomar

O agrônomo ou o técnico agrícola deve fazer uma análise global do pomar 15 a 20 dias antes da colheita, verificando a aparência dos frutos, a maturação, a coloração, aproveitando a ocasião para fazer uma estimativa da produtividade.

2. Índices e procedimentos de colheita

Os frutos colhidos prematuramente não amadurecem, ou o fazem de forma

irregular. Quanto mais imaturo o fruto, maior a sensibilidade a baixas temperaturas, e maior a perda de água por transpiração. As deficiências no amadurecimento da manga colhida prematuramente manifestam-se, entre outros aspectos, na cor, na firmeza, no conteúdo de açúcares e na acidez. Por outro lado, uma colheita tardia reduz a vida útil e torna o fruto mais sensível a danos mecânicos e ao ataque de microrganismos.

O estágio de maturação no momento da colheita deve ser tal que:

- permita a continuação do processo de amadurecimento até que se desenvolvam todas as características correspondentes à variedade da manga;
- a manga suporte o transporte e o manuseio, e
- chegue em condição satisfatória ao local de destino.

ÍNDICES DE COLHEITA

Indicadores físicos

São baseados, em sua maioria, em características relacionadas com a forma e com o aspecto do fruto (Figura 22), que podem ser percebidas visualmente sem emprego de métodos destrutivos:



Figura 22. Aspecto e formato do fruto por ocasião da colheita.

- coloração e aspecto da casca: a tonalidade verde-oliva passa a verde-clara brilhante, livre da cerosidade (pruína);
- aspecto das lenticelas: elas se fecham com a maturidade da fruta;
- forma do ápice: mais cheio e arredondado;
- forma do bico: começa a aparecer em algumas cultivares e

- conformação do ‘ombro’: na fruta verde está em linha com o ponto de inserção do pedúnculo, elevando-se com o avanço do processo de maturação.

Na tabela 2 encontram-se algumas recomendações das características externas do fruto que podem auxiliar os operários na decisão por ocasião da colheita.

A mudança de cor da polpa de branco para amarelo e a firmeza do fruto são indicadores físicos e objetivos do ponto de colheita, porém envolvem métodos destrutivos, que devem ser usados com sistemas de amostragem.

Se as variáveis responsáveis pela aparência externa não forem suficientes para o técnico definir o ponto de colheita, ele deve atentar para as variações da cor da polpa, conforme Figura 23 e definições a seguir.

1. Cor creme: A polpa apresenta a cor creme por completo, podendo variar de creme-claro a creme-escuro. Não se deve confundir a cor creme com a cor branca.

2. Mudanças da cor creme: Há uma mudança em até 30% da área com cor creme para a cor amarela, partindo do centro do fruto.

3. Amarelo: Corresponde a 30% a 60% da polpa com cor amarela.

4. Amarelo-laranja: Corresponde a mais de 60% da cor amarela e menos de 30% de cor laranja.

5. Laranja: Corresponde a mais de 90% da cor laranja.

Na Tabela 3 encontram-se algumas variáveis que podem auxiliar na definição

Tabela 2 – Características externas dos frutos por ocasião da colheita.

Características ideais para colheita	Características fora do padrão de colheita
'Ombros' cheios	Fruto com formato tipo 'canivete'
Casca lisa	Casca rugosa
Casca com brilho	Casca sem brilho (opaca)
Pontuações brancas espaçadas	Pontuações brancas próximas
'Nariz' do fruto achatado	'Nariz' do fruto afilado

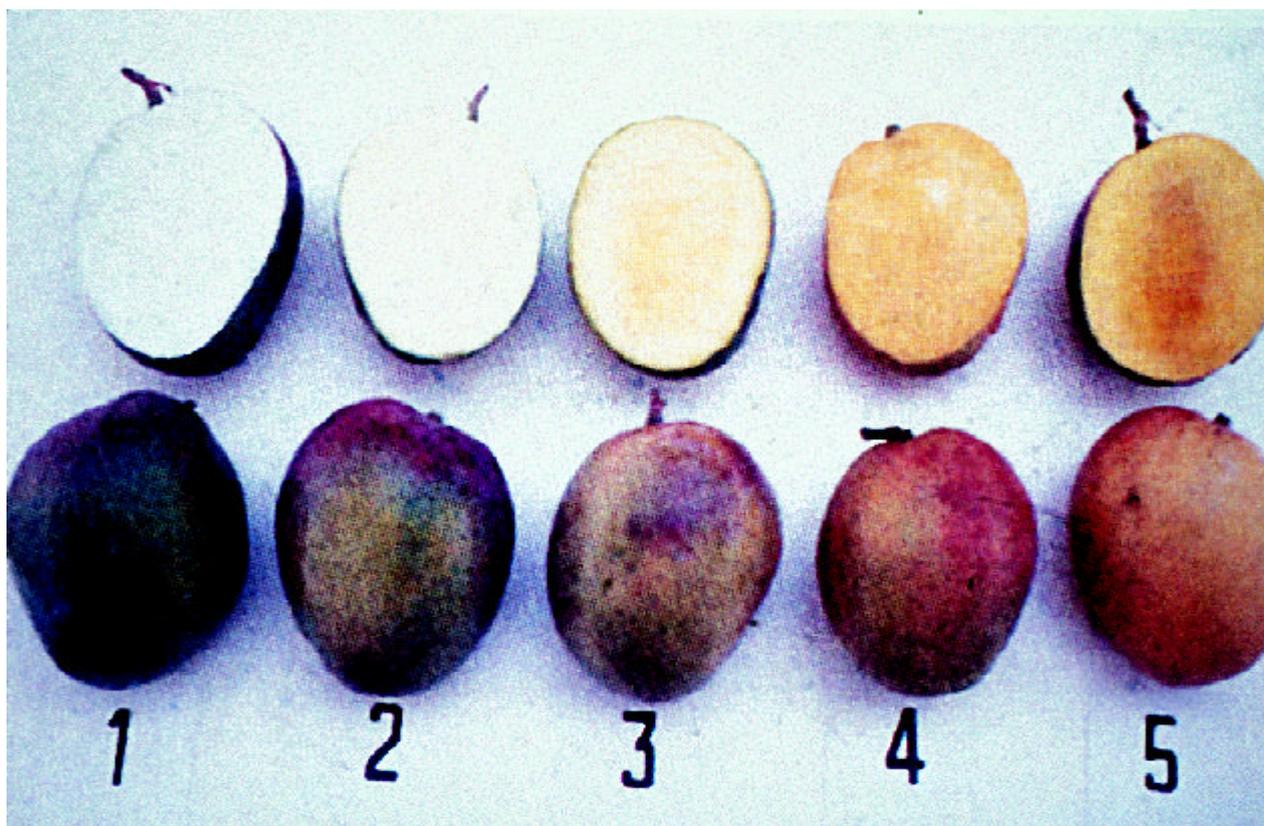


Figura 23. Escala de coloração da casca e da polpa. Fonte: GTZ (1992).

do ponto de colheita mínimo para as variedades Tommy Atkins, Haden, Kent e Keitt.

Deve-se ressaltar que os dados apresentados na Tabela 3 referem-se à maturação mínima para colheita. Hoje, entretanto, recomenda-se que as mangas que se destinam à Europa e ao Canadá sejam colhidas com cor de polpa correspondente ao grau entre 2 e 3 da escala.

A idade do fruto é um método bastante seguro para avaliar a maturação de mangas, porém seu uso é mais confiável em regiões onde chove pouco e há pouca alteração da temperatura durante o período de frutificação, pois leva-se em conta, também, o efeito de fatores ambientais, espe-

cialmente temperatura. Um outro indicador relacionado com o tempo de crescimento, quando ocorrem variações de temperatura, expressa-se como dias-graus centígrados, e é determinado somando-se as diferenças entre a temperatura média de cada dia e aquela tida como base, ou a mínima em que se registra crescimento da cultura.

Indicadores químicos

De forma abrangente pode-se dizer que durante a maturação da manga há um aumento na gravidade específica e no teor de sólidos solúveis, e diminuição da acidez.

Recomenda-se a colheita do fruto para consumo mais rápido quando o teor de

Tabela 3 – Mínimo de maturação das mangas das variedades Tommy Atkins, Haden, Kent e Keitt.

Variedade	Cor da polpa (escala)	Cor da casca (escala)	Firmeza (kgf)	Sólidos Solúveis (°Brix)
Tommy Atkins	1	2	13.2	7.3
Haden	1	2	12.2	7.3
Kent	1	2	12.4	7.4
Keitt	1	2	11.0	6.6

sólidos solúveis alcançar 10°Brix e para armazenar ou para mercados distantes, 7-8 °Brix (Tabela 3). A acidez total titulável para colheita depende da variedade do mercado a ser alcançado. Os consumidores estrangeiros preferem frutas com acidez mais elevada.

COLHEITA

O técnico agrícola deve estar atento aos fatores climáticos, pois a maturação dos frutos tende a acelerar nas épocas mais quentes do ano ou a atrasar nas épocas mais frias.

Procedimentos na colheita

- Os contentores (caixas plásticas) devem estar limpos, sanitizados (lavados em túneis de água clorada) e em bom estado de conservação (Figura 24). Devem ser colocados ao longo da linha de plantio, protegidos pela sombra das árvores e, se possível, sem contato com o solo, com bastante cuidado para não danificá-los. Evitar a deposição de restos culturais dentro dos contentores. Se forem usados contentores de madeira, deve-se observar se não há arestas, rachaduras ou pregos que possam machucar a fruta. E, de preferência, forrar as caixas.

- Deixar um espaço vazio de pelo menos 10 centímetros acima dos frutos nos contentores. Isto evita que as frutas se machuquem ou sejam comprimidas quan-



Figura 24. Caixa de colheita.

do se colocar um contentor sobre o outro.

Colheita propriamente dita

- Os frutos devem ser colhidos manualmente, usando-se uma tesoura de poda sanitizada com água quente (Figura 25). Os frutos da parte alta da planta devem ser colhidos com vara de colheita, contendo cesta, evitando-se danos por corte (Figura 26). O corte do pedúnculo deve ser feito



Figura 25. Colheita manual de manga.



Figura 26. Colheita com auxílio de uma vara



Figura 27. Transporte do campo para o galpão de embalagem.

acima da primeira inserção, evitando-se o vazamento de látex.

- O uso de bolsas (ou sacolas) de colheita, com abertura na parte inferior, para colocar os frutos que vão sendo coletados, é de grande utilidade, pois permite passar as mangas para os contentores sem que sofram golpes e se danifiquem.

- Os frutos manchados com látex devem ser enviados para o galpão de embalagem em contentores separados para não estragar os frutos limpos.

- Os frutos colhidos devem ser mantidos sob a sombra das árvores até o transporte para o galpão de embalagem.

TRANSPORTE PARA O GALPÃO DE EMBALAGEM

- As frutas não devem ser transportadas a granel, pois a quantidade que se estraga é muito grande e não compensa a economia no custo do transporte.

- Os contentores devem ser coloca-

dos no caminhão com cuidado. O técnico deve orientar o motorista do caminhão para transportar os frutos com bastante cuidado, evitando velocidade alta e estradas ruins. Nessa etapa ocorrem os maiores problemas de injúrias mecânicas (Figura 27).

- Se a carga não for coberta, as mangas das camadas de cima perdem muita água e podem até murchar. Deve-se usar cobertura de lona de cor clara, deixando um espaço de 40 cm a 50 cm entre a lona e os frutos para proteger do sol e manter a ventilação. Se a lona puder ser umedecida, a evaporação da água reduz ainda mais o aquecimento da fruta e protege contra a perda de água.

- Os caminhões que estão aguardando o descarregamento devem ser mantidos na sombra. Os contentores devem ser retirados manualmente e acomodados com bastante cuidado. Deve-se evitar o manejo com elevadores, que podem provocar danos físicos por vibração ou choque das caixas.

DETALHES DO GALPÃO DE EMBALAGEM

- As instalações do galpão de embalagem (Figura 28) devem garantir a segurança, sinalizando pontos de risco (esteiras, máquinas) e perigo de incêndio.

- A área externa deve ser protegida com quebra-ventos, calçamentos e dotada de sistema de drenagem.

- As paredes internas devem ser de cor clara, o piso nivelado e resistente ao uso de empilhadeiras, a iluminação deve ser de boa qualidade, com lâmpadas dotadas de calhas de acrílico.

- Todas as máquinas devem possuir certificado de inspeção e serem devidamente sanitizadas. As balanças devem possuir certificado de calibração.

- Toda a linha deve ser protegida com espuma para evitar danos mecânicos.

- A área de embalagem deve ser delimitada, livre de insetos e roedores, e as caixas devem ser mantidas sempre protegi-

das contra invasores, sobre as bases dos *pallets*. A área de estocagem também deve ser limpa e mantida em ordem.

- Os utensílios e as ferramentas devem ser protegidos contra quedas, evitando-se machucaduras ou arranhões nos frutos.

- Os frutos descartados devem ser retirados do galpão de embalagem, para evitar a contaminação dos frutos sadios.

- As sinalizações devem ser acompanhadas de figuras ilustrativas para facilitar a compreensão.

- Os operários do galpão de embalagem que manuseiam os frutos devem apresentar higiene pessoal, como: mãos limpas, unhas cortadas, cabelo protegido, dentre outros aspectos.

- Os operários necessitam de treinamento constante, o que facilitará e garantirá a qualidade do fruto no tocante aos aspectos de limpeza, tratamentos, seleção, classificação, embalagem, paletização, pré-resfriamento etc.



Figura 28. Galpão de embalagem em funcionamento.

- Os banheiros do galpão de embalagem devem ser mantidos limpos e ter tamanho adequado para o número de operários.
- As operações de resfriamento e a manutenção da cadeia de frio são fundamentais para garantir a qualidade e a vida útil da manga. As câmaras devem ser equipadas com sistemas de registro e controle de umidade, temperatura e circulação de ar.

OPERAÇÕES NO GALPÃO DE EMBALAGEM

Recepção

Cada lote de fruta que chega ao galpão (Figura 29) deve ser identificado, com informações sobre a procedência, manejo antes e durante a colheita e a hora de chegada, para processar por ordem de chegada. A manga destinada a mercados que exigem controle de moscas-das-frutas, ao chegar ao galpão deve ser imediatamente inspecionada. Para isso corta-se um fruto



Figura 29. Chegada dos frutos no galpão de embalagem.

por caixa, ou menos, conforme o tamanho do lote, para verificar se há infestação. Qualquer lote infestado deve ser rejeitado.

Lavagem

Os contentores devem ser esvaziados manualmente em água (tanques de fibra ou alvenaria) tratada com hipoclorito de sódio



Figura 30. Descarregamento da manga no tanque de recepção e lavagem.

ou hipoclorito de cálcio numa concentração de 100 a 200 ppm de Cl^- (Figura 30). O descarregamento na água reduz o impacto mecânico. Pode-se optar por uma primeira imersão em água com cal para eliminar os problemas com látex (ver item sobre queimadura por látex). Recomenda-se que os tanques tenham bombas para agitação e recirculação da água. Isto facilita a remoção mecânica das sujidades. Recomenda-se, também, conferir periodicamente o pH, a concentração de cloro e a temperatura da água, pois o cloro só é ativo em pH entre 6 e 7, e temperatura entre 23°C e 25°C. Quando o composto usado para clorar a água elevar o pH, recomenda-se corrigi-lo para 6,5 adicionando ácido clorídrico diluído (ácido muriático). Se a água utilizada provém de fontes superficiais, é recomendável uma análise de resíduos de pesticidas.

O uso de detergentes na água de lavagem pode ser eficiente, desde que de acordo com as especificações para aplicação, caso contrário pode ser inútil. Existem de-



Figura 32. Fruto de manga com deformação.

tergentes específicos conforme a dureza da água. Para se definir o tipo de detergente a ser utilizado, deve-se informar ao distribuidor especializado a dureza da água disponível no galão de embalagem.

As mangas devem ser de preferência lavadas com água clorada. Se forem utilizados detergentes, deve-se usar água sem clorar antes do tratamento hidrotérmico, já

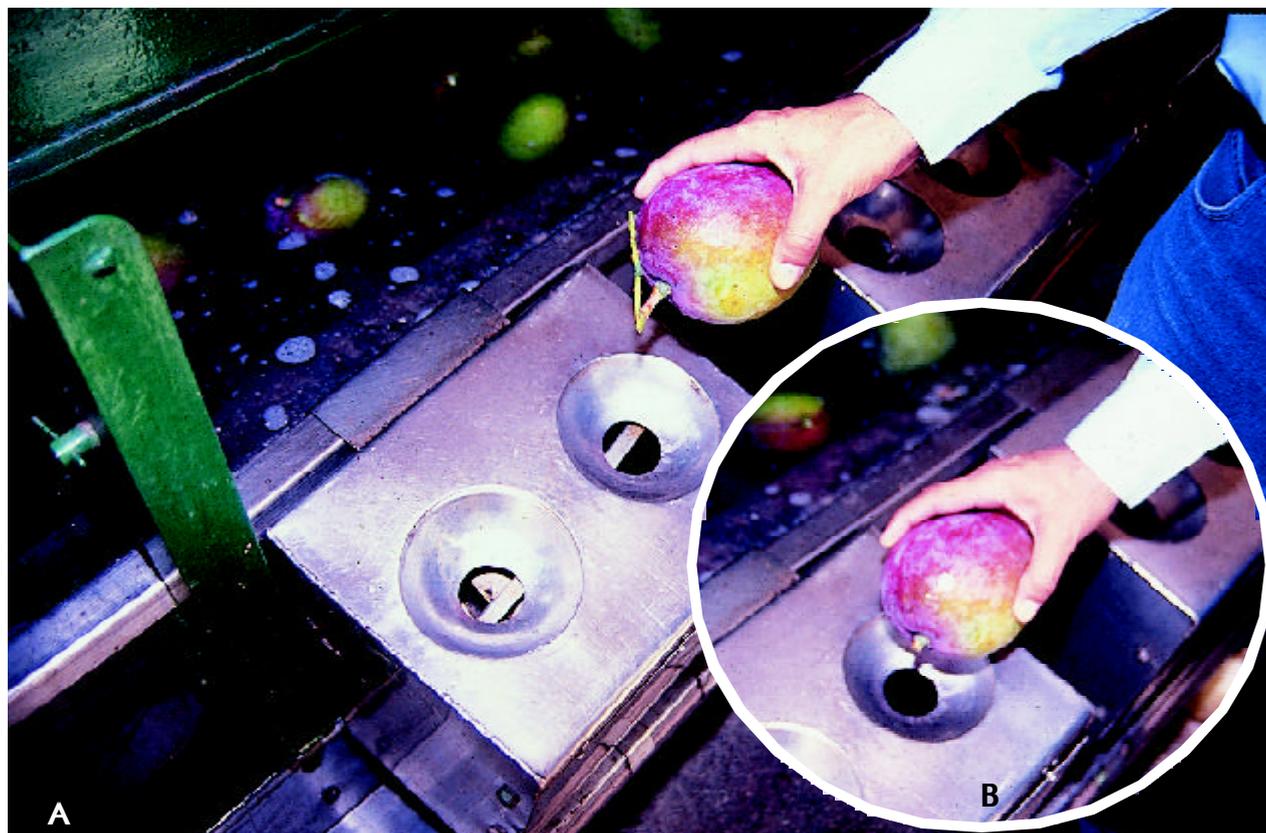


Figura 31. Corte mecânico do pedúnculo (A = antes e B = depois).

que os detergentes neutralizam a ação germicida do cloro.

Eliminação de pedúnculo

A eliminação manual ou mecânica do pedúnculo (Figura 31) deve ser feita, sempre que possível, no galpão de embalagem, logo após a imersão em água.

Seleção

Eliminação dos frutos sem valor comercial: imaturos, muito maduros, deformados (Figura 32), apresentando manchas, danos mecânicos ou defeitos nutricionais. No ponto de seleção deve haver intensidade de luz superior à dos outros locais, porém sem riscos de ofuscar ou causar cansaço visual nos selecionadores. O selecionador precisa ver todas as faces do fruto. A velocidade da esteira deve ser de 3 m/min, e a largura deve ser tal que os selecionadores alcancem além da metade. Os selecionadores devem estar posicionados comodamente, para que sua atenção não seja desviada, e devem ser bem treinados

com relação aos critérios e padrões de qualidade exigidos.

Seleção por tamanho ou peso

Este procedimento deve ser bastante rigoroso, principalmente para países que exigem tratamento quarentenário, pois a sua duração é baseada no peso dos frutos (Figura 33). A seleção pode ser mecânica, em máquinas selecionadoras, ou manual. No caso da manga destinada ao mercado europeu, após a seleção, os frutos devem ser submetidos ao tratamento de controle de fungos.

Tratamento fitossanitário

As instalações para tratamento fitossanitário hidrotérmico (Figura 34) devem contar com capacidade adequada para o aquecimento da água com isolamento térmico e um controle termostático que permita manter uma temperatura determinada ou maior que esta durante o tempo de tratamento estabelecido. É necessário um projeto adequado dos componentes que



Figura 33. Seleção mecânica por peso.

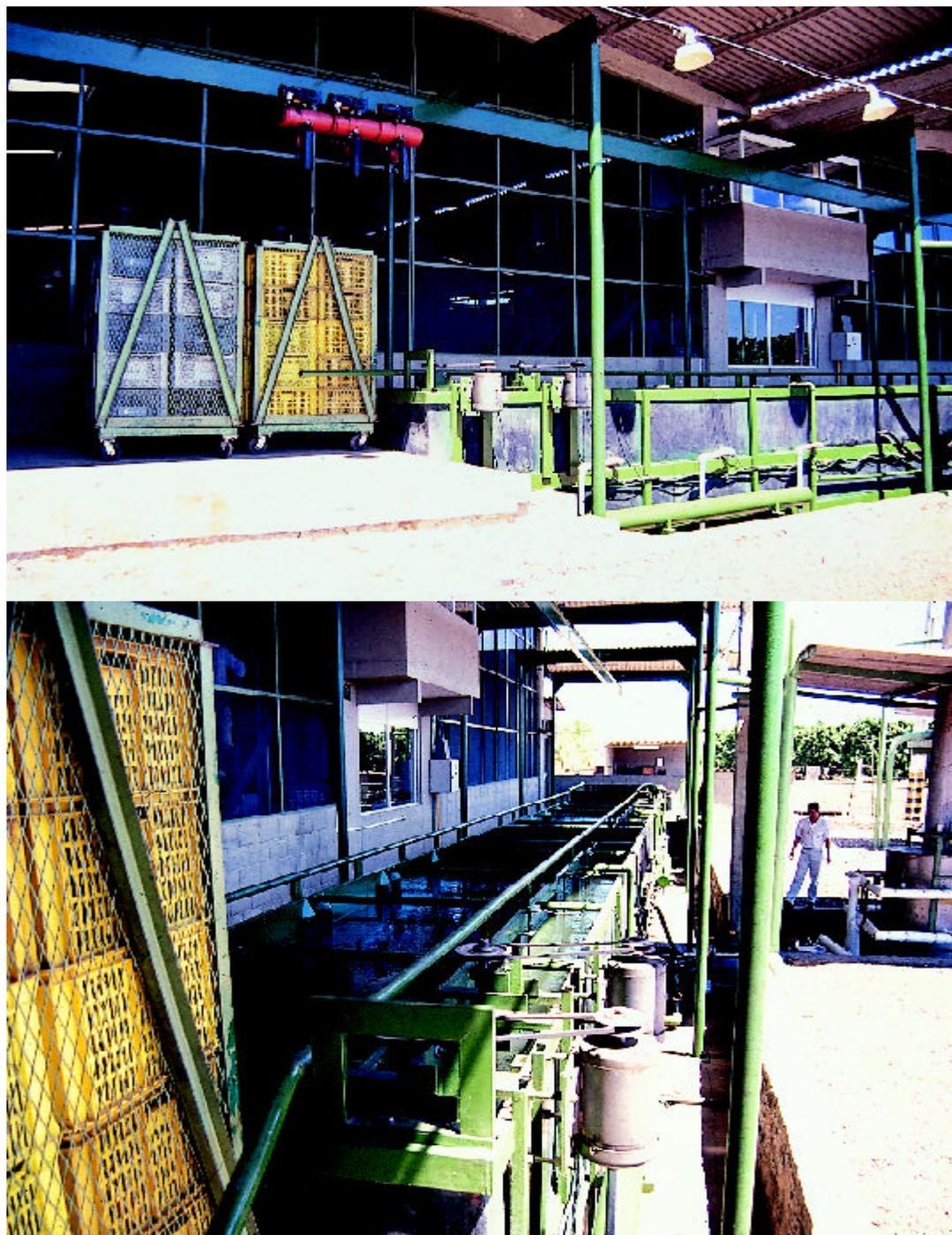


Figura 34. Sistema para tratamento hidrotérmico.

inclua uma equipamento de alta capacidade para aquecer a água e um sistema de circulação que assegure temperaturas uniformes em todo o produto ao tratamento.

Tratamento para controle de fungos

Este tratamento é recomendado para a manga destinada à Europa e ao Canadá. É usado para evitar problemas de podridão. O tratamento é feito mantendo-se as frutas

imersas em água a 55°C por 5 minutos. Pode-se adicionar fungicida à água nesse tratamento (ver item sobre doenças). Recomenda-se o uso de um espalhante adesivo (20 ml para 100l) para que haja aderência do fungicida. O controle da temperatura e do tempo de imersão deve ser extremamente rigoroso, pois, se as condições forem abaixo das recomendadas, não haverá controle, e se forem acima, poderão ocorrer danos na casca.

Tratamento para controle de moscas-das-frutas

Aplica-se à manga destinada aos Estados Unidos, ao Japão e ao Chile. O tratamento hidrotérmico consiste na imersão do fruto em água quente (46,1°C) durante 75 minutos (frutos com peso inferior a 425 g) ou 90 minutos (frutos com peso acima de 425 g). Para a aplicação desse tratamento é importante que a temperatura da polpa esteja próxima a 21°C, nunca mais baixa, caso contrário podem ocorrer efeitos negativos sobre a qualidade da polpa. O tratamento deve ser rigoroso, pois o fruto é muito susceptível a alterações na atividade enzimática, velocidade de respiração e ao surgimento de cavidades em torno do pedúnculo. Logo após o tratamento hidrotérmico, o fruto deve ser imerso em água fria, a 21°C. Após esse tratamento, as mangas devem ser levadas para uma área protegida contra a entrada de qualquer inseto, principalmente mosca-das-frutas. Essa área, chamada “zona limpa”, deve ser toda revestida com telas de 30 mesh. As condições exigidas para esse tratamento foram estabelecidas pelo USDA – Departamento de Agricultura do Governo dos Estados Unidos.

Tratamentos Especiais ou Complementares

Aplicação de cera

Tem a finalidade de melhorar a aparência e diminuir a taxa de transpiração dos frutos, reduzindo a perda de peso fisiológica. A formulação mais usada no Brasil é uma emulsão aquosa de grau alimentício à base de cera de carnaúba, que é aplicada em frutos limpos e secos, através de bicos de aspersão, à medida que os frutos passam por esteira com roletes. A secagem é feita em túnel de ar aquecido a 45°C, com o fluxo de ar em sentido contrário ao dos frutos. Após a secagem, o polimento é feito com escovas de crina (Figura 35). Dependendo da especificação do fabricante da cera, empregam-se diluições de 1 parte de cera para 3 ou até 6 partes de água. O rendimento pode



Figura 35. Sistema de aplicação de cera e polimento.

ser de aproximadamente 1 litro de emulsão para 1.000 quilos de fruto, conforme a regulagem dos bicos e o tamanho dos frutos.

Embalagem

As exigências básicas do material de embalagem para manga são:

- proteger contra danos mecânicos;
- dissipar os produtos da respiração, ou seja, permitir ventilação para evitar acúmulo de gás carbônico e calor;
- ajustar-se às normas de manejo, tamanho, peso e ser fácil de abrir;
- ser de custo compatível com o do produto.

A embalagem deve ser homogênea, obedecendo aos seguintes aspectos:

- O **conteúdo** deve ser homogêneo e conter unicamente frutos da mesma origem, variedade, qualidade e tamanho. A parte visível da embalagem deve ser representativa de todo o conteúdo.

- O **material de embalagem** deve ser novo, limpo, de boa qualidade, para evitar danos ao fruto. Os papéis ou selos utilizados, contendo especificações comerciais, devem ser impressos com produtos atóxicos.

- Cada caixa **deve conter**, em letras agrupadas do mesmo lado, por extenso, visíveis e legíveis, as seguintes informações:

- a) identificação: exportador, embalador ou expedidor;

- b) natureza do produto: nome do produto, variedade e tipo comercial;

- c) origem do produto: país e região onde o fruto foi produzido;

- d) identificação comercial: categoria, tipo e peso;

- e) na caixa permite-se **tolerância** com respeito à qualidade e ao tipo em relação aos frutos que não preenchem os requisitos da categoria indicada. O conteúdo da caixa, sujeito a inspeção, pode apresentar até dois frutos fora dos padrões;

f) dependendo da comercialização, a manga da variedade Tommy Atkins pode ser classificada em termos práticos, como padrão “TOP” (>50% vermelha), padrão “MESCLA” (25–50% vermelha) e padrão “VERDE” (<25% de cor vermelha).

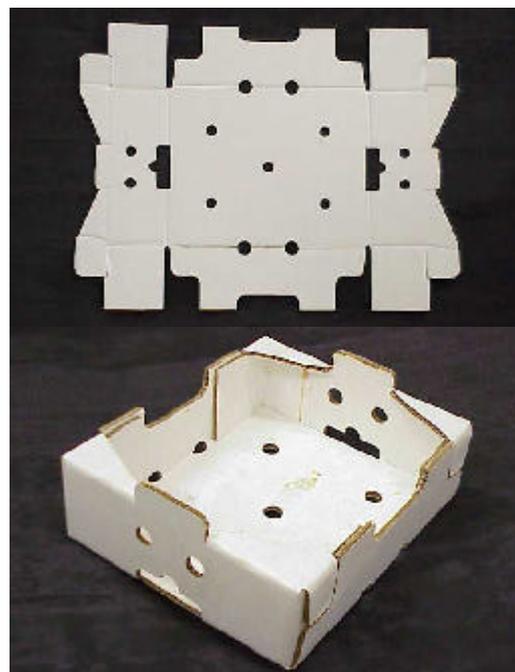


Figura 36. Caixa utilizada para embalagem e exportação de mangas (A = des-



Figura 37. Caixas contendo frutos tipo 7, 8, 9, 10, 12 e 14.

Deve-se atentar para o uso de embalagens resistentes ao empilhamento durante o processo de refrigeração, armazenagem e transporte.

As frutas são colocadas na embalagem conforme padrão estabelecido de acordo com o número de frutos por caixa, de modo que o aproveitamento do espaço seja máximo. As caixas usadas para o mercado internacional são confeccionadas em papelão ondulado de parede dupla (350 mm x 285 mm x 105 mm), do tipo peça única (bandeja), que comportam 4,2 kg (Figura 36). Nessas caixas são colocadas de 6 a 18 mangas, e os tipos correspondem ao número de frutos por caixa (Figura 37). As caixas devem ter orifícios para ventilação e aletas nas laterais que se encaixem no fundo da caixa de cima quando for feito o empilhamento.

Paletização

Deve-se atentar para a rigidez no empilhamento e na amarração do *pallet*. Recomenda-se o empilhamento em colunas (Figura 38). As pilhas trançadas sofrem redução na resistência. Deve-se evitar que a pilha de caixas ultrapasse o limite do *pallet* torne-se desalinhada. Utilizam-se, geralmente, *pallets* com 12 caixas na base e altura de 20 caixas. A amarração deve ser feita com fitas para arqueação, colocando-se cantoneiras.

Os *pallets* para o mercado dos Estados Unidos devem ser revestidos com tela para proteção contra a entrada de moscas-frutas.

Pré-resfriamento

O pré-resfriamento consiste em reduzir rapidamente a temperatura da fruta já *palletizada* até a temperatura de armazenamento ou transporte. As câmaras de armazenamento e os contêineres de transporte não são projetados para retirar o calor com rapidez suficiente.

A melhor maneira de se resfriar uma carga *palletizada* é com ar forçado em câmara fria (Figura 39). Nesse processo, o ar frio



Figura 38. Pallets montados.



Figura 39. Pré-resfriamento da manga.

é forçado, por meio de ventiladores, a passar através dos orifícios de ventilação das caixas, nos espaços livres entre as frutas e, portanto, a troca de calor é feita diretamente entre o ar e a fruta. O pré-resfriamento com ar forçado requer aproximadamente 4 a 6 horas, enquanto que em câmara fria

demora de 18 a 24 horas. A umidade relativa do ar durante o resfriamento deve ser mantida em 85% a 95% para evitar perda de água nos frutos.

ARMAZENAMENTO/ TRANSPORTE

Nestas etapas não se deve interromper a cadeia de frio para a manga. Dessa forma, o carregamento dos contêineres (capacidade 20 *pallets*) deve ser feito de forma rápida e em local construído especialmente para este fim (Figura 40). A temperatura ideal está na faixa de 10°C a 13°C. Durante o transporte é imprescindível a renovação do ar dentro dos contêineres. O transporte marítimo representa cerca de 90% em termos de comércio exterior. O transporte aéreo só é utilizado quando a manga atinge preço diferenciado no mercado externo.

NORMAS DE QUALIDADE

As normas de qualidade estabelecem especificações que o produto deve apresentar para ser consumido *in natura*, visando ao mercado externo.



Figura 40. Porta de saída do ambiente refrigerado para o contêiner.

Classificação

A classificação da manga, de acordo com as normas internacionais (CEE/ONU, FFV-45), é feita conforme descrito a seguir.

Classe Extra: A manga deve ser uniforme, livre de danos e de odores estranhos, excelente apresentação, característica da variedade, livre de defeitos, exceto os defeitos provocados de forma superficial que não afetem o aspecto do fruto e sua qualidade, incluindo a conservação e a apresentação na embalagem.

Classe I: O fruto deve ser uniforme; aparência característica da variedade; pode apresentar alguns defeitos leves de formato ou na casca devido a atritos, queimaduras pelo sol, manchas superficiais devido à exsudação do látex, danos cicatrizados que não ultrapassem a dimensão de uma polegada.

Classe II: Apresentam defeitos de formato e defeitos da casca devido a atritos e queimaduras pelo sol, manchas superficiais devido à exsudação do látex, danos cicatrizados que não ultrapassem a dimensão de uma polegada.

Com relação à classificação por tamanho, as normas estabelecem que o peso mínimo deve ser de 200 g e, uma vez classificados, existem limites de tolerância para as diferenças de peso encontradas entre frutas da mesma caixa, conforme agrupadas no Quadro 4.

As normas de qualidade estabelecidas para os exportadores de manga no México definem limites ainda mais rigorosos quanto à diferença de peso entre frutos de cada tipo, sendo a tolerância de 10 g para frutos que pesem até 270 g, de 15 g para frutos entre 281 g e 429 g, de 25 g para frutos entre 436 g e 535 g e de 30 g para os frutos maiores, até 700 g.

As normas internacionais estabelecem limites quantitativos de tolerância tanto de qualidade quanto de peso para frutos que

Tabela 4 - Limites permitidos para diferenças de peso entre mangas da mesma caixa.

Grupo	Peso (g)	Diferença máxima permitida entre frutos da mesma caixa
A	200 - 350	75
B	351 - 550	100
C	551 - 800	125

não satisfaçam as exigências para cada classe, conforme apresentado a seguir.

Tolerâncias de qualidade

Classe Extra – 5% em número ou peso, das mangas que não satisfaçam os requisitos desta classe mas sim os da classe I ou, excepcionalmente, estejam dentro dos limites de tolerância daquela classe.

Classe I - 10% em número ou peso, das mangas que não satisfaçam os requisitos desta classe mas sim os da classe II ou, excepcionalmente, estejam dentro dos limites de tolerância daquela classe.

Classe II - 10% em número ou peso, das mangas que não satisfaçam nem os requisitos desta classe, nem os padrões mínimos, com exceção dos frutos afetados por podridão, dano acentuado ou qualquer outra deterioração que os torne inadequados para consumo.

Tolerância de tamanho

Para todas as classes: 10% em número ou peso das mangas correspondendo à metade da diferença permitida para o respectivo grupo ou abaixo da faixa especificada na embalagem, com um mínimo de 180 g para as da menor faixa de tamanho e um máximo de 925 g para as da faixa de maior tamanho.

MEIO AMBIENTE E SEGURANÇA ALIMENTAR

Os produtores/embaladores de manga devem dirigir a atenção para proteger o ambiente e valorizar os recursos naturais. Os frutos descartados e as embalagens de produtos usados na empresa, na medida do possível, podem ser transformados em adubo orgânico. As embalagens dos produtos químicos devem receber lavagem triplíce com água, sendo retornadas para o pulverizador. As embalagens devem ser colocadas em local apropriado.

O processo produtivo deve usar o mínimo possível de produtos químicos. O produtor deve verificar a real necessidade, fazer o monitoramento por meio de armadilhas, controle biológico e integrado, entre outras práticas. Deve usar apenas produtos aprovados pela Legislação Brasileira. As recomendações do rótulo e o prazo de carência não devem ser ignorados.

O produtor deve, periodicamente, submeter a manga à análise de resíduos dos produtos utilizados em pré e pós-colheita.

Os limites máximos de resíduos de pesticidas, estabelecidos pelo *Codex Alimentarius*, para manga e, conseqüentemente, utilizados pelos importadores para monitoramento, encontram-se na Tabela 5.

Quadro 5 - Limites máximos de resíduos (LMR) de pesticidas em manga, conforme *Codex Alimentarius*.

Produto	LMR (mg/kg)
CARBENDAZIM	2
DITHIOCARBAMATOS	2
PROCHLORAZ	2
PROPICONAZOL	0,05
TRIADIMEFON	0,05
TRIADIMENOL	0,05

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGLAND INVESTMENT SERVICES. **Relatório técnico de fruticultura**. Recife, 1999, 110 p.
- BAGSHAW, J. **Mango pest and disorders**. Queensland Department of Primary Industries, 1989. 44p. (Bulletin, Q189007).
- BROWN, B. I.; WELLS, I. A.; MURRAY, C. F. Factors affecting the incidence and severity of mango sapbum and its control. **ASEAN Food Journal**, v.2, p.127-132, 1986.
- CARLOS, J.T.; MISIPATI, P. Incidence of anthracnose in ripe mangoes with hot water treatment. **Journal of South Pacific Agriculture**, v.1, n.1, p.51-55, 1992.
- CARRARO, A.F.; CUNHA, M.M. **Manual de exportação de frutas**. Brasília: MAARA/SDR/FRUPEX/IICA, 1994, 252p.
- CHUANG, T.Y.; ANN, P.J. Biological control of mango anthracnose. **Plant Protection Bulletin Taipei**, v.39, n.3, p.227-240, 1997.
- CRUZ DA SILVA, A.V. **Qualidade de manga Tommy Atkins submetida a aplicação pré-colheita de cloreto de cálcio e armazenada sob refrigeração**. Mossoró: ESAM, 1999. 52p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).
- CUNHA, A.P. da C.; SAMPAIO, J.M.M.; NASCIMENTO, A.S. do.; SANTOS FILHO, H.P.; MEDINA, V.M. **Manga para exportação: aspectos técnicos de produção**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 35p. (Série de Publicações Técnicas FRUPEX, 8).
- CHAPLIN, G.R. Postharvest physiology of mango fruit. In: AUSTRALIAN MANGO RESEARCH WORKSHOP, 1984, Queensland, Melbourne. **Proceedings...** Queensland, Melbourne: CSIRO, p.261-270, 1984.
- CUNHA, M.M. de; COUTINHO, C. de C.; JUNQUEIRA, N.T.V.; FERREIRA, F.R. **Manga para exportação: aspectos fitossanitários**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1993. 104p. (Série de Publicações Técnicas FRUPEX, 3).
- DONADIO, L.C. **Varietades brasileiras de manga**. São Paulo: UNESP, 1996. 135p.
- FAO. **Datos agrícolas de FAOSTAT – producción – cultivos primários - mango**. Disponível na Internet via [www.url: http://apps.fao.org](http://apps.fao.org). Arquivo capturado em 7 de janeiro de 2000.
- FAO. **Datos agrícolas de FAOSTAT – comercio – cultivo y ganado primários y derivados**. Disponível na Internet via [www.url: http://apps.fao.org](http://apps.fao.org). Arquivo capturado em 7 de janeiro de 2000.
- FAO. **Datos agrícolas de FAOSTAT- nutrición - Codex Alimentarius : residuos de plaguicidas en los alimentos - límites máximos de residuos**. Disponível na Internet via [www.url: http://apps.fao.org](http://apps.fao.org). Arquivo capturado em 8 de janeiro de 2000.
- FERREIRA, F. Colapso interno do fruto. In: DONADIO, L.C., Ferreira, F.R. (ed.) SIMPÓSIO SOBRE MANGICULTURA, 2., 1989, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1989, p.149-56.
- FERREIRA, F.R.; VITTI, G.C.; DONADIO, L.C. Incidência do colapso interno do fruto em cultivares de mangas em Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10., 1989, **Anais...** Fortaleza: SBF, 1989. p. 328-33.
- FRUPEX. **Manga para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**, Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, Brasília: Embrapa-SPI, 1994, 44p. (Série de Publicações Técnicas FRUPEX, 4).
- GTZ - DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT, **Manual de exportación - frutas tropicales y hortalizas**. Eschborn, 1992, 34p.
- HILL, O. **Prospecção de mercado - manga**. Londres: Brasemb, 1999, 16p (Rel. 013)
- HOFMAN, P.J.; SMITH, L.G.; JOYCE, D.C.; JOHNSON, G.I.; MEIBURG, G.F. Bagging of mango (*Mangifera indica* cv. "Keitt") fruit influences fruit quality and mineral composition. **Postharvest Biology and Technology**, v.12, p.83-91, 1997.
- HOLMES, R.; LEDGER, S. Handling systems to reduce mango sapburn. In: INTERNATIONAL MANGO SYMPOSIUM, 4, Miami, 1992. **Abstracts...** Miami, ISHS, 1992. p.98.
- JACOBI, K.K.; GILES, J.E. Quality of "Kensington" mango (*Mangifera indica* Linn.) fruit following combined vapor heat desinfestation and hot water disease control treatment. **Postharvest Biology and Technology**, v.12, p.285-292, 1997.
- JOEL, D. M. Resin ducts in the mango fruit: A defense system. **Journal of Experimental Botany**, v.31, p.1707-1718, 1980.
- JOEL, D. M.; MARBACH, I.; MAYER, A. M. Laccase in *Anacardiaceae*. **Phytochemistry**, v. 17, p.796-797.
- JOHNSON, G. I.; SANGCHOTE, S.; COOKE, A.W. Control of stem-end rot (*Dothiorella dominicana*) and other postharvest diseases of mangoes (cv. Kensington Pride) during short- and long-term storage. **Trop. Agric.**, Trinidad, v.67, n.2, April, 1990.
- JOHNSON, G.I. Mango diseases caused by fungi - stem-end rot. In: PLOETZ, R. C.; ZENTMYER, G.A.; NISHIJIMA, W.T.; ROHRBACH, K.G.; OHR, H.D. **Compendium of tropical fruit diseases**. The American Phytopathological Society. Estados Unidos da América, 1994, p.39-41.
- KADER, A. A. **Mango**. Recommendations for maintaining postharvest quality. Disponível na Internet via <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Fruit/mango.html>. Arquivo capturado em 16/07/1999.

- KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. California-USA: University of California, 1992. 296p. p.117.
- KORSTEN, L.; VILLIERS, E. de; LONSDALE, J. H. Biological control of mango postharvest disease in the packhouse. **Yearbook South African Mango Growers Association**, v.13, p.117-121, 1993.
- KRETZSHMAR, A. A. Controle biológico de patógenos que ocorrem em pós-colheita. In: BEITOL, W. **Controle biológico de doenças de plantas**. Juazeira: EMBRAPA-CNPDA, 1991, 388p.
- LEDERMAN, I.E.; BEZERRA, J.E.F.; CARVALHO, P.S. de; ALVEZ, M.A.; SANTOS, V.F. dos. Determinação do ponto de colheita da manga Cv. Tommy Atkins, para a região semi-árida de Pernambuco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.20, n.2, p.145-151, Ago, 1998.
- LIM, T. K.; KUPPELWEISER, W. Mango sapburn amelioration in the Northern Territory. In: INTERNATIONAL MANGO SYMPOSIUM, 4., Miami, 1992. **Abstracts...** Miami, ISHS, 1992. p.103.
- LIMA, L.C. de O. **Tecido esponjoso em manga 'Tommy Atkins': transformações químicas e bioquímicas no mesocarpo durante o armazenamento**. Lavras: UFLA, 1997. 148p. (Tese de Doutorado).
- LIZADA, C. Mango. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. (ed.) **Biochemistry of fruit ripening**, London: Chapman e Hall, 1993, cap. 8, p. 255-266.
- LIZADA, M.C. Postharvest physiology of the mango. **Acta Horticulturae**, n.291, p.437-453, 1991.
- LONSDALE, J. H. In search of an effective postharvest treatment for the control of postharvest diseases of mangoes. **Yearbook South African Mango Growers Association**, v.12, p.32-36, 1992.
- LOVEYS, B. R.; ROBINSON, S. P.; BROPHY, J. J.; CHACHO, E. K. Mango sapburn: Components of fruit sap and their role in causing skin damage. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.19, p. 449-457, 1992.
- MALO, S.; CAMPBELL, C.W. Studies on mango fruit breakdown in Florida. In: **PROCEEDINGS of the Tropical Region American Society for Horticultural Science**. Santiago, v.22, p. 1-15, 1978.
- MANICA, I. **Fruticultura tropical - manga**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 135p.
- MARKETASIA. **Postharvest handling of mangoes**. Disponível na Internet via [www.url: http://www.marketasia.org/bulletins/ph/mangoes.html](http://www.marketasia.org/bulletins/ph/mangoes.html). Arquivo capturado em 28 de outubro de 1999.
- MCINTYRE, A.; WICKHAM, L.D.; WILSON, L. A.; MALINS, A. Hot water treatments for the postharvest control of fruit fly and anthracnose in the caribbean mango "Julie". **Acta Horticulturae**, v.341, p.533-535, 1993.
- MCINTYRE, A.; WICKHAM, L.D.; WILSON, L. A.; MALINS, A. Hot water treatments for the postharvest control of fruit fly and anthracnose in the caribbean mango "Julie". **Acta Horticulturae**, v.341, p.533-535, 1993.
- MEDINA, J. C. Manga. In: MEDINA, J.C. **Manga: da cultura ao processamento e comercialização**. Campinas: ITAL, 1981.
- MEDLICOTT, A.P.; REYNOLDS, S.B.; THOMPSON, A.K. Effect of temperature on the ripening of mango fruit (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins. **Journal of Science and Food Agriculture**. London, v.37, p.469-474, 1986.
- MENEZES, J.B. Colapso interno em manga: Um problema sério de qualidade pós-colheita. **Informativo da Sociedade Brasileira de Fruticultura**, Brasília-DF, v.16, n.1, p. 10-11, março, 1997.
- NASCIMENTO, A. S. MALAVASI, A.; MORGANTI, J. S.; DUARTE, A. L. A. Hot-water immersion treatment for mangoes infected with *Anastrepha fraterculus*, *A. oblique*, and *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v.85, p.457-460, 1992.
- NEVES, E.M. Exportação de frutas de mesa: sinais de mercado. **Preços Agrícolas**, USP/ESALQ/CEPEA, Piracicaba, v. 11, n° 30, p. 27-28, 1997.
- OLIVEIRA, A.M. de. **Incidência do colapso interno em dezoito cultivares de manga no Vale do Açu-RN**. Mossoró-RN: ESAM, 1995. 20p. (Monografia de graduação em Agronomia).
- PIMENTEL, C.R. Evolução recente e tendências da fruticultura nordestina. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v.29, n° 1, 1998, p. 11-19.
- PINTO, A.C. de Q. et al. Relação Ca:N nas folhas e seu efeito na produção e qualidade da manga Tommy Atkins sob condições de cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1994. p. 763-764.
- PLOETZ, R.C.; ZENTMYER, G.A.; NISHIJIMA, W.T.; ROHRBACH, K.G.; OHR, H.D. **Compendium of tropical fruits diseases**. St. Paul: APS, 1994. 88p.
- POPENOE, J.; HATTON, T.T.; HARDLING, P.L. Determination of maturity of hard green Haden and Zill mangoes. **Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.** v.71, p.326-329, 1958.
- RADAR. Frutas tropicais - alguns indicadores de demanda. Disponível na Internet via www.url://radar.com.br. Arquivo capturado em 29 de abril de 1999.
- RAMOS, V.H.V. **Conservação pós-colheita de manga por meio do tratamento químico, da embalagem plástica e da cera associada à hidrotermia e refrigeração**. Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1994. 179p. (Tese de Doutorado em Produção Vegetal).
- RAYMOND, L.; SCHAFFER, B.; BRECHT, J.K.; CRANE, J.H. Internal breakdown in mango fruit: symptomology and histology of jelly seed, soft nose and stem-end cavity. **Postharvest Biology and Technology**, v.13, p.59-70. 1998.
- ROBINSON, S. P.; LOVEYS, B. R.; CHACKO, E. K. Polyphenol oxidase enzymes in the sap and skin of mango fruit. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.20, p.99-107, 1993.

- SALLES, J.R. de J. **Vida útil pós-colheita de mangas cvs. Tommy Atkins e Van Dyke:** influência da temperatura e do estágio de maturação. Mossoró, 1994. 57p. Escola Superior de Agricultura de Mossoró, ESAM, Mossoró, RN. (Dissertação)
- SANGCHOTE, S. *Botrydiploia* stem and rot of mango and its control. **Acta Horticulturae**, v.291, p.296-300, 1991.
- SAÑUDO, R. B. **Manejo postcosecha del mango.** Empacadoras de mango de exportación A.C. (EMEX). México: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD),, 1997. p.8-18.
- SATIN, M. **Trends in post-production technology.** Disponível na Internet via [www.url: http://www.fao.org/inpho/vlibrary/grey_lit/g0002e.htm](http://www.fao.org/inpho/vlibrary/grey_lit/g0002e.htm). Arquivo capturado em 20 de julho de 1999.
- SILVA, C.R. de R. E. **Fruticultura tropical.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 377p.
- SILVA, R.B. da. **Método prático para detecção do internal breakdown em manga.** Mossoró-RN: ESAM, 1997. 39p. (Monografia de graduação).
- SOARES, N.B. **Comportamento de dezenove variedades de mangueira na região de Bebedouro, SP.** Jaboticabal, 1994. 142p. - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. (Tese de Doutorado)
- THOMAS, P.; KANNAN, A.; DEGWEKAR, V.H.; RAMAMURTHY, M.S. Non-destructive detection of seed weevil-infested mango fruits by X-ray imaging. **Journal of Horticultural Science**. v.5, p.161-165. 1993.
- THOMAS, P.; SAXENA, S.C.; CHANDRA, R.; RAO, R.; BHATIA, C.R. X-ray imaging for detecting spongy tissue, an internal disorder in fruits of ALPHONSO mango. **Journal of Horticultural Science**. v.5, n.68, p.803-806. 1993.
- TREVIZANELLI, V.L. **Influência da adubação na qualidade tecnológica dos frutos de mangas cv. Tommy Atkins.** Jaboticabal, 1998. 78p. - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (Trabalho de Graduação em Agronomia).
- UNECE. **Agricultural standards.** Disponível na Internet via [www.url: http://www.uece.org/trade/agr/standard/fresh/fresh_e.htm](http://www.uece.org/trade/agr/standard/fresh/fresh_e.htm). Arquivo capturado em 4 de janeiro de 2000.
- VAZ, L.A.A. **Efeitos da aplicação de diferentes níveis de N, K, Ca, Zn e B na produção e na ocorrência do colapso interno do fruto em manga do cv. Tommy Atkins .** Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1990. 94p. (Trabalho de Graduação em Agronomia).
-

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura e do Abastecimento

MELÃO

Pós-Colheita

Ricardo Elesbão Alves
Organizador

Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia
Brasília - DF
2000

Série Frutas do Brasil, 10

Copyright © 2000 Embrapa/MA

Exemplares desta publicação podem ser solicitados a:

Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia
SAIN Parque Rural - W/3 Norte (final)
Caixa Postal: 040315
CEP 70770-901 - Brasília-DF
Fone: (61) 448-4236
Fax: (61) 440-2753
vendas@spi.embrapa.br
www.spi.embrapa.br

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita 2.270 - Bairro Planalto Pici
Caixa Postal: 3761
CEP 60511-110 - Fortaleza-CE
Fone: (85) 299-1800
Fax: (85) 299-1803
sac@cnpat.embrapa.br
www.cnpat.embrapa.br

CENAGRI
Esplanada dos Ministérios
Bloco D - Anexo B - Térreo
Caixa Postal: 02432
CEP 70849-970 - Brasília-DF
Fone: (61) 218-2615/2515/321-8360
Fax: (61) 225-2497
cenagri@agricultura.gov.br

Responsável pela edição: José Márcio de Moura Silva
Coordenação editorial: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia
Revisão, normalização bibliográfica e edição: Vitória Rodrigues
Planejamento gráfico e editoração: Marcelo Mancuso da Cunha
Fotos da Capa: Carlos Albreto Lopes (flor de melão), João Araújo Neto e Evandro Peres Ribeiro

1ª edição

1ª impressão (2000): 3.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação do Copyright © (Lei nº.9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia.

Melão. Pós-colheita / Ricardo Elesbão Alves; organizador; Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, CE). — Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.
44p. ; (Frutas do Brasil ; 10).

Inclui bibliografia.
ISBN ????????????

1. Melão - Colheita. 2. Melão - Pós-colheita. I. Alves, Ricardo Elesbão, org.
II. Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, CE). III. Série.

CDD ??????????

© Embrapa 2000

AUTORES

Carlos Roberto Machado Pimentel

Engenheiro Agrônomo, Dr. em Economia Rural, Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Caixa Postal 3.761, CEP 60511-110 – Fortaleza, CE

E-mail: pimentel@cnpat.embrapa.br

Celsemy Eleutério Maia

Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Solos, Escola Superior de Agricultura de Mossoró/Esam, BR-100, km 47 – Pres. Costa e Silva, CEP 59625-090 – Mossoró, RN

E-mail: cppg@esam.br

Elenimar Bezerra de Castro

Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Fitotecnia, Frutas do Nordeste Ltda./Frunorte, Rua Vereador José Bezerra de Sá, 588 – Bela Vista, CEP 59650-000 – Açu, RN

E-mail: frunorte@frunorte.com.br

Francisco Marto Pinto Viana

Engenheiro Agrônomo, Dr. em Proteção de Plantas, Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Caixa Postal 3.761, CEP 60511-110 – Fortaleza, CE

E-mail: fmpviana@cnpat.embrapa.br

Francisco Vieira da Costa

Engenheiro Agrônomo, Nolem Comercial Importadora Exportadora Ltda, BR-304, km 09, CEP 59625-970 – Mossoró, RN

E-mail: agr@maisa.com.br

Garibalde Gentil de Andrade

Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Entomologia, Escola Superior de Agricultura de Mossoró/ESAM, BR-100, km 47 – Pres. Costa e Silva, CEP 59625-090 – Mossoró, RN

E-mail: cppg@esam.br

Heloísa Almeida Cunha Filgueiras

Engenheira Agrônoma, Dra. em Fisiologia Pós-Colheita, Pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Caixa Postal 3761, CEP 60511-110 – Fortaleza, CE

E-mail: heloisa@cnpat.embrapa.br

José Héinton Severo de Almeida

Engenheiro Agrônomo, Mossoró Agro-Industrial S.A./Maisa, BR-304, km 09, CEP 59625-970 – Mossoró, RN

E-mail: agr@maisa.com.br

Josivan Barbosa Menezes

Engenheiro Agrônomo, Dr. em Fisiologia Pós-Colheita, Professor da Escola Superior de Agricultura de Mossoró/Esam, BR-100, Km 47 – Pres. Costa e Silva, CEP 59625-090 – Mossoró, RN

E-mail: cppg@esam.br

Júlio Gomes Júnior

Engenheiro Agrônomo, Escola Superior de Agricultura de Mossoró/Esam, BR-100 – km 47 – Pres. Costa e Silva, CEP 59625-090 – Mossoró, RN

E-mail: cppg@esam.br

Luciana de Sandes Eduardo Pereira

Engenheira Agrônoma, Mossoró Agro-Industrial S.A./Maisa, BR-304, Km 09, CEP 59625-970 – Mossoró, RN

E-mail: agr@maisa.com.br

Ricardo Elesbão Alves

Engenheiro Agrônomo, Dr. em Fisiologia Pós-Colheita, Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Caixa Postal 3761, CEP 60511-110 – Fortaleza, CE

E-mail: elesbao@cnpat.embrapa.br

APRESENTAÇÃO

Uma das características do Programa **Avança Brasil** é a de conduzir os empreendimentos do Estado, concretizando as metas que propiciem ganhos sociais e institucionais para as comunidades às quais se destinam. O trabalho é feito para que, ao final da implantação de uma infra-estrutura de produção, as comunidades envolvidas acrescentem, às obras de engenharia civil requeridas, o aprendizado em habilitação e organização, que lhes permita gerar emprego e renda, agregando valor aos bens e serviços produzidos.

O Ministério da Agricultura e do Abastecimento participa desse esforço, com o objetivo de qualificar nossas frutas para vencer as barreiras que lhes são impostas no comércio internacional. O zelo e a segurança alimentar que ajudam a compor um diagnóstico de qualidade com sanidade são itens muito importantes na competição com outros países produtores.

Essas preocupações orientaram a concepção e a implantação do Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortalças, Flores e Plantas Ornamentais – FRUPEX. O Programa **Avança Brasil**, com esses mesmos fins, promove o empreendimento Inovação Tecnológica para a Fruticultura Irrigada no Semi-árido Nordeste.

Este Manual reúne conhecimentos técnicos necessários à colheita e pós-colheita do melão. Tais conhecimentos foram reunidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa – em parceria com as demais instituições do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária, para dar melhores condições de trabalho ao setor produtivo, preocupado em alcançar padrões adequados para a exportação.

As orientações que se encontram neste Manual são o resultado da parceria entre o Estado e o setor produtivo. As grandes beneficiadas serão as comunidades para as quais as obras de engenharia também levarão ganhos sociais e institucionais incontestáveis.

Tirem todo o proveito possível desses conhecimentos.

Marcus Vinicius Pratini de Moraes

Ministro da Agricultura e do Abastecimento

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

MERCADO INTERNACIONAL: SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS	9
Introdução	9
Exportação e Importação Mundial	10
Comportamento dos Preços	10
Barreiras Comerciais	10
Potencial e Perspectivas para o Melão Brasileiro	11

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS DO MELÃO PARA EXPORTAÇÃO	13
Introdução	13
Principais Variedades de Melão para Exportação	13
Classificação Comercial	14
Atributos de Qualidade	16
Fatores que Afetam a Qualidade	16

CAPÍTULO 3

COLHEITA E MANUSEIO PÓS-COLHEITA	23
Introdução	23
Indicadores e Procedimentos de Colheita	23
Operações no Galpão de Embalagem.	26
Armazenamento Refrigerado	38
Transporte	39
Normas de Qualidade	39
Meio Ambiente e Segurança Alimentar	40

CAPÍTULO 4

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
---	----

1 MERCADO INTERNACIONAL: SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS

Carlos Roberto Machado Pimentel
Ricardo Elesbão Alves
Heloísa Almeida Cunha Filgueiras

INTRODUÇÃO

O melão atualmente é cultivado em 72 países, tendo ocupado em 1999, uma área de 1,13 milhões de hectares e uma produção de 19,51 milhões de toneladas (FAO, 2000). A China é o principal produtor, sendo responsável por 35%, seguida pela Turquia com 9,22%, pelo Irã com 8,15% e pelos Estados Unidos com 6,46% da oferta mundial. O Brasil, com uma produção de 92 mil toneladas em uma área de 12 mil hectares, é o 23º produtor mundial (Figuras 1 e 2).

O rendimento médio por hectare pelos países produtores, em 1999, foi inferior a 18 toneladas por hectare (Figura 3). No entanto, dentre os principais produtores destacam-se Estados Unidos, Espanha, Romênia e Itália com rendimento superior a 20 toneladas. Comparado a estes, o Brasil apresenta apenas 7,66 toneladas por hectare, demonstrando que os produtores brasileiros, na sua maioria, não estão utilizando de modo adequado as tecnologias atualmente disponíveis. No entanto, em algumas regiões do país onde se utiliza um alto nível tecnológico, o rendimento por hectare atinge valores superiores a 30 toneladas, desde que cultivem híbridos com elevado potencial genético. Desta forma, considerando-se a tecnologia atualmente disponível para a produção de melão, observa-se que a produção mundial poderia aumentar razoavelmente, sem a necessidade de expansão da área plantada.

O crescimento da produção mundial de melão tem-se apresentado nos últimos trinta anos de forma moderada, exceto para

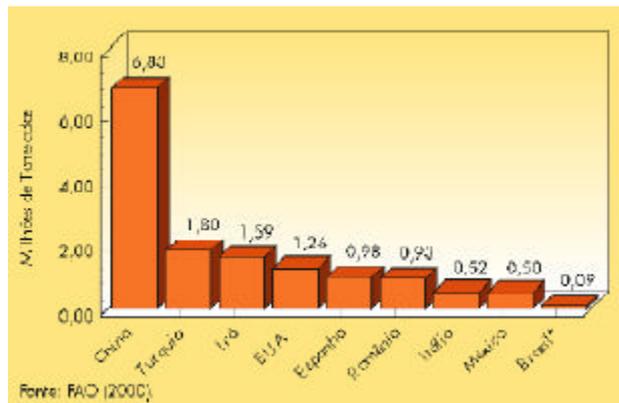


Figura 1. Produção de melão pelos principais produtores em 1999.

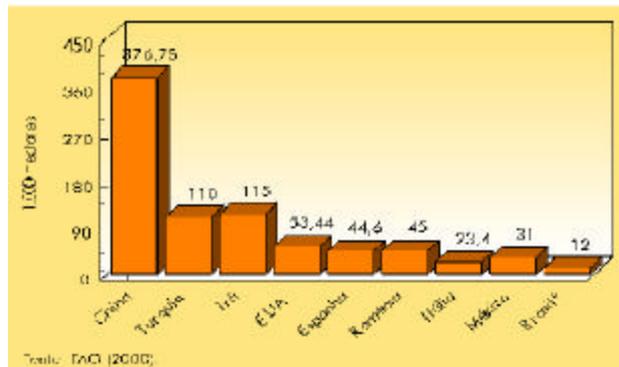


Figura 2. Área cultivada com melão pelos principais países produtores em 1999.

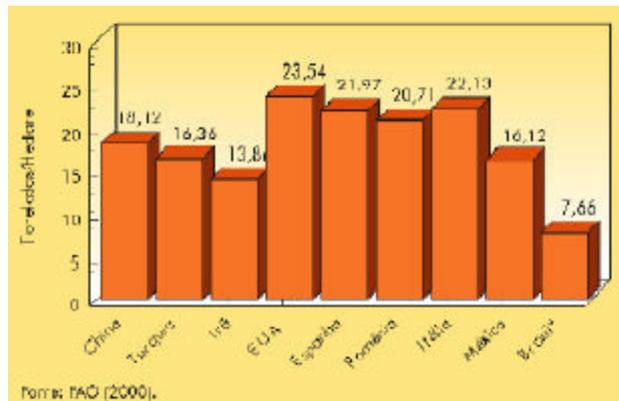


Figura 3. Rendimento médio por hectare de melão nos principais países produtores em 1999.

Europa, Japão e África do Sul que mostraram maior dinamismo na década de noventa (Silva et al., 1999).

EXPORTAÇÃO E IMPORTAÇÃO MUNDIAL

Da produção mundial de 19,20 milhões de toneladas, em 1998, apenas 1,49 milhão exportados, sendo que 57,38% das exportações foram realizadas por países das Américas.

O comércio mundial de melão foi duplicado, considerando as exportações do período 1990/1998. Neste contexto podem-se destacar Costa Rica, Honduras, Guatemala, Brasil, Panamá e Holanda, como aqueles países que apresentaram maior contribuição. A Holanda, apesar de não ser produtora e sim distribuidora, aparece como décimo exportador mundial, com um volume de 35,65 mil toneladas, em função de porto de Roterdã funcionar como uma porta de entrada para vários países da Europa. A Espanha é o principal exportador mundial, responsável por 24,73%, tendo presença crescente no mercado a partir de 1990, seguida do México com 16,17% e da Costa Rica com 10,31% das exportações (Figura 4).

No que se refere ao aspecto financeiro, o incremento no período de 1990 a 1998

foi de 68%, demonstrando uma redução nos preços internacionais (Figura 5).

O melão atualmente é um produto tipicamente de consumo doméstico nos principais países produtores, com exceção do Brasil.

As importações de melão, em 1998, foram de 860 milhões de dólares, sendo os Estados Unidos responsáveis por 28,70%, seguidos do Reino Unido com 13,08% e da França com 10,16% (Figura 6). Com relação à quantidade importada (Figura 7), observa-se que o mercado de melão atingiu, 1,49 milhões de toneladas em 1998.

COMPORTAMENTO DOS PREÇOS

Os preços recebidos, em 1990, 1994 e 1998, pelos países produtores foram reduzidos em 19%, revelando que a oferta esta superior à demanda internacional (Figura 8). Para evitar uma redução contínua nos preços, os países produtores necessitam estimular o consumo interno e diversificar os mercados, promovendo o melão em países potencialmente consumidores.

BARREIRAS COMERCIAIS

As exportações agrícolas mundiais, têm enfrentado nos últimos anos desafios em razão das barreiras tarifárias e não-tarifárias. Em geral, os países importadores, para proteger seus produtores impõem barreiras a entrada de produtos, principalmente, dos países em desenvolvimento.

No caso do melão brasileiro, observa-se uma redução das barreiras tarifárias e um incremento das não-tarifárias, embora existam medidas discriminatórias que afetam as exportações brasileiras.

Atualmente, observam-se barreiras que vão desde a proibição, como a aplicada pela China e Japão, à imposição de licença prévia de importação, certificado sanitário de exportação e outras exigências.

A Tabela 1 apresenta as principais exigências tarifárias e não-tarifárias impos-

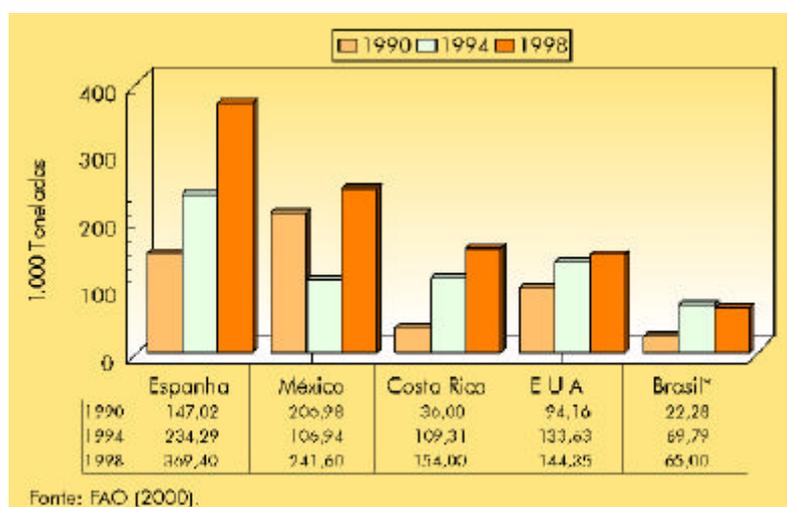


Figura 4. Volume de melão comercializado pelos principais países exportadores em 1990, 1994 e 1998.

tas ao melão brasileiro pelos principais países importadores .

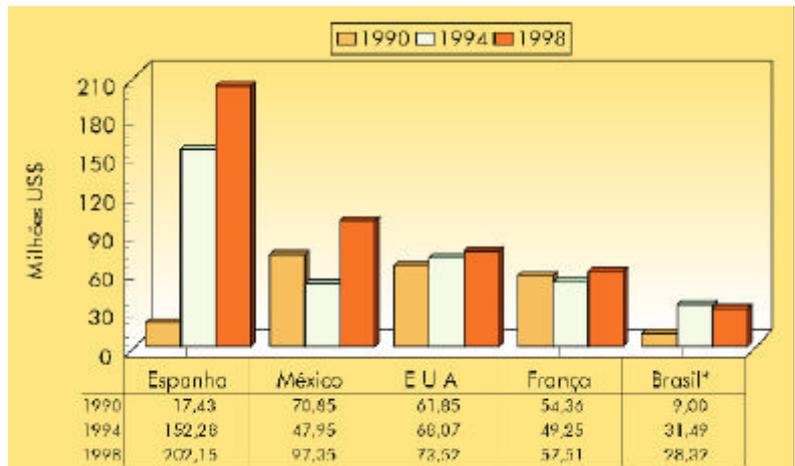
Considerando-se a tendência mundial de incrementar as barreiras não-tarifárias, como meio de proteger a produção interna, os produtores e exportadores brasileiros necessitam manter-se atualizados com relação às mudanças das exigências, para desenvolverem juntamente com os órgãos governamentais ações objetivando reduzir seus impactos nas exportações.

POTENCIAL E PERSPECTIVAS PARA O MELÃO BRASILEIRO

O mercado externo para o melão brasileiro atualmente está concentrado nos seguintes países: Holanda, Reino Unido e Finlândia que, em conjunto, são responsáveis por 66,70% das exportações nacionais. Esta situação demonstra a necessidade de os produtores brasileiros diversificarem o destino de suas exportações de melão.

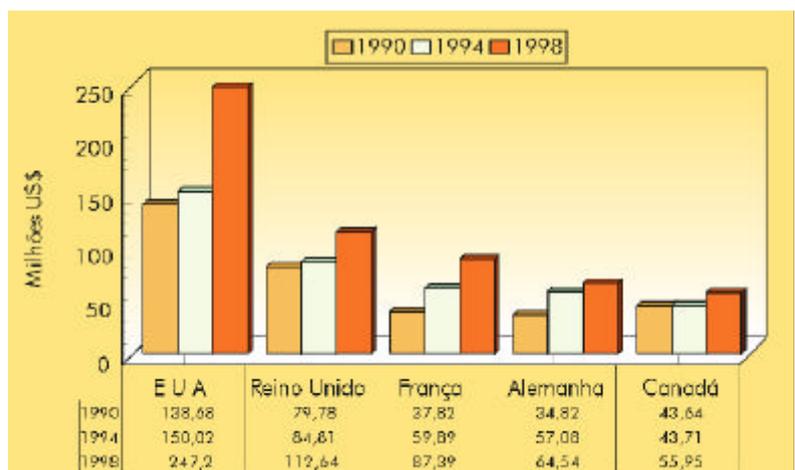
Atualmente, os Estados Unidos, principal mercado consumidor mundial de melão, não têm recebido do Brasil a devida atenção. Este mercado tem preferência por variedades de *Cantaloupe* e *Honey Dew* com polpas verde e laranja. O mercado norte-americano é bastante amplo, havendo potencial para o melão brasileiro principalmente no período de abril a setembro. Nesse período o Brasil não terá concorrência do México, que é o principal fornecedor para os Estados Unidos, e da produção doméstica da Califórnia, Arizona e Texas. Os principais concorrentes do Brasil são Honduras, Costa Rica e Panamá que não são considerados grandes produtores mas que têm uma alta participação no mercado internacional.

Por outro lado, os exportadores brasileiros precisam diversificar o mercado oferecendo um melão de qualidade e de acordo com as exigências dos consumidores. Para tanto, é necessário promover campanhas de incentivo ao aumento do consumo, principalmente nos países potencialmente grandes consumidores. Dentre esses países,



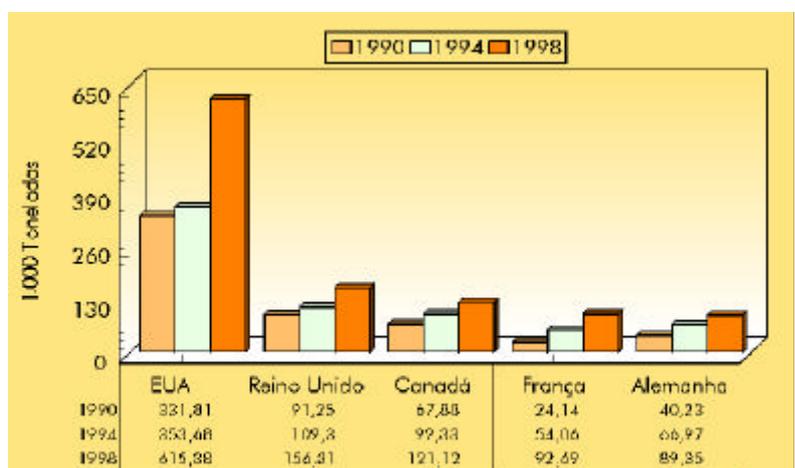
Fonte: FAO (2000).

Figura 5. Valores comercializados pelos principais países exportadores de melão em 1990, 1994 e 1998.



Fonte: FAO (2000).

Figura 6. Valores pagos pelos principais países importadores de melão em 1990, 1994 e 1998.



Fonte: FAO (2000).

Figura 7. Quantidade adquirida pelos principais países importadores de melão em 1990, 1994 e 1998.

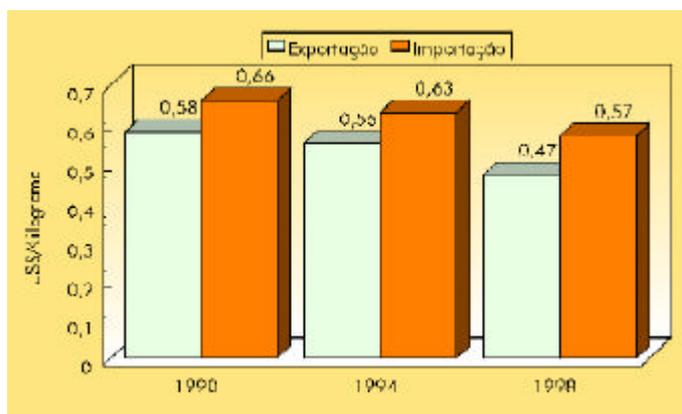


Figura 8. Comportamento dos preços de melão no mercado internacional, em US\$/kg no período em 1990, 1994 e 1998.

destacam-se Argentina, Itália, Kuwait, Noruega e Portugal, os quais nos últimos anos têm aumentado o consumo interno de melão.

Para que o Brasil aumente sua participação no mercado mundial é necessário que o melão produzido, além de doce, seja suculento e de polpa firme, apresentando uma coloração branco-esverdeada, ligeiramente alaranjada nas bordas. A cor externa típica deverá ser amarela não muito intensa, homogênea, sem manchas, riscos e queimaduras de sol.

Tabela 1. Principais barreiras à exportação do melão brasileiro.

Países	Tratamento tarifário	Medidas não-tarifárias
Estados Unidos	Isento por estar no SGP	Proibição de importação de áreas não-certificadas; licença prévia de importação, inspeções nos portos de origem e desembarque
União Européia	Alíquota zero em função de SGP	Certificado sanitário de exportação; certificado de controle de qualidade
Canadá	7% do valor FOB	Certificado fitossanitário e estar livre de resíduos de terra
Japão	Alíquota de 7,3% do valor CIF + 5% de taxa de consumo calculado sobre o valor CIF	Atualmente a importação está proibida sob a alegação de contaminação pela mosca-do-mediterrâneo
China, Hong Kong	Não incidem impostos ou taxas	Frutas embaladas em contêiner próprio; certificado fitossanitário e certificado de que os produtos não estejam contaminados

Fonte: Radar (1999); Silva (1999).

2 CARACTERÍSTICAS DO MELÃO PARA EXPORTAÇÃO

Josivan Barbosa Menezes
Heloísa Almeida Cunha Filgueiras
Ricardo Elesbão Alves
Celsemy Eleutério Maia
Garibaldi Gentil de Andrade
José Héinton Severo de Almeida
Francisco Marto Pinto Viana

INTRODUÇÃO

Durante muitos anos, estudou-se a cultura do melão com ênfase para os aspectos produtivos, contribuindo sobremaneira para o aumento da utilização de insumos agrícolas. O aumento da oferta do melão no mercado internacional tornou obrigatória a diferenciação do produto ofertado, fazendo com que o produtor se alinhasse aos requerimentos de mercados mais exigentes.

Todas as etapas do manejo pré-colheita interferem para que o padrão de qualidade seja alcançado no final do ciclo da cultura do melão: a variedade; a época, o local e as condições de plantio - temperatura, umidade, ventos, fotoperíodo, solo, água, mão-de-obra, distância do mercado; tratamentos culturais - manejo nutricional e fitossanitário, manejo da água, condução da rama e dos frutos.

Neste capítulo estão incluídas informações e recomendações que visem subsidiar o produtor e/ou importador na obtenção e manutenção da qualidade pós-colheita de melão para o mercado externo.

PRINCIPAIS VARIEDADES DE MELÃO PARA EXPORTAÇÃO

Ainda hoje existe discussão sobre a nomenclatura científica dos melões cultivados (Figura 9). As variedades botânicas foram agrupadas e os principais melões produzidos comercialmente pertencem hoje a dois grupos: *Cucumis melo inodorus* Naud. e

C. melo cantaloupensis Naud., que correspondem, respectivamente, aos melões inodoros e aos melões aromáticos. Os melões cultivados são resultantes não só da hibridação entre espécies em ambientes variáveis, mas também de programas intensivos de melhoramento genético, em que se incorporam em uma variedade botânica genes desejáveis de outra variedade, já que o cruzamento entre elas é perfeitamente viável. Portanto, os grupos de melões cultivados podem apresentar características de duas ou mais variedades.

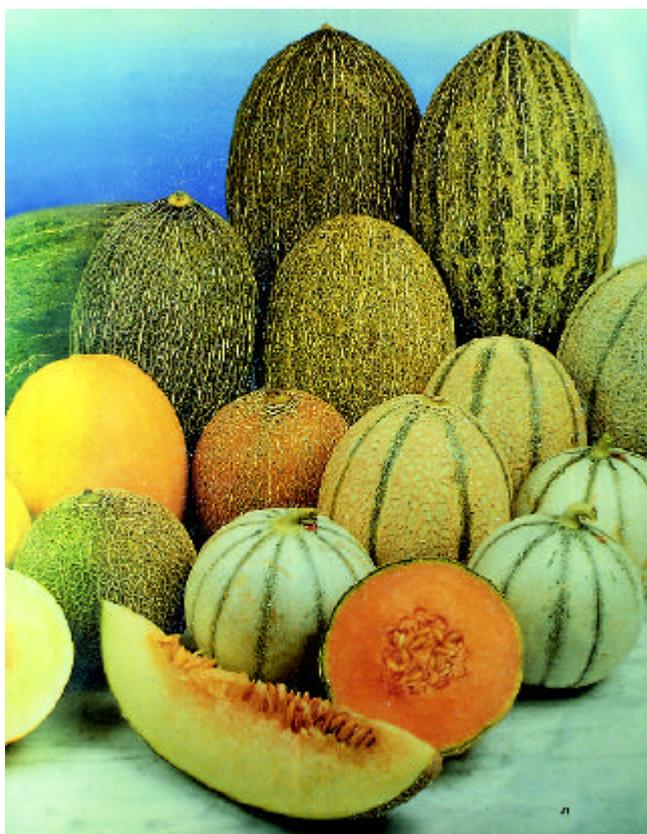


Figura 9. Variedades comerciais de melões.

Cucumis melo inodorus Naud.

Os frutos deste grupo são os chamados melões de inverno, que apresentam casca lisa ou levemente enrugada, coloração amarela, branca ou verde-escura. São resistentes às condições de transporte e têm longa vida útil pós-colheita (Figura 10). A polpa apresenta elevado teor de açúcares, pode ter coloração variando entre branca e verde-clara, e não é aromática. Esses melões são geralmente maiores e mais tardios que os aromáticos.



Figura 10. Melão Amarelo.

Cucumis melo cantaloupensis Naud.

Este grupo inclui os melões anteriormente classificados como das variedades *C. melo reticulatus* (Figura 11) e *C. melo cantaloupensis* (Figura 12). São melões muito aromáticos, mais doces que os inodoros, porém de baixa conservação pós-colheita. Os frutos são de tamanho médio, com superfície reticulada, verrugosa ou escamosa, podendo apresentar gomos (costelas), e têm polpa de coloração alaranjada ou salmão ou, às vezes, verde.



Figura 11. Melão Reticulado.



Figura 12. Melão Cantaloupe.

CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL

A classificação comercial por tipo facilita a comunicação entre os diferentes agentes da cadeia do agronegócio do melão. Por tipo deve ser entendido um grupo de cultivares ou de híbridos que apresenta uma ou mais características semelhantes, identificáveis facilmente e diferenciadas dos demais, tal como o aspecto da casca – cor quando maduro, presença ou ausência de suturas, cicatrizes, reticulação ou rendilhamento; cor da polpa, formato do fruto etc.

Melão Amarelo

O melão *Amarelo* é inodoro, de origem espanhola, e por isso conhecido também como melão *Espanhol*. É caracterizado pela casca amarela e polpa branco-creme. Neste tipo estão incluídos o melão amarelo rugoso (*Yellow Honey Dew*), de forma oval ou

elíptica e tamanho grande, e o amarelo redondo liso (*White Honey Den*), de tamanho pequeno.

Melão Verde Espanhol

Os melões mais importantes deste tipo são o *Pele de Sapo* e o *Tendral*, ambos inodoros, de casca e polpa verdes.

O melão *Pele de Sapo* apresenta a casca com a característica que se denomina *escriturada* (Figura 13). Essa característica deve-se a incisões longitudinais formadas sobre a casca em determinado momento do desenvolvimento do fruto e que cicatrizam posteriormente. O *Pele de Sapo* é um fruto de tamanho grande, com a polpa verde e a consistência firme. Recentemente, começaram a aparecer no mercado sementes de algumas variedades arredondadas e de peso menor (em torno de 1 kg).

O *Tendral* é uma variedade tardia, que produz frutos de casca verde-escura, rugosa e dura, e polpa verde.

Melão Charentais

O tipo *Charentais* inclui melões aromáticos de origem francesa. Neste tipo encontram-se o melão *Charentais* de casca lisa (Figura 14), que tem forma arredondada ou, às vezes, achatada, com *suturas* ou *costelas* e casca verde-clara ou ligeiramente cinza; o *Charentais* de casca verde-escura com polpa de cor salmão; e o *Charentais* de casca intensamente *reticulada*, com *suturas* ou *costelas* verde-escuras, formato redondo ou semi-ovalado, polpa salmão e muito aromático.

A característica *reticulada* indica que toda a superfície do fruto está coberta por uma rede formada por cicatrizes de aspecto corticoso. A reticulação pode variar de fraca a intensa.

Melão Galia

O tipo *Galia* inclui melões aromáticos reticulados de origem israelense. Esses frutos caracterizam-se pela forma arredondada, casca verde que muda para amarelo



Figura 13. Melão *Pele de Sapo*.



Figura 14. Melão *Charentais*.

quando o fruto amadurece, polpa branca ou branco-esverdeada, pouca reticulação e peso médio entre 0,7 e 1,3 kg (Figura 15).

Melão Cantaloupe

Os *Cantaloupe* são melões aromáticos de origem americana. São os melões mais produzidos no mundo. Caracterizam-se pela forma esférica e reticulação intensa em toda a superfície, polpa de cor salmão e aroma muito intenso (Figura 16).



Figura 15. Melão Galia.



Figura 16. Melão Cantaloupe.

ATRIBUTOS DE QUALIDADE

Principais Exigências do Mercado Internacional

O mercado europeu tem como requerimentos básicos frutos muito firmes, com conteúdo médio de sólidos solúveis acima de 9°Brix; aparência externa uniforme, correspondendo às descrições da empresa distribuidora da semente. O fruto deve ser colhido no estágio correto de maturação. Melões colhidos com menos de 9°Brix são considerados não comercializáveis, porque o teor de sólidos solúveis geralmente não aumenta após a colheita.

As normas internacionais referentes a padrões para melão, como a FFV-23, da Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa (UN/ECE), estabelecem como requisitos mínimos que o melão para consumo *in natura* deve estar:

- Intacto
- Sadio
- Limpo
- De aparência fresca
- Isento de pragas e danos causados por pragas
- Firme
- Isento de umidade externa anormal
- Isento de odor e/ou sabor estranho
- Suficientemente desenvolvido e em estágio de maturação satisfatório – índice de refração da polpa correspondente a pelo menos 9° Brix, para suportar as condições de transporte e manuseio, de modo que chegue ao local de destino em condição satisfatória.

FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE

A qualidade pós-colheita do melão é complexa, pois depende de vários fatores: escolha do local de plantio e preparo do solo, variedade, condições climáticas, época de plantio, cuidados no plantio, manejo e tratos culturais detalhados, densidade de plantio e adubação equilibrada, assim como cuidados na colheita, além de diversos outros fatores pós-colheita.

Fatores Pré-Plantio

Variedade

Muitas vezes o mercado é quem dita o tipo de melão que deve ser plantado. Nesse caso, deve-se ter em mente que o manejo de água, a adubação, o tratamento fitossanitário e o manejo cultural não são, necessariamente, iguais para todas as variedades de melão. Por exemplo, sabe-se que alguns híbridos são mais resistentes às condições climáticas que outros. Além disso,

sem descuidar das exigências do mercado, podem-se obter frutos de tamanhos e forma diferentes conforme a variedade, plantar variedades mais produtivas, precoces ou tardias – conforme o mercado a que se destinam, mais rentáveis, adaptadas às condições da região de cultivo, mais resistentes a pragas e a doenças, tolerantes à salinidade etc.

Época de plantio

Para cada variedade escolhida existe uma época de plantio mais recomendada, que geralmente está associada à qualidade pós-colheita do fruto.

O melão *Galia* é muito susceptível à oxidação da polpa, principalmente quando é cultivado em períodos de temperatura elevada.

Na maioria dos países produtores de melão, evita-se o plantio na época das chuvas, durante a qual as condições são mais favoráveis ao aparecimento de doenças e existe uma correlação negativa com a qualidade do fruto. Em alguns destes, entretanto, o cultivo protegido (estufas) é utilizado nesta época (Figura 17).

Na região de Mossoró-Baraúna, Rio Grande do Norte, principal pólo produtor de melão do Brasil, o plantio é iniciado geralmente no período de junho a julho e estende-se até fevereiro. Porém, em algu-



Figura 17. Cultivo protegido de melão.

mas áreas onde o solo apresenta textura mais arenosa, os produtores vêm plantando, durante todo o ano, sobretudo por que esses solos não armazenam água, o que diminui a umidade na superfície do solo.

Tipo de Solo

O melão com qualidade satisfatória geralmente é produzido em solos de textura média e de boa fertilidade natural. Solos com problemas de drenagem, compactação e salinidade comprometem o desenvolvimento da cultura, contribuindo para a produção de frutos de qualidade inferior.

Em solos arenosos geralmente se utiliza matéria orgânica tanto como adubação quanto para aumentar a capacidade de retenção de água pelo solo. No entanto, quando se utiliza grande quantidade de matéria orgânica, as condições para o surgimento de doenças são favorecidas, em função do aumento da capacidade de retenção de água.

Preparo do Solo

O preparo do solo está diretamente relacionado com o volume de solo explorado pelas raízes, e conseqüentemente, ligado ao estado nutricional das plantas.

Em solo mal preparado pode haver compactação, diminuindo a profundidade do sistema radicular efetivo da planta. Além disso, a fertilidade física do solo pode ser diminuída, interferindo de forma direta no armazenamento e na distribuição de água no perfil do solo. A limitação na absorção de nutrientes, devido a problemas causados pelo mau preparo do solo, refletirá diretamente na qualidade dos frutos.

As cicatrizes que com freqüência aparecem no fruto estão ligadas à nutrição, e principalmente à disponibilidade hídrica do solo.

Espaçamento

O efeito do espaçamento de plantio na qualidade do melão está relacionado, sobretudo, com o tamanho dos frutos.

Assim, em locais onde se faz maior adensamento, obtêm-se frutos menores devido a maior competição por água, nutrientes e luz.

A cor dos frutos é influenciada, significativamente, pela intensidade luminosa. Nesse aspecto, quanto mais adensada estiver a cultura, menor a probabilidade de incidência luminosa, contribuindo assim para diminuir o aparecimento de frutas queimadas pelo sol, sobretudo nas variedades de coloração tendendo para o verde. Uma prática usual para diminuir a queima é a utilização de diatomita (SiO) na dose de 50 kg ha⁻¹ diluída em água.

Fatores Pós-Plantio

Entre os fatores que contribuem para a qualidade do melão durante a condução da cultura, destacam-se a qualidade e o manejo da água de irrigação, o manejo fitossanitário e o manejo nutricional.

Manejo e Qualidade da Água de Irrigação

Na fruticultura irrigada, os teores dos elementos contidos na água de irrigação, salinidade, quantidade e frequência de aplicação têm grande influência sobre a qualidade dos frutos.

Uso de cobertura plástica (*Mulch*)

O uso do plástico para cobrir as camas de melão (*mulch*) ajuda a diminuir a quantidade de água aplicada na cultura. Dessa forma, ao passar da irrigação do solo nu para o solo coberto, o agricultor deve tomar alguns cuidados de mudança no manejo da água.

O primeiro cuidado é não aplicar a mesma lâmina utilizada para o solo nu, que pode ser elevada para a condição de solo coberto. A principal consequência do excesso de água, além da maior quantidade de sais aplicados e maior custo, é o aparecimento de frutos rachados, principalmente nas variedades de melão *Cantaloupe*.

A aplicação de uma lâmina inferior à exigida pela cultura pode favorecer o apare-

cimento de frutos com a cavidade interna maior que o normal. Além disso, a deficiência de água diminui o tamanho dos frutos.

Os mesmos problemas podem acontecer com a irrigação do solo nu, o excesso de água levando ao aparecimento de frutos rachados e, a deficiência, ao aparecimento de frutos com uma cavidade maior.

Outra vantagem do *mulch* seria a proteção dada ao fruto, evitando o contato direto com o solo. Isso é importante principalmente para os melões *Cantaloupe*, que tendem a perder a coloração ou não formar a reticulação desejada na área em contato com o solo. Uma prática utilizada hoje em alguns países é a utilização de bandejas plásticas que são colocadas em cada fruto.

As vantagens do uso do plástico na melhoria da qualidade dos frutos serão discutidas ainda no item sobre pragas e doenças.

Salinidade

Algumas pesquisas têm mostrado o efeito da salinidade na redução da produtividade e qualidade do melão. Excesso de sódio e cloreto provoca desequilíbrio iônico, que prejudica a seletividade da membrana das raízes, afetando a seletividade de outros nutrientes.

A tolerância à salinidade varia com o tipo de melão, desde sensível até moderadamente tolerante. Os principais efeitos da salinidade na qualidade do melão são resultantes de dois fatores: restrição na absorção de água e desequilíbrio nutricional. Devido a esses fatores, as principais características do fruto afetadas pela salinidade são o tamanho, o peso, e o conteúdo de sólidos solúveis. Entretanto, pode existir um efeito positivo do aumento na salinidade na qualidade do melão, dependendo da concentração de cálcio pois o aumento de ambos tende a aumentar o conteúdo de sólidos solúveis.

Convém lembrar que, em qualquer condição de estresse, a planta reflete o efeito dessas condições sobre a produtivi-

dade e qualidade dos frutos. A dificuldade de absorção de água decorrente da elevada salinidade pode levar ao aparecimento de frutos com cavidade anormal, da mesma forma que na irrigação com lâmina inferior, às exigências da cultura.

O aumento do conteúdo de sólidos solúveis quando o melão é cultivado em condições salinas deve ser visto com cuidado, pois pode ser devido ao efeito da concentração dos sólidos solúveis pela diminuição do tamanho dos frutos, contrário ao que ocorre quando se aplica água em excesso no período da colheita, fazendo com que a planta absorva mais água, levando à redução da concentração de sólidos solúveis pelo efeito de diluição. Além disso, a diminuição do tamanho dos frutos resulta numa diminuição da produtividade.

Qualidade da água

A qualidade da água de irrigação deve ser avaliada principalmente devido ao risco de salinidade e sodicidade medido pela condutividade elétrica (CE). Para as nossas condições, o cultivo de variedades resistentes à salinidade contribuiria para uma melhor qualidade dos frutos. Mesmo assim, o melão é classificado como uma cultura medianamente tolerante à salinidade, suportando uma CE de 2,5 dS/m.

Manejo Fitossanitário

O manejo adequado de pragas e doenças é determinante da qualidade na produção do melão. Algumas pragas, como a mosca-branca e o minador-de-folha, e doenças, como oídio e míldio, se não controladas a tempo, podem ocasionar perda total da produção.

As doenças do meloeiro, como de outras culturas, podem levar a danos econômicos por duas vias: pela redução na quantidade de frutos comerciais produzidos e pela perda da qualidade dos frutos ou ainda por ambos os fatores.

Pragas e doenças do meloeiro podem provocar queda na qualidade pós-colheita

dos frutos a partir de um nível de ataque considerado baixo em comparação com culturas mais tolerantes, afetando os principais requisitos do mercado. Por meio de um manejo adequado podem-se obter frutos de ótima aparência, porém, sem o sabor suave e doce exigido, caso ocorra alguma doença ou praga em nível elevado. O emprego inadequado de defensivos químicos na busca de controlar doenças ou pragas, além de elevar os custos de produção da cultura e prejudicar o ambiente, pode tornar os frutos impróprios para a comercialização, devido ao elevado nível de resíduos tóxicos que podem neles permanecer associados. Além do produto adequado para controle da doença ou praga, a dosagem, o volume da calda, a frequência de aplicação e o período de carência são importantes itens a serem considerados pelo produtor quando do emprego do controle químico.

A prática da cobertura das camas com plástico proporciona uma relação custo/benefício positivo, pois torna o ambiente desfavorável a fitopatógenos do solo e algumas pragas.

Pragas principais

Mosca-branca (*Bemisia tabaci*)

Esse inseto suga a seiva elaborada das plantas em todas as fases da cultura, atacando a planta desde o nascimento das ninfas (fase juvenil) até a morte do adulto. Isso diminui consideravelmente o teor de açúcar no fruto. Além disso, são insetos que têm o hábito de se alimentar quase que continuamente, eliminando o excesso de açúcares. A presença desses resíduos provoca o aparecimento de fumagina sobre as folhas mais velhas, reduzindo o processo fotossintético. Outro agravante é que o excesso de açúcares eliminado pela praga, somado à fumagina sobre os frutos, aumenta a necessidade de lavagem antes das linhas de embalagem.

Indiretamente a cor do fruto pode ser afetada pela mosca-branca quando há de-

posição das suas fezes e conseqüente proliferação de fumagina encobrendo o fruto.

Minador (*Liriomyza* sp.)

Quanto mais cedo ocorrer o ataque por essa praga maior será o efeito sobre o conteúdo de açúcares do fruto, o que pode ocorrer a partir dos quinze primeiros dias. Esse inseto provoca injúria na planta somente na fase de larva; porém existe mais de uma espécie na região produtora do Rio Grande do Norte, e é provável que tenha adquirido resistência a muitos inseticidas. Felizmente, observa-se uma proliferação não proporcional, mas significativa, de inimigos naturais nos campos (mais de uma espécie de vespa e uma espécie de crisopídeo). A larva da mosca-minadora se alimenta do mesófilo foliar, minando completamente as folhas a ponto de destruí-las até que tombem, diminuindo a capacidade de a planta nutrir os frutos.

Pragas secundárias

Pulgão (*Aphis gossypii*)

Esse inseto também suga a seiva elaborada das plantas em todas as fases da cultura, atacando a planta geralmente a partir dos trinta dias após a germinação. Tem hábito alimentar semelhante ao da mosca-branca, causando os mesmos efeitos na qualidade pós-colheita.

Em geral, por não se tratar de uma praga de alta expressividade, não podemos dizer que causaria a mesma queda na qualidade que causa a mosca-branca, porém se assim fosse os efeitos seriam os mesmos.

Brocas (*Diaphania nitidalis* e *D. bialinata*)

As brocas são duas espécies de lagartas que se alimentam perfurando a casca e atingindo a polpa do fruto em formação ou depois de formado. Se a broca atingir o fruto ainda fresco, fatalmente após a embalagem, ocorrerá o seu apodrecimento.

Doenças principais

As doenças que interessam à pós-colheita dos frutos de melão podem começar

ainda no campo, de forma quiescente, iniciando o apodrecimento em fase posterior à embalagem, como a antracnose (*Colletotrichum orbiculare*) e a podridão-de-alternária (*Alternaria cucumerina*). Há ainda aquelas oriundas do manuseio inadequado por ocasião da colheita, nos processos de lavagem, de seleção e de embalagem dos frutos, as quais originam-se de ferimentos na superfície, como o mofo-azul causado por *Penicillium* spp.

Existem duas formas de penetração dos patógenos pós-colheita através da casca do melão: alguns penetram por ferimentos, originados por abrasão, corte, perfuração de insetos e contusão, quando o patógeno inicia a colonização dos tecidos internos através no tecido exposto, como no caso do mofo-azul; outros penetram diretamente a casca íntegra do fruto, sob condições muito favoráveis para o seu crescimento, como no caso da antracnose.

De modo geral, as principais doenças pós-colheita do melão são: antracnose (*C. orbiculare*), podridão na inserção do pedúnculo (*Fusarium* spp.), podridão-mole (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*), e podridão-negra (*Didymella bryoniae*). Algumas manchas bacterianas que ocorrem com o fruto maduro, notadas apenas por ocasião da colheita, não caracterizam uma doença pós-colheita porque podem ser observadas ainda no campo por meio de uma acurada vistoria nos frutos (Figura 18).

Efeito Indireto do Controle das Pragas e Doenças

Além daqueles efeitos negativos já citados, o controle inadequado das pragas e doenças pode, indiretamente, afetar a qualidade dos frutos, pois o defensivo químico, sobretudo o praguicida, pode atingir os agentes polinizadores, tendo-se como resultado frutos com amadurecimento desuniforme. A qualidade dos frutos é afetada no seu conjunto, pois para o produtor não compensa realizar mais de dois ou três cortes em melão amarelo.



Figura 18. Sintomas externos e internos de bacteriose em melão.

O aparecimento de melões deformados é uma consequência da polinização inadequada ou da deficiência de insetos polinizadores, e pode ser uma consequência da falta de cuidado no controle químico de pragas.

Nutrição Mineral

Geralmente há uma dificuldade de conciliar produtividade com qualidade dos frutos, e quando se faz uma programação de adubação visando à alta produtividade, algumas características referentes à qualidade dos frutos ficam comprometidas. Serão enfocados a seguir alguns efeitos dos principais fatores nutricionais sobre a qualidade pós-colheita do melão.

Nitrogênio

O nitrogênio é um nutriente cuja resposta na produção é muito acentuada nas fruteiras tropicais. Tanto a carência quanto o excesso ou mesmo o equilíbrio com outros nutrientes são fatores determinantes na qualidade dos frutos.

O excesso de nitrogênio diminui a resistência dos frutos. Os principais problemas são o aparecimento de frutos moles e a maior incidência de fermentação,

defeito conhecido como “meio cozido”. A durabilidade dos frutos pode ser aumentada em alguns dias se a adubação nitrogenada for balanceada.

Quando o melão, principalmente o Cantaloupe, é cultivado com deficiência de nitrogênio, apresenta-se pequeno, com a cor clara, casca fina e com sementes pequenas.

O nitrogênio também confere resistência a doenças causadas por fungos. Já a deficiência afeta a cor dos frutos, provocando o aparecimento de coloração verde-clara.

É importante salientar a relação entre o teor de nitrogênio nas folhas e a cor dos frutos. Para os melões amarelos, existe uma correlação negativa entre o teor de nitrogênio na folha e a cor dos frutos, enquanto para os melões com cor tendendo para o verde, a correlação é positiva.

Fósforo

No melão, como nas outras cucurbitáceas, o fósforo é o nutriente que provoca maior aumento na produtividade e no tamanho dos frutos. Facilita a floração, aumenta a frutificação, apressa a maturação, e intensifica a resistência das plantas às pragas e doenças.

Potássio

O potássio normalmente aumenta o tamanho, a espessura da casca e a acidez dos frutos, podendo também estar relacionado com a maior tolerância da cultura ao ataque de certas pragas e doenças e à resistência a temperaturas adversas. Influencia também na qualidade do melão, aumentando sua resistência ao transporte e ao armazenamento.

Geralmente existe uma correlação positiva entre o teor de potássio na folha e a cor dos melões amarelos e uma correlação negativa com os melões que tendem para a cor verde.

A vitrescência (polpa com aspecto vítreo) pode aparecer no campo ou durante o armazenamento. É favorecida por condições edafoclimáticas desfavoráveis e excesso de cálcio ou deficiência de potássio, durante o desenvolvimento do fruto.

Cálcio

Na cultura do melão a deficiência de cálcio causa *gelatinamento* da polpa, conhecido também como *encarçamento*.

Um distúrbio que está aparecendo na região produtora de melão em Mossoró-Baraúna, denominado colapso interno, pode estar associado a um desequilíbrio de cálcio, porém é importante observar que existe uma relação entre o colapso interno e os fatores climáticos. Isto porque o colapso interno começa a aparecer nas épocas mais quentes do ano, principalmente a partir de novembro, quando há um aumento na evapotranspiração.

A alta evapotranspiração favorece a translocação do cálcio para os órgãos de maior taxa de transpiração, como as folhas.

Dessa forma, ocorre uma deficiência do nutriente no fruto. O excesso de nitrogênio, que favorece o crescimento vegetativo do melão, é outro fator que pode contribuir para esse problema. Como o cálcio é essencial para as partes terminais da planta, haveria um crescimento exagerado da planta, fazendo com que grande parte do cálcio absorvido seja translocado para esses novos brotos.

A podridão apical pode ser evitada pela nutrição equilibrada, principalmente com relação ao cálcio, evitando-se níveis desequilibrados em relação aos de nitrogênio e protegendo-se o solo para manter a umidade constante.

Micronutrientes

Entre os micronutrientes, o que tem maior importância na qualidade do melão é o boro. A deficiência de boro, além da deformação dos frutos e a ondulação ou *encarçamento* da casca, causa também *empedramento*, caracterizado pela formação de cristais de açúcar na polpa.

A deficiência de molibdênio, que origina amarelecimento e queima das bordas das folhas do meloeiro, provoca redução no tamanho e número de frutos por planta.

Matéria orgânica

A matéria orgânica, pelo seu efeito na melhoria das condições químicas, físicas e biológicas, contribui para o aumento da produtividade e para a melhoria das características de qualidade dos frutos.

Em melão *Amarelo*, a utilização de composto orgânico em solos arenosos, além de aumentar a produtividade, aumenta a quantidade de frutos de primeira qualidade e eleva o conteúdo de sólidos solúveis.

3 COLHEITA E MANUSEIO PÓS-COLHEITA

Heloísa Almeida Cunha Filgueiras
Josivan Barbosa Menezes
Ricardo Elesbão Alves
Francisco Vieira da Costa
Luciana de Sandes Eduardo Pereira
Júlio Gomes Júnior

INTRODUÇÃO

A colheita dos frutos antes do período de maturação ideal provoca uma queda na qualidade, principalmente no que diz respeito ao teor de açúcar. Isto porque não acontece com o melão o mesmo que em frutos como banana e manga, que podem ficar mais doces depois de colhidos devido à transformação de amido em açúcar.

Em melão *Cantaloupe*, observa-se que durante o período de colheita, se os frutos permanecem no campo, devido à liberação de etileno, aceleram o amadurecimento dos outros.

O melão cultivado no Nordeste brasileiro tem o ciclo muito curto quando comparado ao de outras culturas. O intervalo entre o plantio e a colheita é, em média, de 60 a 65 dias, enquanto que na Espanha, um dos principais concorrente do Brasil, o ciclo dura entre 120 e 140 dias.

Durante a colheita, na primeira passada, o colhedor deve ter cuidado com a rama do meloeiro, pois os outros frutos que serão colhidos nos cortes seguintes ainda vão necessitar dos produtos da fotossíntese para que atinjam sua maturação. Assim, se não houver cuidado com a rama durante o primeiro corte, a qualidade dos frutos dos cortes seguintes será consideravelmente afetada.

É comum observar que em uma planta que chega com a terceira folha, a contar do colo, em bom estado no período de colheita, os resultados são melhores em relação ao conteúdo de açúcar dos frutos.

INDICADORES E PROCEDIMENTOS DE COLHEITA

Indicadores de colheita

A colheita é o momento mais importante do processo produtivo. Seja qual for o melão plantado, no momento da colheita devem-se observar as seguintes características:

Sólidos Solúveis

Recomenda-se a utilização de um refratômetro digital, ou de um refratômetro comum calibrado a partir de um digital, pelo menos uma vez por mês. Na Tabela 2 encontram-se as recomendações quanto ao conteúdo de sólidos solúveis para colheita de melão.

Observe-se que, apesar de os requisitos mínimos de qualidade estabelecerem que o teor de sólidos solúveis deve ser de pelo menos 9° Brix, quanto mais doce o melão melhor será o seu valor de mercado. A definição do ponto de colheita mínimo, desde que respeitados os padrões, deve ser feita com base no prazo necessário para que o produto chegue ao mercado de destino, tendo sempre em mente que o melão pode se tornar mais macio, a cor da casca pode modificar, mas não há aumento de sólidos solúveis depois da colheita.

Firmeza da Polpa

Recomenda-se que a firmeza da polpa seja determinada por um penetrômetro manual modelo FT 327 (3 a 27 lb) com

Tabela 2. Conteúdo de sólidos solúveis recomendados para os principais tipos de melão destinados ao mercado externo.

Tipo de Melão	Sólidos Solúveis (°Brix)
Amarelo	10 - 12
Orange Flesh	10 - 13
Galia	12 - 14
Pele de Sapo	11
Cantaloupe	10
Charentais	13

ponteira de 8 mm de diâmetro (Figura 19). O fruto deve ser dividido em quatro partes equidistantes (fatias), sendo que a medida deve ser feita na posição mediana da face lateral de, pelo menos, duas fatias. As leituras em libras (lb) devem ser convertidas para Newton (N), multiplicando-se pelo fator 4,4482.

A firmeza média de polpa recomendada para alguns tipos de melão destinados ao mercado de exportação é mostrada na Tabela 3.

Cor e Aspecto da Casca

O melão *Amarelo* pode ser colhido *verdoso*, amarelo-pálido ou amarelo-ouro. A cor deve estar associada ao conteúdo de sólidos solúveis e à firmeza da polpa. Não

se recomenda a utilização de um índice isolado. No caso do melão *Cantaloupe*, além do equilíbrio entre cor e açúcar, deve-se atentar para não colher o fruto com o pedúnculo totalmente rachado, pois a vida útil pós-colheita será bastante prejudicada (Figura 20). Nas cultivares tipo *Galia*, a cor deve ser uniforme tendendo para amarelo e o *escriturado* deve ser homogêneo. No tipo *Pele de Sapo*, a cor deve ser forte e sempre associada ao conteúdo de sólidos solúveis.

Colheita

A colheita é feita com o uso de facas ou tesouras de poda. Os frutos cortados vão sendo deixados entre as folhas da planta para serem recolhidos posteriormente (Figura 21). Independentemente do tipo de

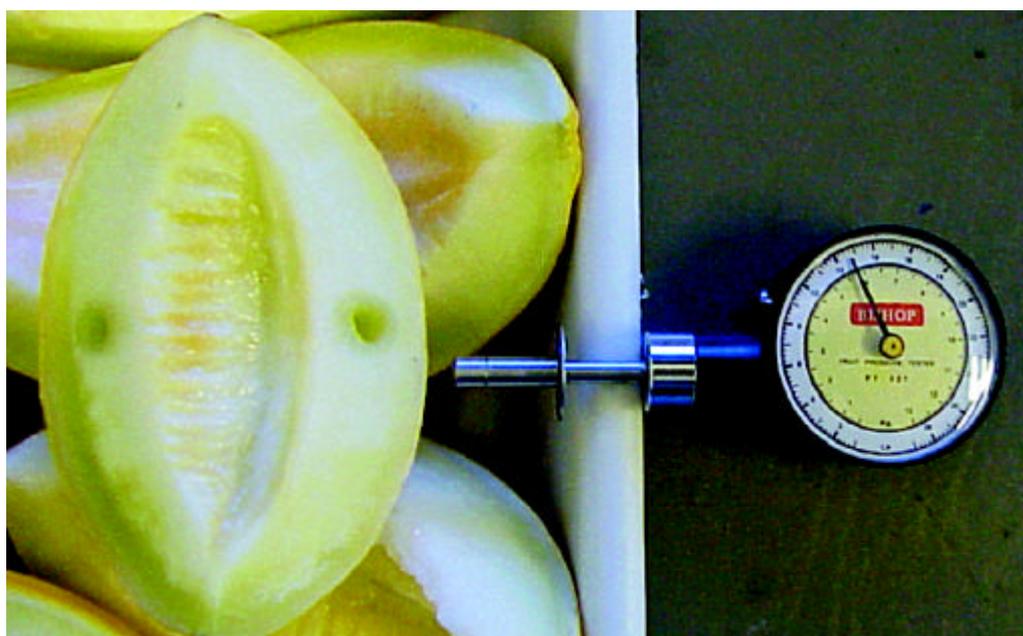


Figura 19. Medição de firmeza da polpa em melão com penetrômetro manual.

Tabela 3. Firmeza de polpa (N) média por ocasião da colheita, para algumas cultivares de melão destinadas ao mercado externo.

Melão	Cultivar	Firmeza da Polpa (N)
Amarelo	AF 646	24
	Gold Mine	40
	XPH 13096	35
	TSX 32046	32
	SUNEX 7057	24
Galia	Solar King	30
	Primal	22
	Vicar	22
	Total	22
Pele de Sapo	Imara	32
Orange Flesh	-	30
Cantaloupe	Hy Mark	30

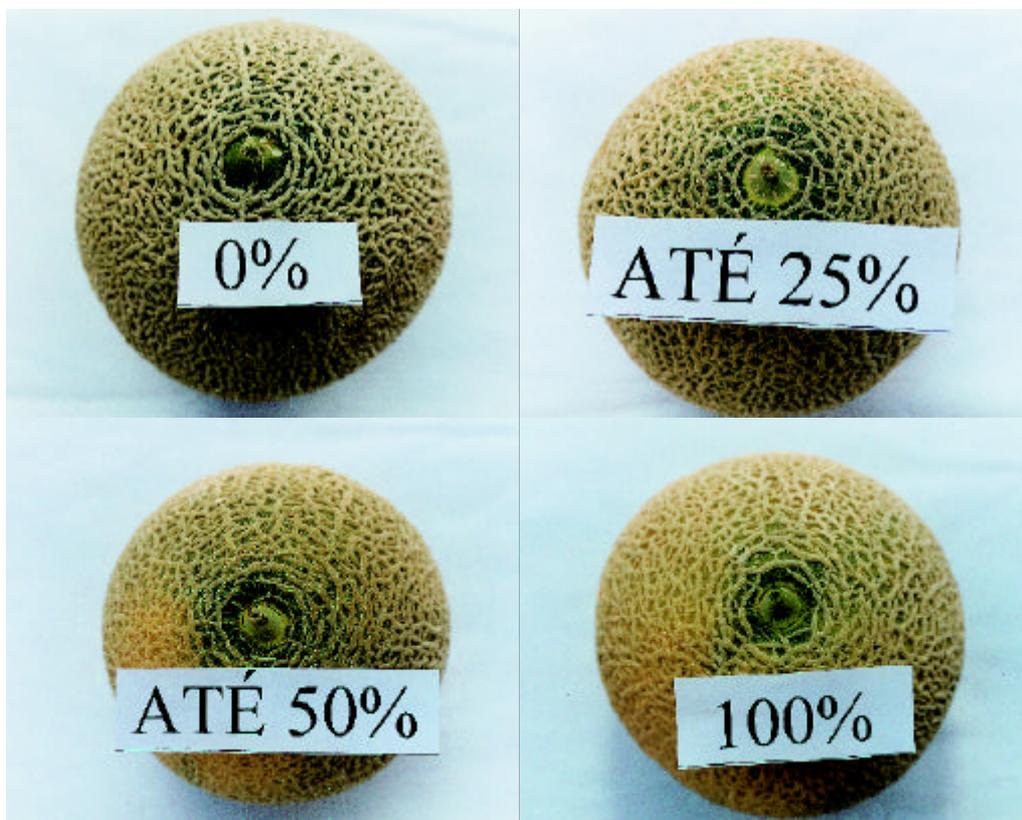


Figura 20. Evolução da rachadura do pedúnculo.



Figura 21. Colheita de melão.

melão, na colheita deve-se manter o pedúnculo com 1 a 3 cm de comprimento. Desde a operação do corte até a embalagem, devem-se evitar golpes, arranhões, machucaduras e exposição ao sol pois tudo isto é prejudicial à conservação.

Os frutos colhidos são recolhidos manualmente (Figura 22) e colocados em pequenas carretas forradas com revestimento antipacto. Este revestimento pode ser, por exemplo, palha coberta com sacos de rafia (Figura 23).

Transporte para o galpão de embalagem

Apesar de as carretas serem revestidas e o melão ter uma resistência razoável ao transporte a pequenas distâncias, o técnico deve orientar o motorista do caminhão para transportar os frutos com bastante cuidado, evitando velocidade alta e estradas ruins (Figura 24), pois nesta etapa ocorrem os maiores problemas de danos mecânicos.

OPERAÇÕES NO GALPÃO DE EMBALAGEM.

O carregamento destinado ao galpão de embalagem deve estar acompanhado de

uma ficha de controle da produção, contendo, pelo menos, as seguintes informações:

- Nome da empresa
- Variedade/ cultivar
- Número do corte, quantidade
- Encarregado de campo
- Área
- Data.

Essa ficha facilitará a identificação das causas de algum problema pós-colheita que venha a ser registrado nas diferentes etapas da comercialização.

O galpão de embalagem

O nível de sofisticação do galpão de embalagem depende da quantidade de melão que é processada. Normalmente, os grandes importadores são muito exigentes e recomendam que as peças e equipamentos do galpão de embalagem apresentem bom estado de conservação, e sejam revestidos com proteção contra impactos.

Cada operação no galpão de embalagem pode representar uma etapa potencial



Figura 22. Operários recolhendo os melões para as carretas.



Figura 23. Carreta forradas com revestimento antipacto.



Figura 24. Transporte do melão até o galpão de embalagem.

para provocar perda de qualidade se não forem observadas as características recomendadas de estrutura propriamente dita e as condições de manuseio.

O galpão de embalagem deve ser estruturado com áreas sombreadas para proteger o fruto enquanto aguarda o processamento na linha de acondicionamento.

Um galpão de embalagem para melão visando ao mercado externo (Figura 25) deve apresentar as seguintes características:

- facilidade para movimentar os frutos antes e após o processamento;
- portas, janelas e acessórios fáceis de ser higienizados;
- facilidade na remoção de sujeiras;
- facilidade para limpeza do piso e para a drenagem da água;
- proteção contra a entrada de animais domésticos, pássaros, insetos e roedores;
- cobertura das áreas de recebimento e saída dos frutos;
- facilidade para o armazenamento separado do produto, caixas de campo, paletes e caixas de embalagem;
- limpeza e manutenção adequadas dos equipamentos;
- superfícies de trabalho lisas e de fácil limpeza;
- dispor de água potável para as operações de lavagem;
- materiais de embalagem que satisfaçam as exigências do cliente;
- proteção contra possibilidades de contaminação do produto por objetos estranhos;
- segurança no armazenamento dos produtos químicos usados no processo ou na limpeza;
- banheiros limpos e de fácil acesso;
- roupas de proteção adequadas e higienizadas.



Figura 25. Galpão de embalagem em funcionamento.

Recomenda-se não fumar, comer ou beber na linha de produção, e evitar o uso de unhas longas ou adereços como anéis e pulseiras, que possam ferir os frutos.

A Figura 26 representa o fluxograma das principais operações em um sistema de colheita e embalagem de melão para exportação.

Recepção

Os carregamentos devem ser mantidos na sombra e processados na ordem de chegada ao galpão de embalagem. Os frutos estragados devem ser retirados da área em torno do galpão para evitar a contaminação dos frutos saudáveis.

Os frutos devem ser recebidos em superfícies acolchoadas para reduzir os danos mecânicos (Figura 27).

Limpeza

A limpeza pode ser feita com panos úmidos, limpos e macios, sempre que os melões vierem do campo com resíduos de terra, de folhas etc. (Figura 28). A maioria dos produtores não emprega a limpeza por lavagem.

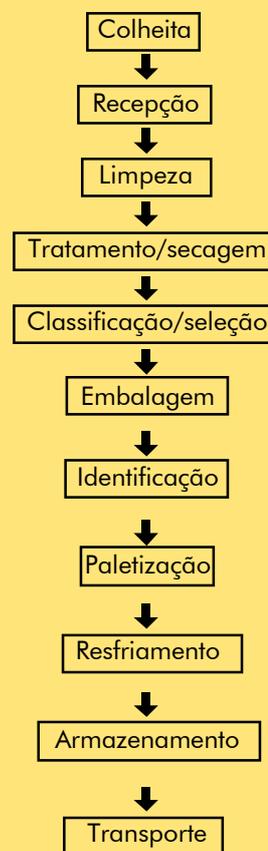


Figura 26. Fluxograma de operações no galpão de embalagem de melão.



Figura 27. Recepção dos frutos no galpão de embalagem.



Figura 28. Limpeza dos melões no galpão de embalagem.

Após o descarregamento dos frutos, se forem usadas caixas de campo, elas devem ser higienizadas e mantidas em local específico, separado do de embalagens e outros materiais. Os frutos que forem eliminados por não atenderem os pré-requisitos devido a problemas na aparência, tamanho, maturação, manchas ou danos mecânicos devem ser descartados da linha de embalagem ou direcionados para uso alternativo - mercado local, instituições ou processamento industrial, desde que o defeito não comprometa a segurança para consumo.

Seleção e Classificação

Nesta etapa separam-se os melões que não apresentam os atributos mínimos de qualidade exigidas pelo mercado (Figuras 29 e 30). São eliminados da linha para exportação os melões que não apresentarem os atributos mínimos de qualidade.

A classificação é feita de acordo com os desvios em relação aos atributos mínimos para cada categoria de melão, se os

defeitos não condenarem o fruto para consumo.

Calibração

A calibração é feita por tamanho ou peso (Figura 31). Em geral são usadas mesas calibradoras com balanças. Conforme o calibre, os melões vão sendo colocados nas caixas.

Os tipos de melão são definidos de acordo com o tamanho ou peso, e esses tipos correspondem ao número de melões que uma caixa comporta. Por exemplo, na classificação por tamanho, o Tipo 5 identifica os melões de tamanho tal que em uma caixa cabem cinco frutos, e assim sucessivamente até 14 como na caixa com capacidade para 10 kg (Figura 32).

Essa linguagem comercial, em que os melões são identificados por tipo, facilita as operações comerciais, já que cada mercado tem preferência por frutos de determinado tamanho.



Figura 29. Operária inspecionando defeitos em melão.



Figura 30. Defeitos mais comuns em melão. Semente solta (A), ferido (B), queimado (C), deformado (D), brocado (E), barriga branca (F). (Continua)

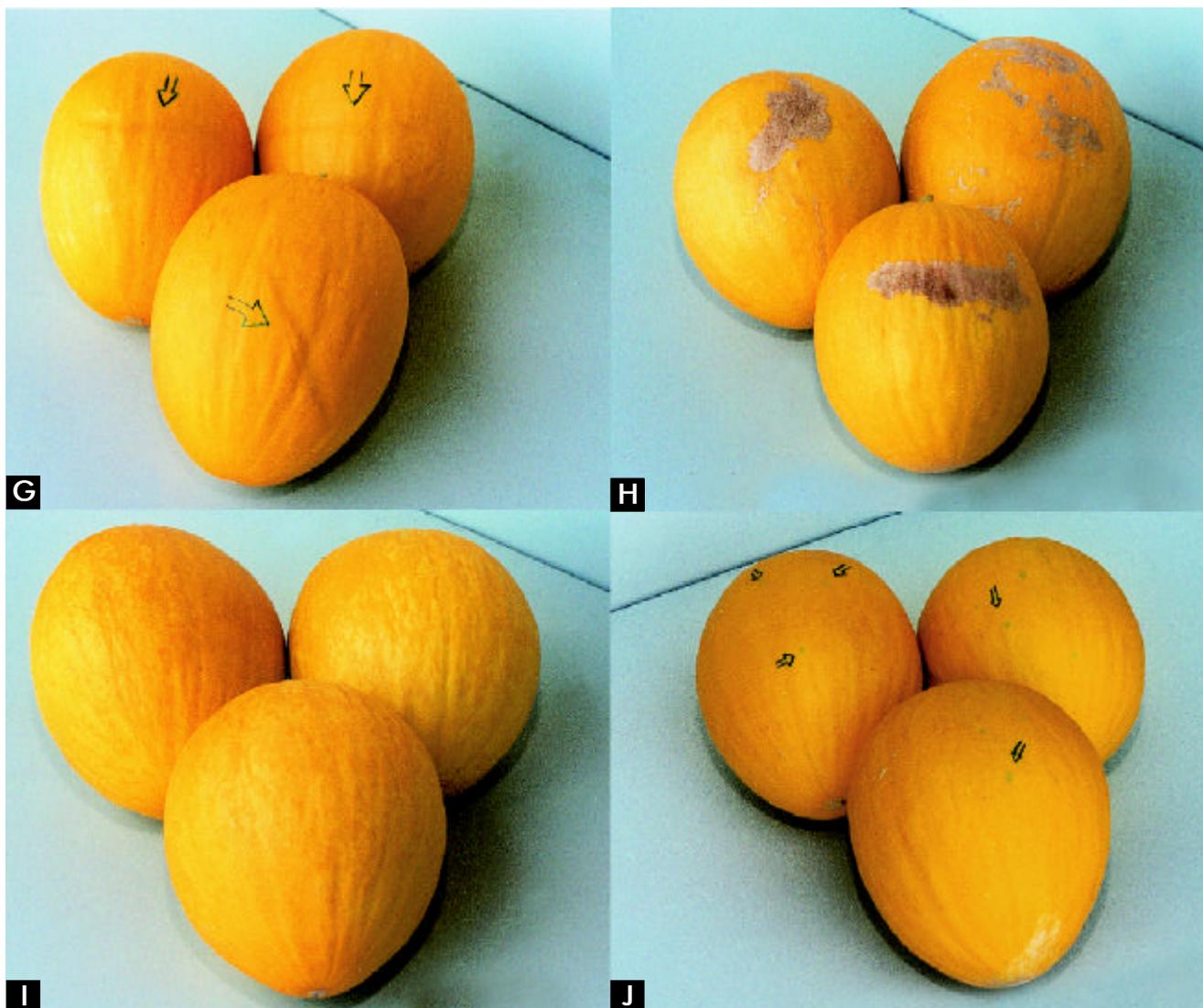


Figura 30. Defeitos mais comuns em melão (continuação). Amassado (G), cicatriz (H), virose (I), bacteriose /xanthomonas (J).

Recomenda-se o uso de espuma amortecedora nas mesas de calibração, para que, ao cair da bandeja, o melão não sofra dano mecânico.

Tratamento contra Fungos e Aplicação de Cera

Recomenda-se que o produtor faça o uso de fungicida em pós-colheita apenas quando for estritamente necessário e de acordo com a legislação, atentando para os níveis residuais. Em melão, permite-se o uso dos fungicidas Imazalil ou Plochoraz (0,1% do princípio ativo em imersão por 2 minutos).

Em geral, a aplicação de fungicida só é necessária para evitar a podridão na região do pedúnculo. Portanto, o produto pode ser aplicado com pincel, apenas no local do corte do pedúnculo (ou talo), depois que os melões já estiverem nas caixas.

O fungicida pode ser aplicado com uma solução de cera. Como a cera é dissolvida em solvente, a secagem é rápida e não se expõe o fruto a umidade desnecessária.

Apesar de ser uma prática que pode ser dispensada, alguns produtores adotam a aplicação de cera veiculada em solvente para aumentar o brilho nos melões *Amarelo* e *Pele de Sapo*. Neste caso, a aplicação é feita



Figura 31. Classificação do melão por tamanho (A) ou peso (B).



Figura 32. Disposição dos melões tipo 5 (A) e 14 (B) em caixas com capacidade para 10 kg .

por meio de bicos pulverizadores (três por linha) sendo que o avanço dos frutos deve ser feito após a cera atingir toda a sua superfície do fruto. O túnel de secagem é composto por um a três ventiladores, que projetam o ar quente sobre os frutos. Deve-se ter o cuidado de não deixar os frutos parados dentro do túnel, para que não ocorra dano por queima.

Embalagem e Paletização

São usadas caixas abertas tipo peça única (Figura 33), confeccionadas em papelão ondulado de parede dupla. Ainda hoje existem diferenças nas embalagens e paletes, utilizados para a exportação de melões brasileiros porque também existem diferenças nas exigências dos importadores. No entanto, a maior parte das transações adota as caixas para melões *Amarelo (white e yellow honey dew)* e *Pele de Sapo* com capacidade para

10 kg (Tabela 4) ou 12 kg (Tabela 5) ou para 5 a 14 frutos ou 3 a 5 frutos, respectivamente, e caixas para melões *Orange Flesh, Galia, Cantaloupe e Charantais* com capacidade para 5 kg (Tabela 6) ou 4 a 9 frutos (Figura 34). A arrumação dos frutos depende do tamanho, sendo que quanto menor for o fruto mais vertical é a sua posição na caixa.

Cada caixa destinada ao mercado externo, geralmente recebe um código do operador da linha de embalagem e um código geral que identifica vários aspectos do campo e do cronograma de produção da empresa exportadora. Como exemplo de código geral, podemos ter: 4 3 3 7 1 7 3 1 4, onde:

- 43 - Semana do ano agrícola em que o fruto foi colhido;
- 3 - Dia da semana (terça-feira) em que o fruto foi colhido;

Tabela 4. Limites de peso para caixas com capacidade 10 kg.

Tipo (n.º de frutos por caixa)	Peso mínimo por fruto (kg)	Peso máximo por fruto (kg)
5	1,85	2,75
6	1,50	2,25
7	1,30	1,95
8	1,10	1,65
9	1,00	1,50
10	0,90	1,35
11	0,80	1,20
12	0,75	1,10
13	0,70	1,05
14	0,70	0,90

Tabela 5. Limites de peso para caixas com capacidade 12 kg.

Tipo (n.º de frutos por caixa)	Peso mínimo por fruto (kg)	Peso máximo por fruto (kg)
3	3,25	4,85
4	2,55	3,80
5	2,15	3,20

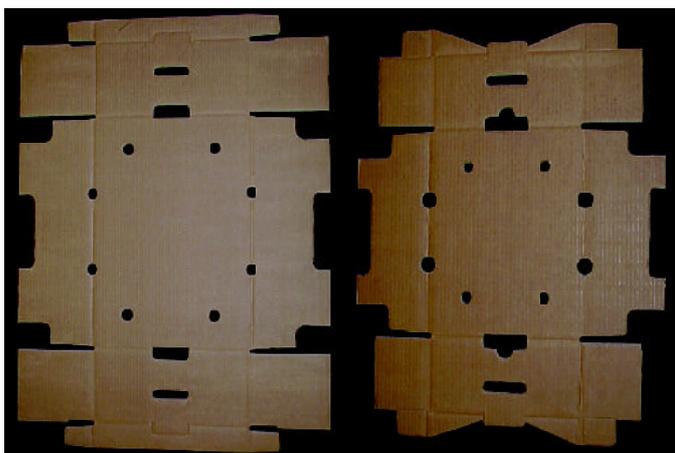


Figura 33. Caixas desmontadas com capacidade para 10 kg e 5 kg de melão para exportação.

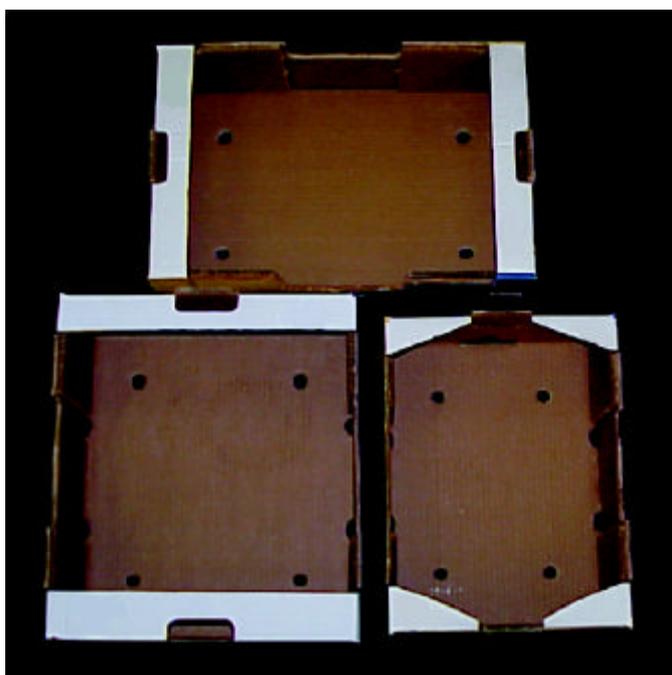


Figura 34. Caixas montadas com capacidade para 10, 12 kg e 5 kg de melão para exportação.

- 717 - Número do talhão onde o fruto foi produzido;
- 3 - Número da válvula onde o fruto foi produzido;
- 1 - Número do corte;
- 4 - Número da linha de embalagem.

A etiquetagem dos frutos é uma prática usual e recomendada para o melão, sendo utilizada principalmente como uma estratégia de marketing do produto, já que o consumidor, na maioria das vezes, associa a qualidade à marca (produtor e/ou exportador) da fruta. Devem-se utilizar etiquetas (selos) de polietileno de baixa densidade ou celulose, com 25 mm de espessura. O selo deve apresentar boa aderência, adaptar-se à forma do fruto e ter padrão gráfico e cores que possam atrair o consumidor.

Na Tabela 7 é apresentado o número de caixas para composição dos paletes de acordo com o tamanho das caixas.

Para os melões destinados ao mercado norte-americano a amarração deve utilizar uma tela de 2 milímetros de densidade para impedir a penetração de insetos.

A amarração do palete deve ser feita com quatro cintas se forem usadas as cantoneiras de madeira, e cinco cintas para as cantoneiras de papelão (Figura 35). Cada palete deve ser identificado com um número correspondente ao número de frutos por caixa, colocado no canto superior nos quatro lados, e impresso em tamanho suficiente para ser visualizado a uma distância de até 50 m. Os paletes devem ser protegidos na

Tabela 6. Limites de peso para caixas com capacidade para 5kg.

Tipo (n.º de frutos por caixa)	Peso mínimo por fruto (kg)	Peso máximo por fruto (kg)
4	1,25	1,85
5	1,00	1,50
6	0,85	1,25
7	0,70	1,05
8	0,65	0,95
9	0,55	0,85

Tabela 7. Número de caixas para composição dos paletes.

Caixa (kg)		Base	Altura	Total
10	Baixa	7	12	84
	Alta	7	13	91
12	Baixa	6	10	60
	Alta	7	12	84
5	Baixa	11	12	132
	Alta	11	13	143



Figura 35. Paletes montados.

parte superior com papelão, o que evita sujeira sobre os frutos durante o transporte e o armazenamento.

Pré-resfriamento

Imediatamente após a paletização, o melão deve ser submetido ao pré-resfriamento. O pré-resfriamento quando feito em túnel (Figura 36) e tem como objetivo baixar a temperatura rapidamente até 10°C a 15°C (tratando-se de melão *Inodorus* ou até 4°C a 6°C no caso de melões *Cantaloupe*).

Na principal região produtora e exportadora de melão do Brasil, o Pólo Agrícola Mossoró – Açu, a operação de pré-resfriamento é fundamental, já que as temperaturas das áreas de cultivo são muito elevadas. O túnel de pré-resfriamento deve apresentar velocidade do ar de 3 a 4 m s⁻¹ e evaporador capaz de resfriar o produto de 4 a 6 horas.

É fundamental que o operário responsável pela operação de pré-resfriamento seja treinado sobre o registro de temperatu-



Figura 36. Túnel para pré-resfriamento de melão.

ra na polpa do melão, usando um termômetro de polpa, e sobre a disposição dos paletes dentro do túnel.

No caso de alguns melões nobre (cantaloupes), onde se utiliza sacolas plásticas (feita de um polímero especial para cada cultivar) dentro das caixas, o pré-resfriamento é feito antes da paletização o que evita condensação após o fechamento das sacolas.

ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

O armazenamento refrigerado do melão apresenta alguns problemas em função da sua susceptibilidade a danos pelo frio. Os danos pelo frio manifestam-se por amadurecimento anormal (falta de aroma, acompanhado pelo aparecimento de manchas escuras na casca) e dependem da cul-



Figura 37. Sintomas de injúria por frio em melão *Galia*.

tivar (Figura 37). As principais cultivares de melão Amarelo produzidas no Agropólo Mossoró - Açu apresentam esse tipo de dano, quando armazenadas a temperaturas abaixo de 10°C, ao passo que as principais cultivares de melão *Galia* só apresentam esse problema em temperaturas abaixo de 7°C. Em geral, o sintoma torna-se aparente a partir de 14 dias de armazenamento refrigerado e intensifica-se quando o fruto é retirado da câmara fria para as condições ambiente. O melão *Cantaloupe* é pouco susceptível aos danos pelo frio.

A Tabela 8 mostra as condições de temperatura e umidade relativa recomendadas para o armazenamento dos principais tipos de melão destinados ao mercado externo. Recomenda-se que o fruto seja

Tabela 8. Condições de armazenamento e vida útil dos principais tipos de melão destinados à exportação.

Melão	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Vida Útil Pós-Colheita (dias)
Amarelo	10 - 12	85 - 90	30
Pele de Sapo	6 - 9	85 - 90	16 - 20
Tendral Negro	15 - 16	75 - 80	40
Galia	7 - 8	90 - 95	28
Orange Flesh	6 - 8	90 - 95	28
Cantaloupe	3 - 5	85 - 90	30

armazenado na fazenda (câmaras frigoríficas do galpão de embalagem por até sete dias, pois a vida útil pós-colheita do melão destinado ao mercado externo tem que ser de, pelo menos, 28 dias.

TRANSPORTE

Nesta etapa não se deve interromper a cadeia de frio para o melão. Desta forma, o carregamento dos contêineres deve ser feito de forma rápida e em local construído especialmente para este fim (Figura 38).

A temperatura de transporte deve ser idêntica à temperatura de armazenamento. O caminhão (contêiner) deve ser refrigerado antes do carregamento, pois estas unidades servem apenas para manter o frio. No porto, caso haja necessidade de espera, a cadeia de frio não deve ser interrompida. A temperatura no transporte marítimo e dentro do próprio país de destino deve ser rigorosamente controlada para evitar danos pelo frio.

NORMAS DE QUALIDADE

Classificação

Em geral, as normas de qualidade para o melão indicam a classificação em duas categorias conforme a Tabela 9.

Tolerâncias

Alguns defeitos são permissíveis variando conforme alguns compradores internacionais, de acordo com o que segue:

- avarias secas cicatrizadas de insetos com cor clara menor que 5% da área total do fruto e com cor escura menor que 2,5 cm de diâmetro e 2 mm de profundidade;
- avarias frescas de insetos menores que 2,5 cm de diâmetro e 2 mm de profundidade;
- dano mecânico seco menor que 2,5 cm de diâmetro e 2 mm de profundidade;
- raspagem leve e superficial menor que 5% da área do fruto e severas e profunda não mais que 2,5 cm de diâmetro;
- manchas de terra de cor escura só até 5% da área do fruto e de cor clara até 15% da área;
- cicatrizes mecânicas e por rasgos das guias e folhas só até 5% da área do fruto;
- fendas na cicatriz floral até 2,5 cm de comprimento sem afetar em polpa;



Figura 38. Porta de saída do ambiente refrigerado para o contêiner.

- injúrias no encaixotamento menor que 2,5 cm sem rompimento da casca;
- injúria por pressão na embalagem menor que 2,5 cm de diâmetro e 2 mm de profundidade sem rompimento da casca;
- deformação de frutos muito leve;
- pontos dispersos na casca causado por fusarium até 5% da área;
- alguma sujeira ou matéria estranha desde que não afetem a apresentação.
- frutas queimadas pelo sol, cicatrizadas ou não;
- perfurações frescas de insetos;
- fungos na casca;
- cortes frescos;
- líquido na cavidade.

MEIO AMBIENTE E SEGURANÇA ALIMENTAR

Defeitos considerados severos que não são permitidos de forma alguma por importadores:

- lesões aquosas causadas por bactérias ou similar;
- fruta machucada, verde, estragada, com doenças;

Os produtores/embaladores de melão devem dirigir a atenção para proteger o ambiente e valorizar os recursos naturais. Os frutos descartados e as embalagens de produtos usados na empresa, na medida do possível, podem ser transformados em adubo orgânico. As embalagens dos produtos químicos devem receber lavagem triplíce com água sendo esta retornada para o pulverizador. As embalagens devem ser colocadas em local apropriado.

Tabela 9. Classificação do melão para exportação e respectivos limites de tolerância

Classe	Característica	Tolerância
I	Boa qualidade, característica da variedade ou tipo comercial	10% em peso ou em número que não apresente as características da Classe I, mas que atenda os requisitos da Classe II
	Pouca irregularidade na forma	
	Defeitos leves na coloração	
	Pouco defeito na superfície do fruto	
	Lesões superficiais (sem atingir a polpa) cicatrizadas, inferior ou igual a 2 cm	
	Pedúnculo intacto	
II	Irregularidade na forma	10% em número ou peso que não satisfaça nem os requisitos desta Classe nem os mínimos, com exceção de melões afetados por deterioração que os tornem inadequados para o consumo
	Defeito de coloração (1)	
	Poucos defeitos mecânica	
	Pequenas cicatrizes ou cortes cicatrizados que não atinjam a polpa	
	Defeitos superficiais devido ao manuseio	

O processo produtivo deve usar o mínimo possível de produtos químicos. O produtor deve verificar a real necessidade, fazer o monitoramento através de armadilhas, controle biológico e integrado, entre outras práticas. Deve usar apenas produtos aprovados pela legislação brasileira. As recomendações do rótulo e o prazo de carência não devem ser ignorados.

O produtor deve, periodicamente, submeter o melão à análise de resíduos dos produtos utilizados em pré e pós-colheita.

Os limites máximos de resíduos de pesticidas, estabelecidos pelo *Codex Alimentarius*, para melão, e conseqüentemente utilizados pelos importadores para monitoramento, encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10. Limites Máximos de Resíduos (LMR) de pesticidas em melão, conforme *Codex Alimentarius*.

Produto	LMR (mg/kg)
Azinfos-metil	0,20
Azociclotin	0,50
Benaxalil	0,10
Bromopropilato	0,50
Carbaril	3,00
Carbendazim	2,00
Quinometionato	0,10
Clorotalonil	2,00
Cihexatin	0,50
Ciromacine	0,20
Deltametrina	0,01
Diazinon (Cantaloupe)	0,20
Dicofol	0,20
Ditiocarbamatos	0,50
Etoprofos	0,02
Fenamifos	0,05
Fenarimol	0,05
Fenbuconazol	0,20
Fenvarelato	0,20
Imazalil	2,00
Metalaxil	0,20
Metomil	0,20
Mevinfos	0,05
Oxamil	2,00
Penconazole	0,10
Permetrin	0,10
Pirazofos	0,10
Vinclozolin	1,00

Fonte: FAO, 2000.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMOR, F. M.; CARVAJAL, M.; MARTINEZ, V.; CERDÁ, A. Response of muskmelon plants (*Cucumis melo* L.) to irrigation with saline water. *Acta Horticulturae*, v.1, n.456, p.263-268, 1998.
- ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. São Paulo: FNP, 1999.
- CORRÊA, F. J. F. P. A importância da adubação na qualidade de frutos (melão e melancia). In: SÁ, M. E.; BUZZETI, S., ed. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p.373-385.
- COSTA, N. D. Doses de nitrogênio por fertirrigação e densidade de plantio na cultura do melão. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 23., Águas de Lindóia-SP, Piracicaba: SBCS, 1996. (CD Rom).
- COSTA, N. D.; SOARES, J. M.; BRITO, L. T. de L.; FARIA, C. M. B. Doses de nitrogênio aplicadas via fertirrigação e densidade de plantio na cultura do melão. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., Manaus-AM, Manaus-AM: SBCS, 1996, p.196-197. Resumos...
- FAO. **Datos Agrícolas de FAOSTAT – Producción** – cultivos primarios – melón. Disponível na internet via <http://apps.fao.org>. Arquivo capturado em 07 de janeiro de 2000.
- FAO. **Datos Agrícolas de FAOSTAT – Comercio** – cultivos y ganado primarios y derivados. Disponível na internet via <http://apps.fao.org>. Arquivo capturado em 07 de janeiro de 2000.
- FAO. **Datos Agrícolas de FAOSTAT – Nutrición** – **Codex Alimentarius**: Residuos de plaguicidas en los alimentos - Límites Máximos de Residuos. Disponível na internet via <http://apps.fao.org>. Arquivo capturado em 06 de janeiro de 2000.
- FARIAS-LÁRIOS, J.; OROZCO-SANTOS, M. Effect of polyethylene mulch colour on aphid populations, soil temperature, fruit quality, and yield of watermelon under tropical conditions. *New Zeland Journal of Crop and Horticultural Science*, v.25, n.4, p.369-374, 1997.
- FEIGIN, A. Fertilization management of crops irrigated with saline water. *Plant and Soil*, v.89, p.285-299, 1985.
- GALLI, F. (Coord.) **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Ed. Ceres, 1980. v.2, 287p.
- HAAG, H. P. Nutrição mineral e qualidade dos produtos agrícolas. In: DECHEN, A. R.; BOARETTO, A.; VERDADE, F. C. **Adubação, produtividade e ecologia**. Piracicaba: Fundação Cargill, 1992, 425p.
- HOCHMUTH, G. J.; MAYNARD, D. N.; VAVRINA, C. S.; STALL, W. M.; KUCHARC, T. A.; JOHNSON, F. A.; TAYLOR, T. G. **Cucurbit production in Florida: cantaloupe**, cucumber, muskmelon, pumpkin, squash and watermelon. University of Florida. Disponível na internet via <http://hammock.ifas.ufl.edu>. Arquivo capturado em 20 de junho de 1998.
- MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C. Nível crítico pelo critério da distribuição normal reduzida (NCRIZ): uma nova proposta para interpretação de análise foliar. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23., Caxambu-MG, Lavras: SBCS, 1998, p.161. (Impresso)
- MALLICK, M. F. R.; MASUI, M. Origin, distribution and taxonomy of melons. *Scientia Horticulturae*, v.28, n.1, p.251-261, 1986.
- MARR, C. W. **Fertigation of vegetable crops**. Kansas States University. Disponível na internet via <http://www.oznet.ksu.edu>. Arquivo capturado em 10 de março de 1999.
- MATSUDA, T. **Influence of fertilizer nutrient on physiological disorders in the fruit of prince melon**. Ibarakiken: Ibaraki University, 1993. 380p.
- MCCREIGHT, J. D.; NERSON, H.; GRUMET, R. Melon – *Cucumis melo* L. In: GKLOO, B. O. **Genetic improvement of vegetable crops**. Oxford: Pergamon Press, 1993, 450p.
- MEIRI, A. Tolerance of different crops to salinity conditions in soils. In: CONGRESSO MUNDIAL DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., Chapingo, México, 1995, p.320-331.
- MENDLINGER, S.; PASTERNAK, D. Screening for salt tolerance in melons. *HortScience*, n.27, v.3, p.905-907, 1992.
- NAVARRO, J. M.; BOTELLA, M. A.; MARTINEZ, V. Yield and fruit quality of melon plants grown under saline conditions in relation to phosphate and calcium nutrition. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, v.74, n.5, p.573-578, 1999.
- OROZCO-SANTOS, M.; PEREZ-ZAMORA, O.; LOPEZ-ARRIAGA, O. Effect of transparent mulch on insect populations, virus disease, soil temperature and yield of cantaloupe. *New Zeland Journal of Crop and Horticultural Science*, v.23, n.1, p.199-204, 1995.

RADAR. **Frutas tropicais:** alguns indicadores de demanda. Disponível na internet via <http://radar.com.br>. Arquivo capturado em 29 de abril de 1999.

SILVA, E. M. F. **Estudos sobre o mercado de frutas.** São Paulo: FIPE, 1999. 373p.

WADT, P. G. S. Método da Chance Matemática para a determinação das faixas infra-ótima, ótima e supra-ótima dos teores foliares de nutrientes. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., Petrolina-PE, Petrolina-PE: SBCS, 1994. p.186-187. Resumos...

República Federativa do Brasil

Presidente

Fernando Henrique Cardoso

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Ministro

Marcus Vinicius Pratini de Moraes

Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão

Ministro

Martus Tavares

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Diretor-Presidente

Alberto Duque Portugal

Diretores-Executivos

Elza Angela Battaglia Brito da Cunha

Dante Daniel Giacomelli Scolari

José Roberto Rodrigues Peres

Embrapa Agroindústria Tropical

Chefe-Geral

Francisco Férrer Bezerra

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Levi de Moura Barros

Chefe-Adjunto de Administração

Paulo César Espíndola Frota