

.....

Fisiologia e Manuseio Pós-colheita de Pimentão



Milza Moreira Lana

Embrapa

**Fisiologia e Manuseio
Pós-Colheita de Pimentão**

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Hortaliças
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Fisiologia e Manuseio Pós-Colheita de Pimentão

Milza Moreira Lana

Embrapa
Brasília, DF
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Hortaliças

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, Km 9

Caixa Postal 218

CEP 70275-970 - Brasília - DF

Fone: (61) 3385.9000

Fax: (61) 3556.5744

www.embrapa.br

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição

Embrapa Hortaliças

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Warley Marcos Nascimento*

Editor técnico: *Ricardo Borges Pereira*

Membros: *Carlos Eduardo Pacheco Lima*

Daniel Basílio Zandonadi

Marcos Brandão Braga

Miguel Michereff Filho

Milza Moreira Lana

Mirtes Freitas Lima

Valdir Lourenço Júnior

Supervisão editorial: *Caroline Pinheiro Reyes*

Secretária: *Gislaine Costa Neves*

Normalização bibliográfica: *Antônia Veras de Souza*

Projeto gráfico: *Beatriz Ferreira da Cruz*

Editoração e impressão: *Gráfica CS – Eireli - EPP*

1ª edição

1ª impressão (2017): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610/98).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Hortaliças

Lana, Milza Moreira.

Fisiologia e manuseio pós-colheita de pimentão / Milza Moreira Lana.

- Brasília, DF: Embrapa, 2017.

74 p. : il. color. ; 17 cm x 24 cm.

ISBN 978-85-7035-662-8

1. Capsicum annum. 2. Beneficiamento. 3. Doença de planta. 4. Pós-colheita. I. Título. II. Embrapa Hortaliças.

CDD 635.643

Autor

Milza Moreira Lana

Engenheira-agrônoma, PhD em Fisiologia Pós-Colheita,
pesquisadora Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

AGRADECIMENTOS

A autora agradece aos colegas listados a seguir pela generosidade em revisar partes do texto relacionadas às suas respectivas áreas de competência. **Anita de Souza Gutierrez**, CQH-CEAGESP (Centro de Qualidade em Horticultura da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo); **Carlos Antônio Banci**, Emater-DF/Ceasa-DF; **Dr. Carlos Alberto Lopes**, Embrapa Hortaliças; **Dra. Claire I.G.L. Sarantópoulos**, Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas-SP; **Cláudio Inforzato Fanale**, SECQH (Seção do Centro de Qualidade Hortigranjeira) -CEAGESP; **Fatima Chieppe Parizzi**, Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Vegetal - DIPOV, Secretaria de Defesa Agropecuária - DAS, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA; **Helio Satoshi Watanabe**, CQH-CEAGESP **Osório Zan Matias**, Superintendência Federal de Agricultura em Goiás, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Dr. Erin O'Donoghue** e **Dra. Amanda Abe** foram gentis em respectivamente esclarecer minhas dúvidas e permitir que seus resultados fossem reproduzidas nesse trabalho. A autora também agradece aos **agricultores do Distrito Federal** e suas respectivas associações e cooperativas sem os quais não teria sido possível realizar os trabalhos de autoria da Embrapa Hortaliças listados nessa publicação. Agradecimento especial ao **Sr. João Takagi**, idealizador do sistema de colheita e carrinho mostrados nas figuras 20A e B.

Sumário

INTRODUÇÃO.....	11
FISIOLOGIA PÓS-COLHEITA.....	14
1. CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO FRUTO NA PLANTA – OU COMO O FRUTO CHEGA AO PONTO DE COLHEITA.....	14
1.1. CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO FRUTO	14
1.2. PONTO DE COLHEITA.....	20
2. PROCESSOS PÓS-COLHEITA QUE LEVAM À DETERIORAÇÃO OU PORQUE O FRUTO ESTRAGA DEPOIS DE COLHIDO	22
2.1. TRANSPIRAÇÃO – COMO OCORRE E CONSEQUÊNCIAS SOBRE A QUALIDADE E DURABI- LIDADE	22
2.2. RESPIRAÇÃO E PRODUÇÃO DE ETILENO– COMO OCORRE E CONSEQUÊNCIAS SOBRE A QUALIDADE E DURABILIDADE	23
2.3. ALTERAÇÕES DA TEXTURA – COMO OCORRE E CONSEQUÊNCIAS SOBRE A QUALIDADE E DURABILIDADE.....	24
2.4. DOENÇAS PÓS-COLHEITA– COMO OCORREM E CONSEQUÊNCIAS SOBRE A QUALIDADE E DURABILIDADE.....	25
2.5. DANOS FÍSICOS – COMO OCORRE E CONSEQUÊNCIAS SOBRE A QUALIDADE E DURABI- LIDADE	26
2.6. DANOS POR CALOR E EXPOSIÇÃO AO SOL – COMO OCORRE E CONSEQUÊNCIAS SOBRE A QUALIDADE E DURABILIDADE	27
2.7. INJÚRIA POR FRIO – COMO OCORRE E CONSEQUÊNCIAS SOBRE A QUALIDADE E DURA- BILIDADE.....	30
TECNOLOGIA PÓS-COLHEITA – OU O QUE PODE SER FEITO PARA RETARDAR O PROCESSO DE DETERIORAÇÃO PÓS-COLHEITA.....	34
1. ESTADO DA ARTE	34
2. OPERAÇÕES.....	36
2.1. COLHEITA.....	36
2.2. MANUTENÇÃO DOS ACESSÓRIOS DE COLHEITA	41
2.3. TRANSPORTE DA LAVOURA PARA A CASA DE EMBALAGEM	42
2.4. BENEFICIAMENTO.....	42
2.4.1. BENEFICIAMENTO NO CAMPO DURANTE A COLHEITA X EM CASA DE EMBALAGEM.....	42
2.4.2. OPERAÇÕES.....	43
2.4.2.1. LIMPEZA.....	43
2.4.2.2. SELEÇÃO E CLASSIFICAÇÃO – OPERAÇÕES E EQUIPAMENTOS.....	46
2.4.2.3. SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO EM VIGOR NO BRASIL	47

2.4.2.4. EMBALAGEM.....	49
2.5. MODELOS DE CASA DE EMBALAGEM.....	51
2.6. PRÉ-RESFRIAMENTO E ARMAZENAMENTO EM CONDIÇÃO AMBIENTE E REFRIGERADO	53
2.6.1. ARMAZENAMENTO EM CONDIÇÃO AMBIENTE.....	53
2.6.2. PRÉ-RESFRIAMENTO	53
2.6.3. REFRIGERAÇÃO E UMIDADE DO AR	54
2.7. AMADURECIMENTO ARTIFICIAL.....	55
2.8. ATMOSFERA CONTROLADA E MODIFICADA	57
2.9. TRANSPORTE	58
2.10. EXPOSIÇÃO NO VAREJO	58
2.11. ARMAZENAMENTO E CONSUMO DOMÉSTICO.....	59
REFERÊNCIAS	61

Introdução

O correto manuseio durante e após a colheita é importante para garantir a qualidade sensorial, nutricional e microbiológica dos alimentos assim como para reduzir as perdas. As perdas pós-colheita impactam a sustentabilidade dos sistemas agroalimentares nas três dimensões: econômica, social e ambiental. Elas reduzem a disponibilidade e aumentam o preço dos alimentos comprometendo a segurança alimentar. Elas também têm um grande impacto sobre o meio ambiente seja pelo uso em vão de recursos naturais escassos para produzir alimentos que são descartados, seja pela geração de lixo que é enviado para lixões e aterros sanitários (HIGH LEVEL PANEL OF EXPERTS ON FOOD SECURITY AND NUTRITION, 2014).

O pimentão, como as demais hortaliças, é um alimento perecível cujas perdas podem ser consideráveis quando as necessidades de manuseio durante a após a colheita não são atendidas. Essas perdas podem ser quantitativas, quando se referem à fração do alimento que não é consumido, mas descartado, ou qualitativas, quando se referem ao decréscimo da qualidade sensorial, nutricional e/ou microbiológica do alimento ainda próprio para consumo.

A presente publicação é parte integrante de uma parceria entre o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e a Embrapa Hortaliças com o objetivo de estabelecer as normas para a Produção Integrada do Pimentão. Ela se propõe a servir de literatura de apoio para a tomada de decisões quanto ao manuseio pós-colheita da cultura de acordo com os princípios da Produção Integrada.

A Produção Integrada Agropecuária (PI Brasil) está focada na adequação de sistemas produtivos para geração de alimentos e outros produtos agropecuários de alta qualidade e seguros. Os produtos agrícolas certificados pelo Mapa e pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) como oriundos de produção integrada são produzidos de acordo com práticas sustentáveis de produção e conseqüentemente são mais saudáveis para o consumo, garantindo ainda menor impacto ambiental do que produtos convencionais e a valorização da mão de obra rural (BRASIL, 2015).

O presente texto foi dividido em duas sessões. Na primeira, são apresentados os principais processos metabólicos que levam à deterioração pós-colheita dessa hortaliça. Na segunda, são apresentadas as principais recomendações técnicas para o adequado manuseio do pimentão durante e após a colheita de modo a garantir a manutenção de sua qualidade entre a colheita e o consumo.

PARTE 1

FISIOLOGIA PÓS-COLHEITA



CAPÍTULO 1

CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO FRUTO NA PLANTA ou como o fruto chega ao ponto de colheita

1.1. Crescimento e desenvolvimento do fruto

O fruto de pimentão apresenta um modelo de crescimento sigmoide (NIELSEN et al., 1991; PRETEL et al., 1995; TADESSE et al., 2002) (Figura 1). No início do crescimento, o comprimento (C) aumenta mais rápido que o diâmetro (D), com uma relação C/D igual a 1,5 (TADESSE et al., 2002) (Figura 2).

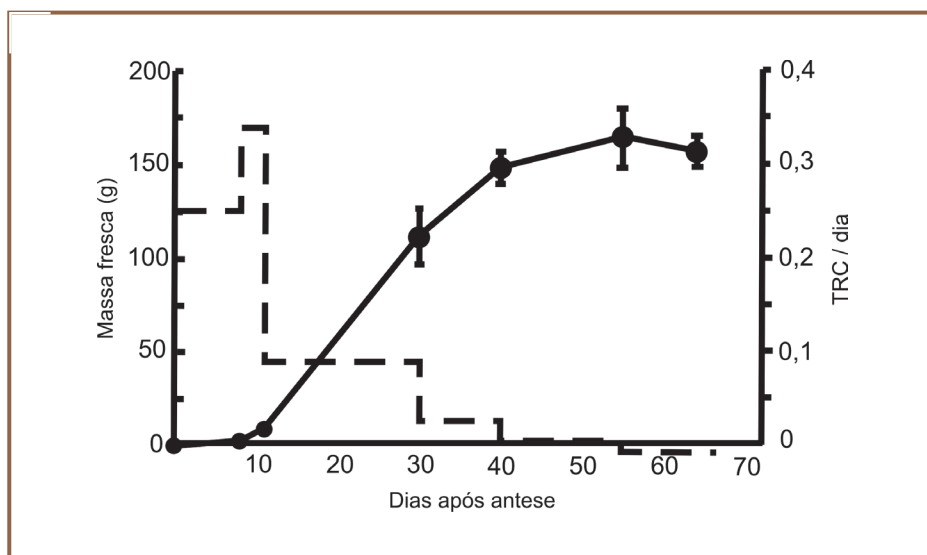


Figura 1. Acúmulo de massa fresca (g) durante o desenvolvimento de fruto de pimentão. Cada ponto é a média de 6 frutos \pm desvio padrão. A curva pontilhada indica a taxa de crescimento relativo - TCR (em base fresca) como médias para os intervalos entre as colheitas.

Fonte: Nielsen et al. (1991).

Do ponto de vista do acúmulo de matéria fresca e de carboidratos, o desenvolvimento do fruto ocorre em três fases (Figura 3): fase inicial: caracterizada por elevada taxa relativa de crescimento acompanhada por acúmulo de hexoses (glicose e frutose); fase intermediária: caracterizada por redução da taxa relativa de crescimento e acúmulo de sacarose e amido; fase final: crescimento praticamente nulo, acúmulo de hexoses (glicose e frutose) e degradação da sacarose e do amido (NIELSEN et al.,

1991). A última fase é concomitante com a mudança de cor característica do amadurecimento e o acúmulo de hexoses está provavelmente relacionado com o aumento do teor de sólidos solúveis reportado por Tadesse et al. (2002).

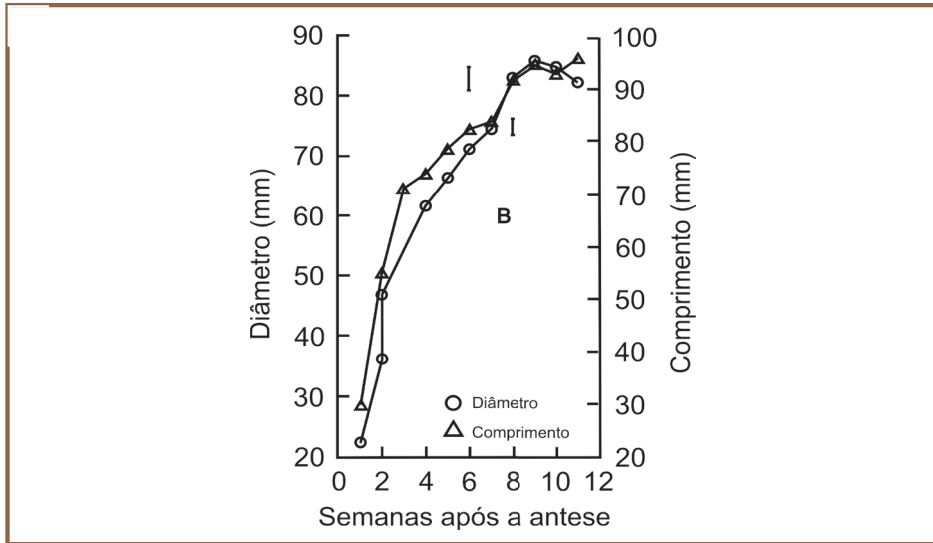


Figura 2. Crescimento cumulativo de fruto de pimentão em diâmetro e comprimento. Fonte: Tadesse et al. (2002).

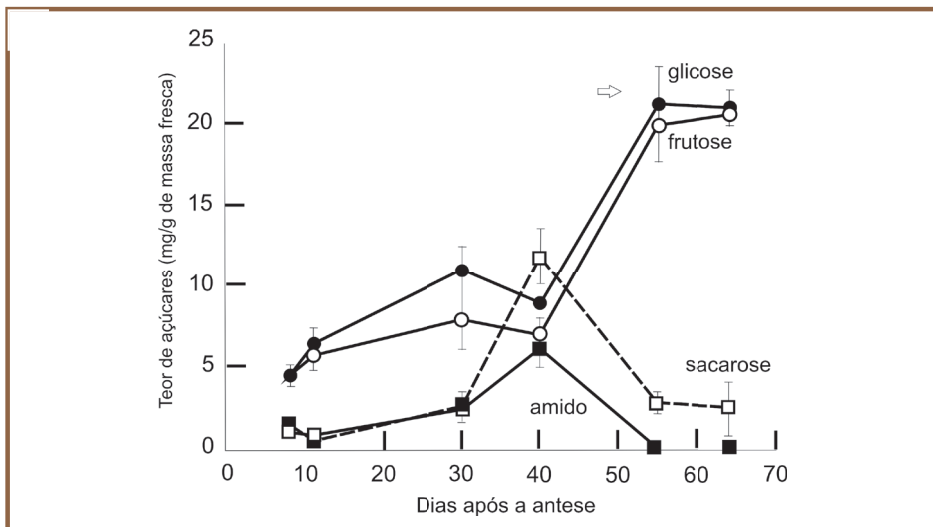


Figura 3. Teor de carboidratos no pericarpo durante o desenvolvimento de frutos de pimentão. Cada ponto é a média de 6 indivíduos \pm desvio padrão. Fonte: Nielsen et al. (1991).

A espessura do pericarpo (Figura 4) e a firmeza (Figura 5) aumentam com o crescimento do fruto à exceção de uma ligeira redução da firmeza no final do ciclo de desenvolvimento quando o fruto já se encontra maduro (TADESSE et al., 2002).

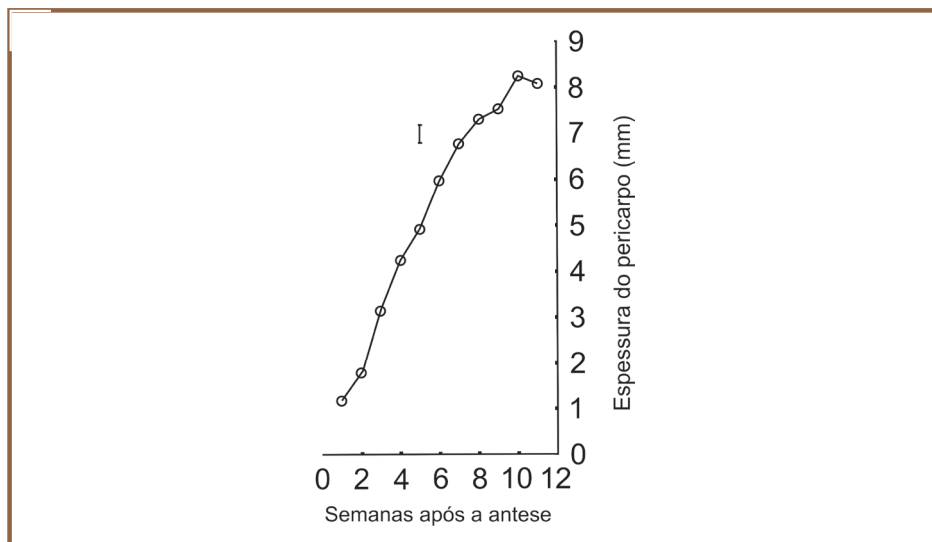


Figura 4. Espessura do pericarpo de frutos de pimentão durante o crescimento e desenvolvimento. Fonte: Tadesse et al. (2002).

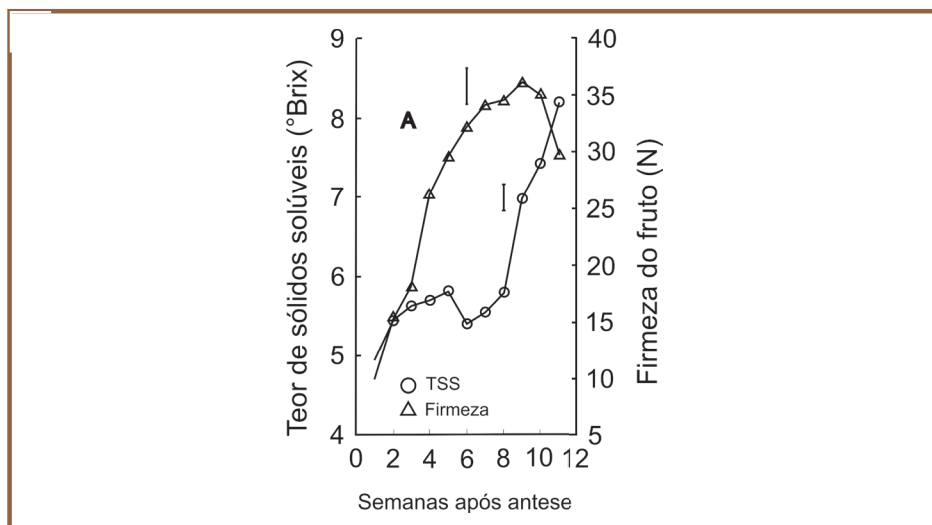


Figura 5. Teor de sólidos solúveis e firmeza de frutos de pimentão durante o crescimento e desenvolvimento. Fonte: Tadesse et al. (2002).

A redução da firmeza, devida ao amadurecimento, está relacionada a alterações na composição da parede celular dos frutos. Paralelamente à redução da firmeza, ocorre decréscimo do potencial hídrico, decréscimo da fração de pectina insolúvel e aumento da fração de pectina solúvel do fruto (LURIE et al., 1986).

Ogasawara et al. (2007) propuseram ser a hidrólise de resíduos de galactose por β -galactosidase o primeiro evento no processo de amaciamento do pimentão. A atividade desta enzima aumentou cerca de cinco vezes durante o amadurecimento enquanto o teor de galactose sofreu uma redução de 80%. Estes autores propuseram um modelo para as alterações na parede celular do pimentão (Figura 6) no qual a atividade de β -galactosidase precede aquela de endo-poligalacturonase e ambas as enzimas contribuem para a redução da firmeza no fruto maduro.

Entretanto, estudos realizados por Cheng et al. (2008) com diversos genótipos de *C. annuum*, que diferiam quanto à firmeza da polpa, levantaram a hipótese do modelo de amaciamento ser dependente do genótipo. Em linhagens de *C. annuum* do tipo *hot chili pepper* a alteração da firmeza foi altamente correlacionada com o teor de celulose e com a atividade das enzimas celulase e β -galactosidase. Já em linhagens do tipo *lantern sweet pepper* a alteração da firmeza foi relacionada aos teores de pectina solúvel e insolúvel e à atividade das enzimas endo-poligalacturonase e pectina metil esterase.

Com o amadurecimento também aumentam a permeabilidade das membranas, evidenciada por um aumento do vazamento de eletrólitos e pelo aumento da microviscosidade (LURIE; BEN-YEHOSHUA, 1986). Whitaker (2003) também observou maior vazamento de eletrólitos em frutos maduros, mas considerou que estes resultados estavam mascarados pelo fato do tecido em estudo ter sido colocado em água destilada quando deveria ter sido colocado em uma solução isotônica.

Frutos maduros apresentam maior teor de esterol e menor teor de fosfolípidios na membrana, comparativamente a frutos verdes (LURIE; BEN-YEHOSHUA, 1986) e a relação esterol:fosfolípido é altamente correlacionada com a microviscosidade da membrana (WHITAKER, 2003). O pimentão é considerado um fruto não climatérico pela maioria dos autores (AIZAT et al., 2013, 2014; GONZÁLEZ-AGUILAR et al., 1999; PRETEL et al., 1995; SALTVEIT, 1977; THANOPOULOS et al., 2013). As taxas de produção de etileno e de dióxido de carbono são mais elevadas nos estádios iniciais de crescimento e decrescem a partir de então até o completo amadurecimento do fruto (Figura 7). Em alguns casos, picos significativos de produção de etileno e de dióxido de carbono são observados nos estádios finais de crescimento do fruto, próximo ao início do amadurecimento. Este aumento foi considerado como consequência da infecção por micro-organismos por Saltveit (1977), mas como uma evidência de comportamento climatérico por Tadesse et al. (2002). Villavicencio et al. (1999, 2001) avaliaram o padrão respiratório e de produção de etileno de várias espécies e cultivares de *Capsicum* spp., durante o amadurecimento na planta e após a colheita. Eles concluíram que os frutos apresentam comportamento intermediário entre climatérico e não climatérico e cada variedade tem um padrão respiratório e de produção de etileno particular.

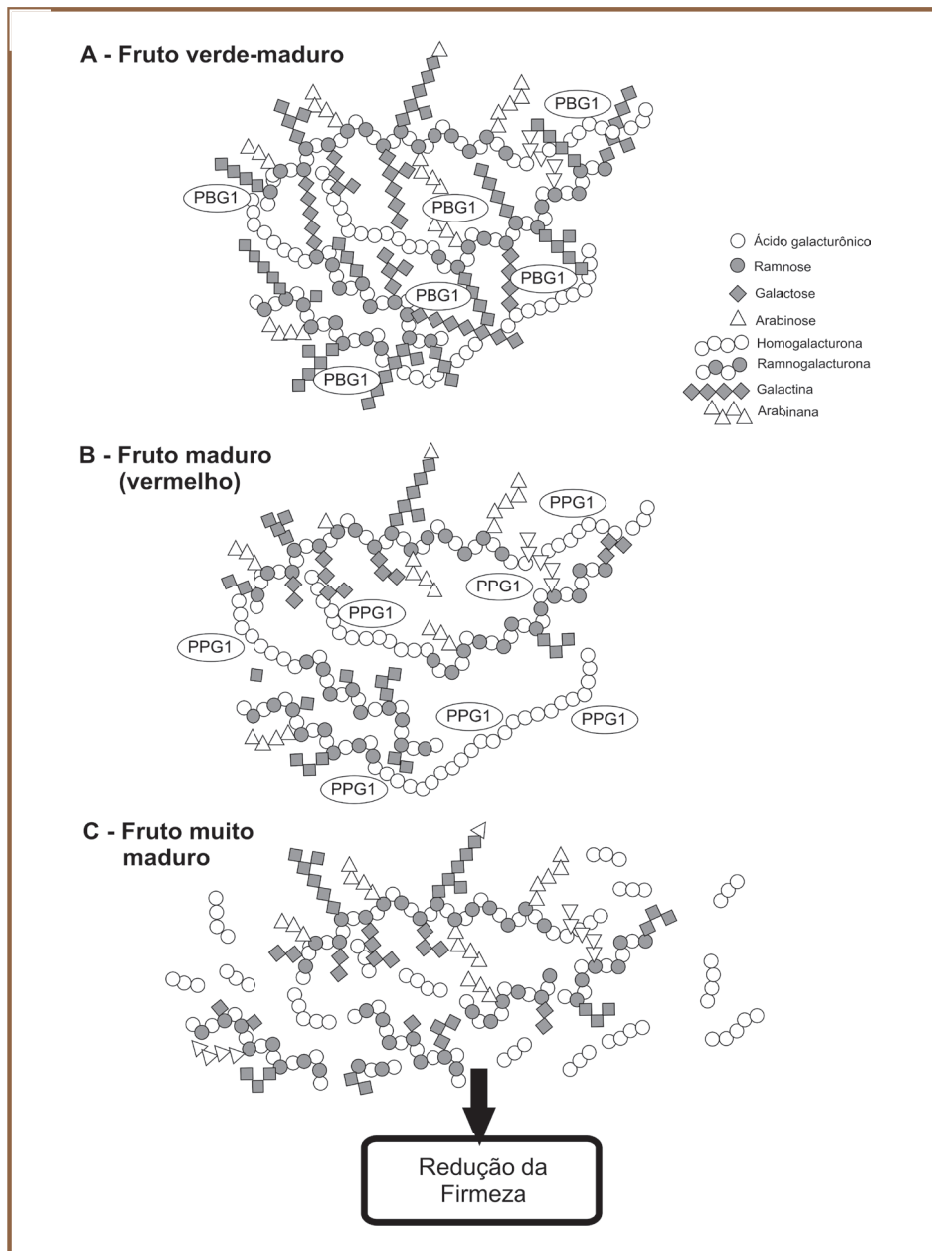


Figura 6. Modelo proposto para o amaciamento de fruto de pimentão durante o amadurecimento. De A para B: quando o fruto passa do estágio verde maduro para maduro (vermelho), a expressão de β -galactosidase (PBG1) aumenta acentuadamente. Resíduos de galactose unidos à ramnogalacturona são hidrolizados por PBG1. Como resultado, ocorre alteração da estrutura da pectina e o aumento de resíduos de galactose hidrolisada livre no citosol. Estes eventos resultam em alterações no metabolismo de carbono, na firmeza do fruto e na expressão de endopoligalacturonase (PPG1). De B para C, quando o fruto passa de maduro para muito maduro, o nível de expressão de PPG1 aumenta acentuadamente e o esqueleto de homogalacturonana é parcialmente hidrolisado por PPG1.

Fonte: Ogasawara et al. (2007).

Mais recentemente, Aizat et al. (2013) confirmaram um modelo de amadurecimento não climatérico para o pimentão onde somente o Sistema 1 de produção de etileno é operante. A baixa atividade da enzima ACC Sintase (que converte SAM- Sadenosil L-metionina em ACC) e os baixos níveis de ACC (1-amino-ciclopropano-L-carboxílico, precursor do etileno) foram considerados as etapas limitantes na rota do etileno em pimentão (Figura 8). O controle do amadurecimento de pimentão também parece envolver mudanças na sensibilidade do tecido à ação do etileno ao longo do desenvolvimento do fruto. Esta mudança de sensibilidade pode ser devida à redução dos níveis de poliaminas e/ou a alterações nos níveis de receptores de etileno (AIZAT et al., 2013, 2014).

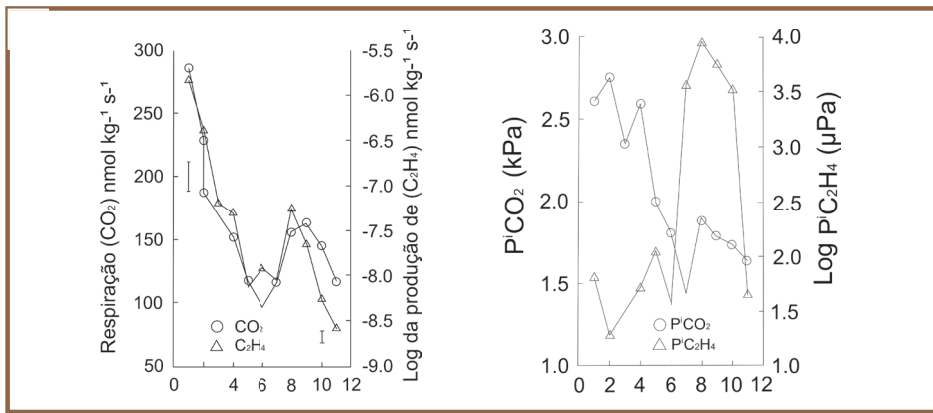


Figura 7. Respiração e produção de etileno (esquerda) e concentração interna de dióxido de carbono e de etileno (direita) durante o crescimento e desenvolvimento do fruto de pimentão.

Fonte: Tadesse et al. (2002)

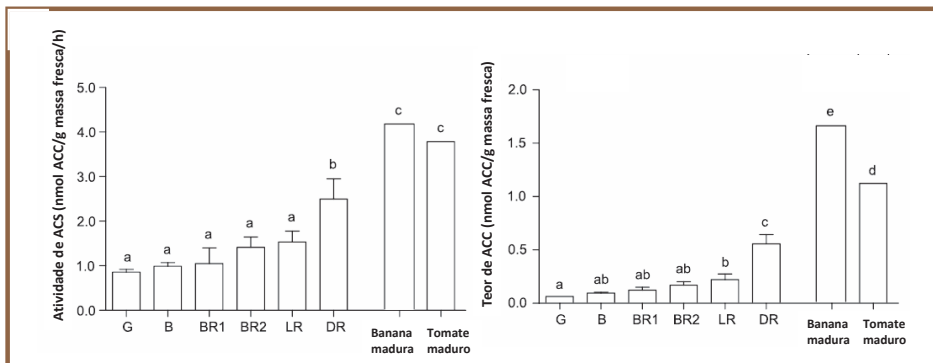


Figura 8. Atividade de ACS (esquerda) e teor de ACC (direita) durante os seis estádios de amadurecimento do pimentão B, verde; B, verde-maduro; BR1, verde-maduro vermelho 1; BR2, verde-maduro vermelho 2; LR, vermelho claro; DR, vermelho escuro. Os valores para banana madura e tomate são apresentados como controles positivos. A mesma letra indica não haver diferenças entre as médias de acordo com LSD ($p \leq 0,05$).
Fonte: Aizat et al. (2013).

O amadurecimento das variedades de pimentão mais comuns no mercado brasileiro envolve a mudança de cor de verde para vermelho ou para amarelo. Frutos imaturos de cor verde também podem tornar-se alaranjados quando maduros. Outras variedades plantadas em menor escala apresentam frutos imaturos de cor roxa ou branco creme que quando maduros tornam-se amarelos, alaranjados ou vermelhos (AZA-GONZÁLEZ et al., 2012; RODRIGUEZ-URIBE et al., 2012; SIMONNE et al., 1997). A mudança de cor inicia-se nos estádios finais de crescimento do fruto (PRETEL et al., 1995).

As clorofilas e antocianinas são os principais pigmentos responsáveis pela cor do fruto imaturo, enquanto os carotenoides são os principais responsáveis pela cor do fruto maduro (BRAND et al., 2014; RODRIGUEZ-URIBE et al., 2012). No estágio imaturo observa-se uma enorme gama de tons de verde desde a cor branco cremosa com muito baixos níveis de clorofila até frutos verde escuros com elevados teores de clorofila (BRAND et al., 2014). Frutos que acumulam antocianina são em geral roxos, mas também existem frutos de cor negra e magenta dentro do gênero *Capsicum* (AZA-GONZÁLEZ et al., 2012; STOMMEL et al., 2014).

O perfil de carotenoides do fruto é bastante variável em diferentes fenótipos. Parte dos carotenoides presentes no fruto imaturo torna-se visível durante o amadurecimento após a degradação da clorofila e/ou da antocianina, mas também pode ocorrer síntese de novos pigmentos (HA et al., 2007; RODRIGUEZ-URIBE et al., 2012). A cor vermelha é devida à presença dos carotenoides capsantina e capsorubina, ambos exclusivos do gênero *Capsicum* (HA et al., 2007). Frutos com fenótipo amarelo e alaranjado apresentam teores variáveis de violaxantina, zeaxantina, β -caroteno e β -criptoxantina, luteína e capsantina (RODRIGUEZ-URIBE et al., 2012). Variedades que acumulam capsantina parecem não acumular quantidades significativas de luteína.

1.2. Ponto de colheita

O pimentão pode ser colhido verde ou maduro. O estágio de maturação do fruto não é facilmente identificável pela aparência, mas a cor e o tamanho são em geral usados como indicadores do ponto de colheita (RUBATZKY; YAMAGUCHI, 1997 citados por BARTZ; BRECHT, 2003). Tadesse et al. (2002), após avaliarem a maturação da cultivar Dominó, concluíram que o teor de sólidos solúveis e a firmeza são bons indicadores do estágio de maturação do fruto juntamente com a cor. Para esta cultivar eles recomendaram a colheita do fruto maduro quando o fruto apresentar 6 °Brix e firmeza de 35 N (medida com penetrômetro com ponta de prova de 11,1 mm de diâmetro).

Para comercialização de frutos verdes eles devem estar completamente desenvolvidos, estágio no qual se apresentam firmes, com casca brilhante e cálice e pedúnculo verdes (COMMERCIAL..., 2009). Frutos imaturos, não firmes, que cedem à pressão quando comprimidos, com polpa fina e cor verde pálida (algumas variedades) não devem ser colhidos, pois têm baixa qualidade sensorial, baixa produtividade e curta durabilidade pós-colheita (AGBLOR; WATERER, 2001;

COMMERCIAL..., 2009). No Distrito Federal, importante região produtora de pimentão, os produtores denominam “granado” aquele fruto que já alcançou o ponto de colheita (Figura 9). Por analogia, frutos “não granados” são imaturos e apresentam menor conservação pós-colheita. De maneira geral, os frutos “granados” tem cor verde mais intensa e brilhante, tendendo a mais escura e polpa mais espessa. Os frutos imaturos têm a superfície levemente enrugada, são mais claros e menos firmes. Para comercialização de frutos maduros Fallik (2014) recomenda que eles sejam colhidos com 80% a 85% de cor laranja, amarelo ou vermelho, enquanto Cantwell (1996) recomenda a colheita quando eles apresentarem pelo menos 50% da cor típica do fruto maduro.



Foto: Milza Moreira Lana

Figura 9. Identificação do ponto de colheita de pimentão verde por produtores rurais do Distrito Federal. Os frutos são denominados granados (dois frutos à esquerda) quando no ponto de colheita adequado e não granado quando imaturo (fruto à direita).

CAPÍTULO 2

PROCESSOS PÓS-COLHEITA QUE LEVAM À DETERIORAÇÃO ou porque o fruto estraga depois de colhido

A senescência dos frutos de pimentão ocorre por processos similares em frutos colhidos verdes ou maduros, apesar de eles apresentarem condição inicial distintas na colheita. Após a colheita, ocorre perda de massa, redução da firmeza e aumento da fração de pectinas solúveis. Alterações similares também ocorrem em parâmetros que indicam a integridade da membrana plasmática tais como vazamento celular, microviscosidade e níveis de esterol, com um atraso de 8 a 9 dias para frutos verdes comparativamente aos frutos maduros (LURIE; BEN-YEHOSHUA, 1986; LURIE et al., 1986).

2.1. Transpiração – como ocorre e consequências sobre a qualidade e durabilidade

A durabilidade dos frutos de pimentão é limitada principalmente pela perda de água (AGBLOR; WATERER, 2001; BEN-YEHOSHUA et al., 1983; CANTWELL, 1996; LURIE et al., 1986). Além de prejudicar a aparência (Tabela 1), o estresse hídrico resultante da transpiração acelera e possivelmente dispara o início do processo de senescência dos frutos (LURIE et al., 1986). Processos fisiológicos indicativos de senescência do fruto, tais como decréscimo da firmeza e do potencial hídrico, redução da quantidade de pectina insolúvel e aumento da quantidade de pectina solúvel da parede celular, ocorrem paralelamente à perda de água e são inibidos quando o fruto é mantido em ambiente com alta saturação de vapor de água (LURIE et al., 1986). Por isso, a manutenção da umidade elevada é mais importante do que a redução da temperatura do ambiente para inibir o processo de senescência dos frutos de pimentão.

A perda de água ocorre, em quase sua totalidade, através da cutícula do pericarpo (BLANKE; HOLTHE, 1997). Os frutos de *Capsicum* não possuem estômatos no pericarpo (BLANKE; HOLTHE, 1997) e a perda de água através do cálice e do pedúnculo é muito pequena ou desprezível (LOWNDS et al., 1993; MAALEKUU et al., 2005). Entretanto, Diaz-Perez et al. (2007), ao aplicarem petrolato no cálice de pimentão para impedir a perda de água através do cálice, observaram redução da taxa de perda de água em 47% (fruto imaturo), 23% (fruto verde-maturo), 27% (fruto com 30% de cor vermelha) e 28% (fruto com 30% de cor vermelha), o que os levou a concluir que a transpiração via cálice e pedúnculo é significativa e deve ser objeto de controle durante a fase de pós-colheita.

Tabela 1. Atributos de qualidade de pimentão verde-maduro em relação à perda de massa a 20 °C.

Perda de Massa (%)	Qualidade Visual ⁽¹⁾ (nota)	Desidratação ⁽²⁾ (nota)	Firmeza ⁽³⁾ (Newton)	Brilho ⁽⁴⁾ (valor)
0,3	8,4	1,1	23,3	6,7
2,0	7,2	2,3	16,2	5,8
2,8	5,9	2,8	12,5	4,7
3,9	4,8	3,1	7,1	3,4
LSD 0,05	0,4	0,4	2,8	1,0

⁽¹⁾ Qualidade Visual: escala de 9 a 1, sendo 9=excelente, aparência de produto fresco; 7 = bom; 5 = regular (limite de valor comercial), 3= ruim, 1=impróprio para uso. A nota 6 é considerada a nota mínima para que o produto possa ser comercializado.

⁽²⁾ Desidratação: escala de 1 a 5, sendo 1= ausente, 2=leve, 3=moderada (resultaria em redução do preço), 4=moderadamente severa, 5=severa.

⁽³⁾ Firmeza medida como força em Newton necessária para causar uma compressão do fruto de 5 mm utilizando uma ponta de prova de 25 mm de diâmetro.

⁽⁴⁾ Brilho medido com um BYK-Gardner; quanto maior o valor, maior o brilho da superfície.

Fonte: Cantwell e Thangaiah (2001).

A taxa de perda de água e a permeância ao vapor de água do fruto inteiro e da casca são máximas em frutos imaturos e pequenos, decrescendo à medida que o fruto cresce e amadurece, enquanto a permeância do cálice decresce entre o estágio imaturo e verde maduro a partir de quando não sofre mudança (DIAZ-PEREZ et al., 2007).

A taxa de perda de água após a colheita varia entre cultivares. Estas diferenças estão relacionadas a características físicas e químicas dos frutos como tamanho, relação superfície:volume, propriedades da cutícula e da membrana celular. A importância relativa de cada componente tem sido alvo de vários estudos, mas os resultados não são conclusivos (LOWNDS et al., 1993, 1994; MAALEKUU et al., 2005, 2006; PARSONS et al., 2013; SMITH et al., 2006). Como alguns desses ensaios utilizaram metodologias analíticas equivalentes, Lara et al. (2014) sugeriram serem as diferenças devidas aos diferentes genótipos de *Capsicum* avaliados em cada trabalho, o que por sua vez indicaria que a funcionalidade da cutícula varia entre cultivares. Estudos com diversas espécies vegetais, incluindo *Capsicum* spp, indicam que a permeabilidade da cutícula à água está mais relacionada à sua estrutura do que à sua quantidade (LARA et al., 2014).

2.2. Respiração e produção de etileno- Como ocorre e consequências sobre a qualidade e durabilidade

De maneira geral, existe uma relação inversa entre a taxa respiratória e a durabilidade pós-colheita das hortaliças. Ou seja, quanto maior a taxa respiratória mais perecível é a hortaliça. O consumo de vários substratos na respiração resulta em consumo das reservas de energia do tecido vegetal e alterações da qualidade sensorial em especial o sabor. A quantidade de calor liberada na respiração, por sua vez, deve ser considerada quando do cálculo das necessidades de refrigeração e ventilação da carga de pimentão durante o armazenamento e transporte. A embalagem com filmes de plástico e a aplicação de revestimentos deve assegurar que

níveis adequados de oxigênio sejam mantidos para manter a respiração aeróbica e que os níveis de dióxido de carbono não atinjam valores tóxicos para o tecido vegetal (KADER; SALTVEIT, 2003).

A taxa respiratória dos frutos de pimentão após a colheita, em função da temperatura, é descrita na Tabela 2.

Tabela 2. Taxa respiratória de frutos de pimentão em função da temperatura.

Temperatura (° C)	5	10	20
Taxa Respiratória CO ₂ (mL kg ⁻¹ h ⁻¹)	3 - 4	5 - 8	18 - 20

Fonte: Cantwell (1996).

O pimentão produz níveis muito baixos de etileno, da ordem de 0,1 µl kg⁻¹ h⁻¹ a 0,2 µl kg⁻¹ h⁻¹ à temperatura de 10 °C a 12 °C e é pouco sensível à aplicação de etileno (CANTWELL, 1996). Informações mais detalhadas sobre a produção e ação do etileno em frutos de pimentão são apresentadas nas seções 1.1. Desenvolvimento do Fruto e 2.5. Amadurecimento Artificial.

2.3. Alterações da textura – como ocorre e consequências sobre a qualidade e durabilidade

A firmeza do pimentão é diretamente relacionada ao teor de água dos frutos (CANTWELL, 1996). Frutos colhidos verdes ou maduros apresentam o mesmo padrão de redução da firmeza, da perda de massa e do potencial hídrico (LURIE et al., 1986) após a colheita, mesmo que a firmeza inicial seja maior em frutos verdes. O coeficiente de correlação entre a perda de massa e os parâmetros firmeza, potencial hídrico e déficit de saturação de água é elevado, respectivamente 0,97, 0,94 e 0,91 (LURIE et al., 1986). A perda de água, e a consequente redução da pressão de turgescência, por sua vez, são em parte devidas ao aumento da permeabilidade da plasmalema e do tonoplasto (WHITAKER, 2003).

Após a colheita, também podem ocorrer alterações na composição da parede celular que afetam a firmeza dos frutos. A principal alteração na composição da parede celular de pimentão armazenado a 17 °C e 85% de umidade relativa por até quatro semanas foi o aumento da fração solúvel e concomitante decréscimo da fração insolúvel de pectinas (BEN- YEHOSHUA et al., 1983). Nestas condições, não foram observadas alterações nos níveis de celulose e hemicelulose nem na atividade de celulase. A atividade de endo-poligalacturonase foi praticamente constante durante este período.

Rao et al. (2011) avaliaram a atividade das enzimas endo-poligalacturonase, pectina metil esterase, celulase e β -galactosidase em pimentão cultivar Indra armazenado a 10 °C e a 25 °C. Nas duas condições houve aumento da atividade destas enzimas durante o armazenamento. O aumento na atividade de β -galactosidase foi mais acentuado no início do armazenamento, entre 0 e 9 dias, enquanto para as demais o maior aumento ocorreu entre 9 e 18 dias de armazenamento. Nesse estudo, os autores não avaliaram a firmeza dos frutos, mas somente a vida útil expressa como o número de dias necessário para os frutos atingirem o último estágio de amadurecimento. Por isso, não fica claro se as alterações na atividade das enzimas avaliadas refletiram-se em mudanças na firmeza dos frutos.

2.4. Doenças pós-colheita– como ocorrem e consequências sobre a qualidade e durabilidade

Doenças causadas por fungos e bactérias estão entre as principais causas de perdas pós-colheita de pimentão tanto na propriedade rural durante a seleção dos frutos (LANA et al., 2010) quanto posteriormente durante a comercialização (LANA et al., 2006).

Em Snowdon (1991), o leitor encontra descrição detalhada das doenças pós-colheita associadas ao pimentão. São descritos os sintomas, a biologia e as condições que favorecem o crescimento de cada patógeno, as fontes de inóculo e as principais formas de controle. Apesar de escrita há mais de duas décadas, esta obra permanece como uma referência fundamental em patologia pós-colheita pela abrangência e profundidade com que o tema é abordado. Podridões no pericarpo do fruto são comuns em áreas que inicialmente se apresentam como encharcadas ou machucadas. Infecções fúngicas que se iniciam no cálice ou próximo a ele podem comprometer o valor comercial dos frutos antes mesmo que a doença se espalhe para o restante do fruto (Figura 10). A região de corte do pedúnculo é outra região preferencial de infecção fúngica (Figura 10). Estas podridões são causadas por patógenos introduzidos durante a colheita, beneficiamento e comercialização dos frutos ou de infecções quiescentes estabelecidas na lavoura (O'DONOGHUE et al., 2013; SNOWDON, 1991).



Figura 10. Danos no pimentão causados por fumagina (*Capnodium* sp.) (A), pectobactéria (B) e rizopus (C).

Fotos: Carlos Alberto Lopes

Tabela 3. Doenças pós-colheita de pimentão mais comuns nas condições brasileiras, segundo Lopes e Ávila, 2003.

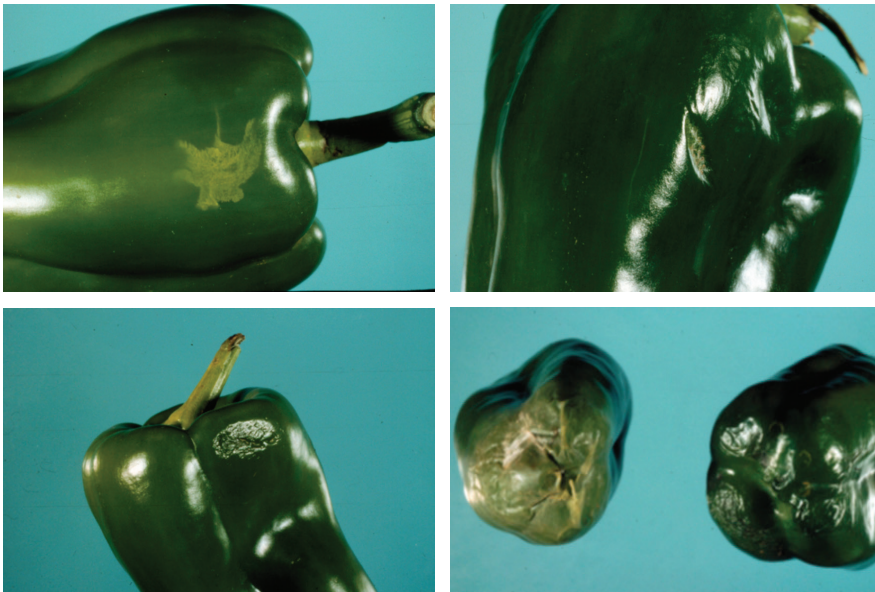
Doença / Patógeno	Condições que favorecem a doença
Antracnose <i>Colletotrichum</i> spp.	<p>O fungo é capaz de infectar o tecido intacto do fruto em qualquer estágio de maturação ainda no campo, onde provoca a antracnose, ou permanece em estágio quiescente até que os sintomas se desenvolvam posteriormente em frutos até então aparentemente sadios. A infecção também pode ocorrer após a colheita através de ferimentos causados por manuseio inadequado e contato com embalagens e superfícies contaminadas.</p>
Podridão mole por bactérias pectolíticas <i>Pectobacterium</i> spp. (sin. <i>Erwinia</i> spp.)	<p>A infecção ocorre via ferimentos causados por manuseio inadequado ou através da superfície cortada do pedúnculo. A condensação de água no interior de embalagens plásticas acelera a deterioração dos frutos e favorece a disseminação da bactéria para frutos sadios. É comum quando a lavagem ou hidro-resfriamento são feitos sem os cuidados necessários com a sanitização da água. Linhas de lavagem e beneficiamento são importante fonte de inóculo porque a bactéria se acumula nos equipamentos, em especial nas escovas. Os sintomas são semelhantes àqueles causados por <i>Rhizopus stolonifer</i> e <i>Sclerotium sclerotiorum</i>.</p>
Podridão de rizopus <i>Rhizopus stolonifer</i>	<p>A infecção ocorre frequentemente em ferimentos causados por manuseio inadequado durante e após a colheita, especialmente quando contentores contaminados são utilizados. Frutos contaminados deixados na lavoura são fonte de inóculo importante, pois os esporos são liberados no ar e/ou transportados por insetos para frutos sadios. A refrigeração é uma boa medida de controle porque o fungo cresce lentamente à temperatura igual ou inferior a 10 °C.</p>
Podridão de esclerotínia <i>Sclerotium sclerotiorum</i>	<p>O fungo pode infectar frutos sadios em contato com o solo ou frutos baixeiros na planta através do respingo com solo contaminado por irrigação ou chuva. Se os frutos são mantidos à alta temperatura após a colheita, o fungo se dissemina rapidamente. A refrigeração é uma boa medida de controle porque o fungo cresce lentamente à temperatura igual ou inferior a 10 °C.</p>

Fonte: Snowdon (1991); Carballo et al. (1994); Cantwell (1996); Lopes e Ávila (2003).

Para as condições brasileiras, Lopes e Ávila (2003) consideram que as doenças pós-colheita mais comuns são antracnose, podridão mole por *Pectobactérias*, podridão de rizopus e podridão de esclerotínia. Autores norte americanos e canadenses, por sua vez, citam a podridão de *Alternaria* e de *Botritis* entre as principais doenças (AGBLOR; WATERER, 2001; MOHAMMED; BRECHT, 2003) e a podridão de fitóftora quando ocorrem chuvas prolongadas (AGBLOR; WATERER, 2001). Quando os frutos estão maduros, Saltveit (2003) acrescenta, às doenças já citadas, aquela causada por *Cladosporium* sp. As condições que favorecem as doenças mais comuns no Brasil estão descritas na Tabela 3. Para informações sobre outras doenças recomenda-se a consulta a Snowdon (1991) e a Conn (2006).

2.5. Danos físicos – como ocorre e consequências sobre a qualidade e durabilidade

Durante a colheita, beneficiamento e comercialização, os frutos de pimentão estão sujeitos a danos físicos por impacto, compressão, abrasão, perfuração e corte (Figura 11). Além de prejudicar a aparência, os ferimentos aceleram a perda de água, são porta de entrada para fungos e bactérias, aceleram o amadurecimento e conseqüentemente reduzem a vida útil dos frutos.



Fotos: Carlos Solano

Figura 11. Dano mecânico em frutos de pimentão causados pelo manuseio inadequado durante a colheita e beneficiamento dos frutos.

Danos, durante a colheita, ocorrem quando o fruto é arrancado da planta, quando se utilizam contentores de colheita sujos ou com superfície áspera e durante a transferência dos frutos para o contentor ou de um contentor para outro (Figura 12). Quanto maior a altura de queda, e mais dura a superfície onde os frutos são jogados, maiores os danos.

Durante a seleção e classificação manual, a manipulação dos frutos em superfícies ásperas e/ou sujas causa danos por abrasão e o manuseio excessivo causa danos por impacto e por compressão (Figura 13). Durante a classificação mecanizada, o dano mais comum ocorre na parte superior do fruto próximo ao pedúnculo. Esse dano leva à formação de pústulas brancas sob a epiderme do fruto que se tornam visíveis durante o armazenamento ou comercialização (Figura 11). Essas áreas danificadas são mais susceptíveis à deterioração por fungos e bactérias (COM-MERCIAL..., 2009). Os danos ocorrem com maior frequência nas transferências de uma parte do equipamento para outra quando há grande diferença de altura entre partes adjacentes do equipamento, falta de controle da velocidade da linha e falta de amortecimento em superfícies duras (MARSHALL; BROOK, 1999) (Figura 13). O uso de escovas de lavadores muito duras também pode causar danos consideráveis, especialmente quando os frutos são provenientes de lavouras contaminadas com pectobactérias (Figura 13).



Fotos: Mílla Moreira Lana

Figura 12. Práticas durante a colheita de pimentão que acarretam danos físicos ao fruto: (A, C) contentores de colheita sujos, (B) arranquio do fruto das plantas, (D) virada de frutos de um contentor para outro.

Danos durante o beneficiamento também ocorrem devido ao empilhamento de caixas com excesso de produtos e/ou empilhamento de caixas não padronizadas. No último caso, as quedas de caixas e os danos por compressão são frequentes (Figura 13).

2.6. Danos por calor e exposição ao sol – como ocorre e consequências sobre a qualidade e durabilidade

Frutos de pimentão são sensíveis à queimadura por sol quando ainda estão ligados à planta e após a colheita (Figura 14). Quando atados à planta, os frutos são mais resistentes à queimadura que aqueles já colhidos. Esta diferença pode ser devida à dispersão de parte da energia absorvida pelo fruto ser utilizada na circulação de água da planta (RABINOWITCH et al., 1983).



Figura 13. Práticas durante o beneficiamento de pimentão que acarretam danos físicos ao fruto: (A) desregulação dos equipamentos de limpeza e classificação; (B) uso de escovas muito duras; (C) virada dos frutos de uma caixa para outra seguida da batida das caixas para acomodar os frutos; (D) bancadas sujas; (E) empilhamento de caixas não padronizadas.

Submetidos à mesma insolação, frutos de diferentes estádios de maturação apresentam apenas pequenas diferenças na temperatura da polpa, mas diferenças significativas quanto à susceptibilidade ao dano por sol. Frutos no estágio verde

maduro são mais sensíveis que frutos imaturos e completamente amadurecidos (RABINOWITCH et al., 1983). Estas diferenças em susceptibilidade à injúria por sol em função do estágio de maturação também são observadas para tomate. Os autores explicam que para que ocorra a queimadura por sol é preciso que a clorofila, que leva ao processo foto-oxidativo, esteja presente. Na ausência de clorofila como no fruto completamente maduro, esta reação não ocorre e os frutos não apresentam os sintomas de queimadura.

É importante considerar que a exposição dos frutos ao sol após a colheita, mesmo por períodos insuficientes para causar queimaduras, é suficiente para causar outros danos (Figura 14). A durabilidade é reduzida à metade se os frutos são expostos à insolação direta por 2 horas após a colheita (COMMERCIAL, 2009). Após 1 hora de exposição ao sol, a temperatura dos frutos pode ser até 10 °C superior à de frutos mantidos à sombra (PEPPERS..., 2015). O aquecimento devido à exposição ao sol causa perda de água, redução da firmeza, promove a podridão por microrganismos e acelera o amadurecimento e a mudança de cor dos frutos (BOYETTE et al., 1990), além de aumentar os custos de pré-resfriamento e de refrigeração (KITINOJA; KADER, 2002)



Figura 14. A exposição dos frutos ao sol por tempo prolongado após a colheita pode causar queimaduras no fruto. Estas queimaduras também podem ocorrer no fruto atado à planta quando a cobertura foliar é insuficiente. A permanência dos frutos colhidos ao sol, mesmo por tempo insuficiente para causar queimaduras, reduz a vida útil porque acelera a perda de água e o amadurecimento e aumenta a susceptibilidade a doenças.

2.7. Injúria por frio – como ocorre e consequências sobre a qualidade e durabilidade

Frutos de pimentão são sensíveis à injúria por frio quando armazenados à baixa temperatura (AGBLOR; WATERER, 2001; CANTWELL, 1996; COMMERCIAL, 2009). A temperatura que causa injúria é dependente do tempo de exposição. Os sintomas aparecem após 2 dias a 0 °C, 7 dias a 1 °C e 14 dias a 7 °C .

Os sintomas de injúria por frio incluem a presença de depressões na casca do fruto, deterioração, escurecimento das sementes, escurecimento e desidratação do cálice e perda de brilho da casca. Os tecidos internos podem sofrer escurecimento e posterior colapso. Em geral os sintomas são visíveis, ou mais severos, após a transferência dos frutos para temperaturas mais elevadas (LIM et al., 2007). Apesar da perda de firmeza sem a correspondente perda de água ser considerada um sintoma de injúria por frio por Lim et al. (2007) e Smith et al. (2006), outros autores observaram maior perda de água em frutos com maior nível de dano por injúria por frio.

Os sintomas descritos anteriormente são concomitantes ou posteriores a uma série de alterações fisiológicas entre as quais vazamento celular, aceleração da produção de etileno, aumento da respiração e perda de água (LIM et al., 2007; PURVIS, 2002). Frutos mantidos a temperatura inferior a 7 °C, por tempo insuficiente para causar injúria, tornam-se susceptíveis à podridão por *Alternaria* sp. e quando abaixo de 5 °C à podridão por *Botrytis* sp.

A suscetibilidade à injúria por frio varia entre cultivares (SMITH et al., 2006) e em função do estágio de maturação do fruto. Frutos total ou parcialmente maduros são menos sensíveis à injúria por frio do que frutos verdes (CANTWELL, 1996; LIM et al., 2007) (Figura 15).

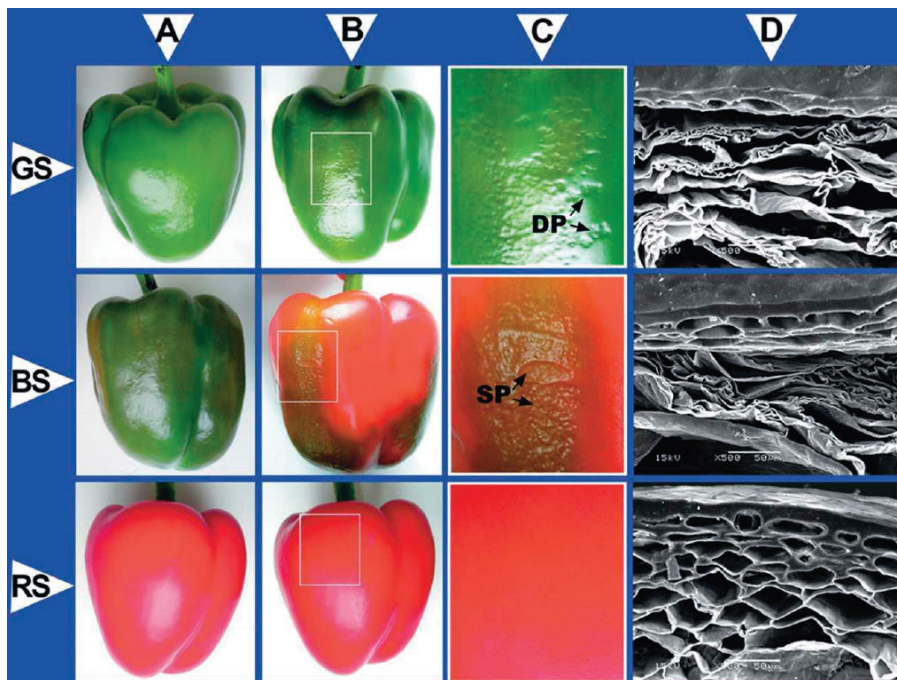


Figura 15. Efeito do estágio de maturação do fruto de pimentão sobre a susceptibilidade à injúria por frio manifestada como depressão pontual (DP) ou superficial (SP) na casca. Os frutos foram armazenados a 1 °C por 2 semanas, seguido pela exposição à condição ambiente por 2 dias antes da avaliação. Os estádios de maturação são GS - completamente desenvolvido e casca totalmente verde; BS - início da mudança de cor; RS - casca totalmente vermelha. (A) Imediatamente após 2 semanas a 1 °C ; (B) após exposição à condição ambiente por 2 dias; (C) área destacada em (B) com aumento de 3,5 vezes; (D) corte transversal observado em microscopia eletrônica de varredura com aumento de 500.

Fonte: Lim et al. (2007).

PARTE 2

TECNOLOGIA PÓS-COLHEITA



CAPÍTULO 1

TECNOLOGIA PÓS-COLHEITA ou o que pode ser feito para retardar o processo de deterioração pós-colheita

1. Estado da arte

As tecnologias pós-colheita visam manter a qualidade e estender a durabilidade das hortaliças entre a colheita e o consumo. Um dos preceitos básicos do manuseio pós-colheita é que nenhuma tecnologia é capaz de melhorar a qualidade desses produtos, mas tão somente preservar por um determinado período de tempo a qualidade obtida na colheita. Os processos fisiológicos que levam à deterioração pós-colheita de hortaliças são os mesmos, mas para cada espécie hortícola a importância relativa de cada um desses processos é diferente.

No caso do pimentão, os principais objetivos do manuseio pós-colheita são reduzir a perda de água e a deterioração por fungos e bactérias pelas razões detalhadas na sessão FISIOLOGIA PÓS-COLHEITA. Consequentemente, grande parte dos estudos tem se concentrado em processos de limpeza dos frutos que reduzam o inóculo inicial de patógenos presentes na sua superfície e promovam a cicatrização de microfraturas que possam servir de porta de entrada para estes patógenos; sistemas de colheita e manuseio que reduzam a incidência de danos físicos aos frutos; sistemas de embalagem e armazenamento que inibam a transpiração e o crescimento de patógenos.

Na Tabela 4 são listados uma série de estudos e tecnologias tendo por base a compilação feita por O'donoghue et al. (2013). Vários destes métodos foram bem sucedidos em estender o período de tempo durante o qual o produto pode ser comercializado e consumido sem grandes perdas de qualidade, porém os resultados são em geral dependentes da variedade e do estágio de maturação do fruto. Adicionalmente, muitos ainda não estão em um estágio no qual possam incorporados diretamente na cadeia produtiva seja por limitações técnicas ou de custo (O'DONOGHUE et al., 2013).

A seguir são detalhadas as principais recomendações para a colheita e beneficiamento do pimentão, tendo por base a literatura técnico-científica disponível e as práticas adotadas nas principais regiões produtoras no mundo.

Para fins de planejamento, deve se ter em mente que em condições comerciais a durabilidade do pimentão, mesmo sob condições ótimas de manuseio e de armazenamento, é limitada a 2 a 3 semanas.

Tabela 4. Tecnologias para estender a vida útil de pimentão após a colheita.

Tecnologia	Referência
Lavagem com água quente e/ou água sob pressão	Fallik (2005), Fallik et al., (1999), Gonzalez-Aguilar et al. (1999), O'Donoghue et al., (2013).
Lavagem com bicarbonato de sódio	Fallik et al. (1997).
Tratamento térmico	Gonzalez-Aguilar et al. (1999,2000), Liu et al. (2015).
Atmosfera modificada e embalagem em filme plástico	Ben Yehoshua et al. (1983), Gonzalez-Aguilar et al. (1999), Meir et al. (1995), Watada et al. (1987).
Atmosfera modificada associada à baixa temperatura	Han et al. (2010), Li et al. (2011).
Atmosfera controlada	Ozden e Bayindirli (2002), Rahman et al. (1993).
Atmosfera controlada associada à baixa temperatura	Mercado et al. (1995).
Revestimentos comestíveis e ceras	Fard et al. (2010), González e Tiznado, (1993), Ozden e Bayindirli (2002), Poverenov et al. (2014), Xing et al. (2011).
Tratamento com anti-transpirantes associado à baixa temperatura	Cuadra-Crespo e Del Amor (2010).
Tratamento com 1-methylcyclopropene (1-MCP)	Cao et al. (2012), Li et al. (2011).
Tratamentos com glicina betaína	Wang et al. (2016).
Armazenamento sob alta umidade	Dijkink et al. (2004), González e Tiznado, (1993), O'Donoghue et al. (2013).
Tratamento com ultra-violeta	Vicente et al. (2005).

CAPÍTULO 2

OPERAÇÕES

2.1. Colheita

Os frutos devem preferencialmente ser colhidos na hora mais fresca do dia, desde que eles não estejam molhados, o que acarretaria acúmulo de calor de campo e mais podridão pós-colheita (COMMERCIAL..., 2009; SUSLOW, 2000; PEPPERS..., 2015). Fallik (2014) recomenda a colheita até as 11:30 h da manhã para as condições de clima quente e seco de Israel.

A colheita de pimentão para consumo in natura é predominantemente manual. A colheita mecanizada apresenta uma série de dificuldades descritas em detalhes por Funk e Marshall (2012) sendo praticamente restrita à colheita de matéria-prima para a indústria. Um consórcio de pesquisa envolvendo quatro países – Holanda, Bélgica, Suécia e Israel – vem trabalhando com vistas a desenvolver um robô para colheita de pimentão em estufa (SWEEPER, 2016).

Em grandes plantações, pode-se utilizar um misto de colheita manual e mecanizada onde o fruto é removido da planta manualmente, mas colocado em correias transportadoras que levam o fruto até uma estação de beneficiamento ou a uma carreta. Os frutos podem ser beneficiados e embalados no campo ou posteriormente em uma casa de embalagem.

O pimentão deve ser colhido com faca ou tesoura amolada com ou sem o pedúnculo atado ao fruto (FALLIK, 2014). A importância da colheita com tesoura ou faca está relacionada à cicatrização mais rápida da superfície cortada o que reduz a incidência de doenças pós-colheita (COMMERCIAL..., 2009), além de evitar quebra de galhos da planta mãe (Figura 16). Quando o fruto for mantido com parte do pedúnculo, deve se tomar cuidado para que ele não cause ferimentos em outros frutos.

Caixas de plástico rígido, baldes e similares, plásticos ou metálicos, podem ser usados como contentores de colheita, desde que tenham a superfície lisa e não tenham cantos vivos. As caixas de plástico apresentam a vantagem de permitir boa ventilação dos frutos. Sacolas de colheita grandes, de lona ou nylon, devem ser evitadas porque elas não protegem os frutos e não são ventiladas, o que resulta em danos e aquecimento dos frutos, respectivamente (PEPPERS..., 2015).



Figura 16. A colheita deve ser feita com faca ou tesoura para não danificar a planta e permitir a cicatrização mais rápida da superfície cortada do pedúnculo.

Há um debate em curso sobre a conveniência de usar luvas durante a colheita de hortaliças. Fallik (2014) recomenda que os colhedores usem luvas de algodão ou borracha, enquanto Gombas (2008) não proíbem, mas recomendam o uso de luvas descartáveis. Quando as luvas não são usadas, o trabalhador deve ser orientado quanto à correta higienização das mãos antes de realizar seu trabalho. Quando se usa luvas descartáveis, deve-se lavar as mãos antes de colocá-las e trocá-las quando manusear outro material que não a hortaliça ou quando as luvas estiverem muito sujas ou danificadas. Luvas não descartáveis devem ser de material facilmente lavável e sanitizável, e igualmente, devem ser trocadas quando estiverem muito sujas ou danificadas (GOMBAS, 2008).

Frutos com ferimentos e sintomas de doenças ou ataque de insetos devem ser removidos da lavoura e não devem ser acondicionados nos mesmos contentores dos frutos com padrão comercial (PEPPERS..., 2015).

Para evitar danos ao fruto, Fallik (2014) recomenda forrar o fundo das caixas de colheita com uma camada de espuma ou outro material que diminua os danos por impacto. Os frutos devem ser colocados na caixa com cuidado, em quantidade tal que permita o empilhamento das caixas sem danificá-los por compressão.

As caixas de colheita não devem ser colocadas diretamente no solo de modo a evitar contaminação com patógenos do solo e para evitar danos devido ao atrito do fruto com o solo que se acumula no fundo da caixa. Um modelo de carrinho de colheita de fácil construção e de baixo custo é proposto pela Embrapa Hortaliças (Figura 17). O passo a passo para sua construção está descrito em Lana e Batista (2014). Outros modelos de carrinho de colheita que podem ser usados são mostrados na Figura 18. Além de evitar que os contentores sejam colocados diretamente sobre o solo, o uso do carrinho contribui para reduzir o tempo gasto na colheita e para facilitar o transporte dos frutos até a casa de embalagem ou estação de trabalho.



Fotos: Mílla Moreira Lana

Figura 17. Modelo de carrinho para colheita e transporte de hortaliças proposto pela Embrapa Hortaliças. O encosto do carrinho é dobrável facilitando seu transporte para diferentes locais da propriedade ou seu transporte junto à carga de hortaliças para uso no mercado. O carrinho pode ser usado durante a colheita e/ou para o transporte da hortaliça do campo para a casa de embalagem.

Os frutos devem ser protegidos do sol imediatamente após a colheita. Para sombreá-los ainda na lavoura, pode-se colocar as caixas sob a sombra de árvores ou cobri-las com lona de cor clara, palha ou caixas vazias invertidas (KITINOJA; KADER, 2002). Abrigos fixos ou temporários podem ser instalados próximos à

lavoura utilizando materiais de baixo custo, facilmente encontrados na propriedade ou no comércio local. A Unidade Móvel de Sombreamento, proposta em Lana et al. (2014), é uma estrutura metálica coberta por lona plástica que serve a este propósito (Figura 19).



Fotos: Milica Moreira Lana

Figura 18. Modelos de carrinho para colheita e transporte de hortaliças usados por produtores de hortaliças. O carrinho pode ser usado durante a colheita e/ou para o transporte da hortaliça do campo para a casa de embalagem.

A colheita deve ser feita com cuidado e planejada para reduzir ao mínimo a manipulação dos frutos. No sistema adotado pelo Produtor 1 (Figura 20A), as caixas limpas são penduradas na estrutura da estufa até serem colocadas sobre o carrinho de colheita. Os frutos são colhidos com tesoura e acondicionados nas caixas que são enviadas para a área de beneficiamento ou diretamente para o cliente. Completada a primeira caixa, o colhedor posiciona uma segunda caixa vazia sobre a caixa cheia, até completar três caixas que é capacidade do carrinho utilizado. Um sistema semelhante (Figura 20B) utiliza carrinho de maior porte e tanto as caixas vazias quanto as cheias são transportadas no carrinho.



Foto: Milta Moreira Lana

Figura 19. Unidade móvel de sombreamento – estrutura de tubo de ferro e lona para proteger as hortaliças colhidas da exposição direta ao sol.

Nesses dois sistemas a manipulação do fruto é sensivelmente reduzida, comparada aos sistemas mostrados na Figura 21. A viragem dos frutos de uma caixa para outra e a manipulação para ajustá-los na caixa danificam os frutos e aumentam o tempo despendido na colheita.

2.2. Manutenção dos acessórios de colheita

A simples lavagem dos acessórios de colheita com água e escova é suficiente para a remoção de restos vegetais e terra e de inóculos de patógenos pós-colheita assim como nutrientes que permitem o crescimento desses patógenos. É importante remover o solo e os restos vegetais aderidos nos contentores porque eles causam abrasão e dano mecânico durante o transporte além de ser fonte de inóculo (YAP-TENCO; ESGUERRA, 2012).

O uso de detergentes elimina grande parte dos microrganismos que causam podridões bem como aqueles que causam doenças em humanos. Para remoção de patógenos como *Salmonella*, *Escherichia coli* e *Staphilococcus aureus* é necessário o uso de desinfetantes à base de cloro, amônia quaternária ou outros. Quando houver necessidade de sanitização, esta deve ser precedida da lavagem com água e detergente. Qualquer detergente ou sanitizante pode ser usado, desde que próprio para uso em superfícies que entram em contato com alimento. Seja qual for o sanitizante usado, é preciso estar atento para garantir que quantidade suficiente

de ingrediente ativo esteja presente.

Quando não estiverem em uso, os contentores e demais acessórios devem ser mantidos em local sem acesso de animais silvestres e domésticos e sem contato direto com o chão.



Fotos: Milza Moreira Lana

Figura 20. Sistemas de colheita de pimentão por produtores de hortaliças do Distrito Federal, que minimizam a manipulação dos frutos. No sistema (A) as caixas limpas são penduradas na estrutura da estufa, evitando que se sujeem em contato com o solo. O colhedor posiciona a caixa vazia sobre o carrinho e inicia a colheita. Completada a primeira caixa, ele posiciona uma segunda caixa vazia sobre a caixa cheia, até completar três caixas que é capacidade do carrinho utilizado. Um sistema semelhante (B) utiliza carrinho de maior porte e tanto as caixas vazias quanto as cheias são transportadas no carrinho.



Fotos: Milza Moreira Lana

Figura 21. Sistemas de colheita de pimentão por produtores de hortaliças do Distrito Federal, que aumentam a manipulação dos frutos, devido às sucessivas viragens de caixa e agitação das caixas para acomodar os frutos em seu interior.

2.3. Transporte da lavoura para a casa de embalagem

O transporte dos frutos para a unidade de beneficiamento – casa de embalagem deve ser feita em veículos suficientemente limpos para evitar contaminação (GOMBAS, 2008). Se os veículos não forem de uso exclusivo para transporte dos frutos, é preciso assegurar a sua completa limpeza e sanitização quando ele houver sido usado para transporte de lixo, animais ou produtos de origem animal, ou qualquer outro produto que possa ser fonte de contaminação.

2.4. Beneficiamento

2.4.1. Beneficiamento no campo durante a colheita x em casa de embalagem

O beneficiamento, ou preparo dos frutos de pimentão para o mercado, compreende as operações de limpeza, lavagem, seleção, classificação e embalagem. A depender da exigência do mercado, todas ou somente algumas destas operações são realizadas. Em alguns países também se faz a aplicação de cera (BRECHT, 2003).

O beneficiamento pode ser feito no campo durante a colheita ou em casa de embalagem. O beneficiamento durante a colheita reduz os custos das operações de

colheita e beneficiamento, e como os frutos são menos manipulados, a incidência de danos físicos é reduzida. Entretanto, este sistema requer um melhor treinamento dos colhedores para assegurar a consistência no padrão e qualidade dos frutos, e como a colheita é mais demorada, ele é recomendado somente quando o resfriamento é feito logo após a colheita, seja em unidades refrigeradoras móveis no campo seja em unidades próximas à lavoura (BOYETTE et al., 1990).

Para as condições de pequena propriedade no Brasil que não utiliza refrigeração, a colheita direta (colheita e seleção/classificação simultâneas) também pode ser usada quando as áreas são pequenas e/ou quando a seleção e classificação não são rigorosas. Por exemplo, em algumas regiões os frutos são classificados em Comercial e Refúgio, ou em Extra, Médio e Refúgio. Nesse caso, a colheita é relativamente rápida, sem riscos de aquecimento dos frutos devido ao tempo gasto na seleção/classificação.

Não existe um sistema inerentemente melhor que o outro. A escolha de um dos dois sistemas deve levar em conta: a disponibilidade de área, benfeitorias e recursos financeiros para a construção de uma casa de embalagem e a aquisição de equipamentos; exigência do mercado quanto à seleção e à apresentação do produto; a escala da produção; o conforto do trabalhador e a disponibilidade de mão-de-obra treinada.

Mais importante do que a escolha de um ou outro sistema é a manipulação cuidadosa dentro do sistema escolhido, de modo a evitar ferimentos e aquecimento dos frutos como evidenciado em estudos feitos por Carballo et al. (1994). Estes autores avaliaram a incidência de podridão por *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* (atualmente reclassificada como *Pectobacterium* spp.) em frutos de pimentão provenientes de diferentes propriedades e beneficiados no campo ou em casa de embalagem. A incidência de frutos com danos físicos, e consequentemente com podridão-mole, foi mais dependente do manuseio em cada propriedade do que do sistema de beneficiamento em si.

2.4.2. Operações

2.4.2.1. Limpeza

Os pimentões podem ser limpos com escovação a seco ou por lavagem em água.

Para produção em pequena escala, a limpeza pode ser feita com um pano macio para remover sujeiras, poeira e pequenas manchas. Para evitar que este pano seja fonte de inóculo, ele deve ser periodicamente lavado em água potável e sanitizado. Gombas (2008) recomenda que os panos sejam trocados a cada caixa de produto limpo e lavados em água quente (acima de 60 °C) e sanitizados antes de serem reutilizados.

Para produção em larga escala, os frutos podem ser escovados a seco ou lavados. Na limpeza a seco, com escovas, é comum que a sujeira acumulada ao redor do cálice e no ápice do fruto não seja totalmente removida (FALLIK et al., 1999).

A lavagem por aspersão é preferível à lavagem por imersão (JOVICICH et al., 2003; UNIVERSITY OF CALIFORNIA, 2009). No primeiro caso, as lavadoras são dotadas de escovas que auxiliam na limpeza do fruto e as chances de contaminação por fitopatógenos são menores, pois a água em contato com os frutos está

sempre limpa e há menores chances de absorção de água. No tanque de imersão, o controle da qualidade microbiológica é mais difícil já que a possibilidade de contaminação cruzada é maior. Quando a temperatura da água de lavagem é inferior à temperatura dos frutos, a água fria reduz a temperatura dos frutos e do ar em seu interior, criando um vácuo parcial que favorece a infiltração de água. Patógenos presentes no meio podem ser assim absorvidos e causar deterioração dos frutos (SUSLOW, 2000).

Mesmo quando a lavagem é feita por aspersão, Crisosto et al. (2009) recomendam a cloração da água durante a lavagem de frutas de caroço. Estes autores relatam que as escovas danificam levemente a superfície dos frutos, criando portas de entrada para patógenos. Esse e outros tipos de danos físicos podem ocorrer durante a colheita e beneficiamento do pimentão (CARBALLO et al., 1994), contribuindo para a ocorrência de podridões em especial aquelas causadas por *Pectobactérias*.

A despeito da importância do tratamento da água usada na lavagem, ela não é suficiente para evitar as podridões pós-colheita quando usada como único fator de controle. O tipo de injúria física sofrida pelo fruto (com ou sem rompimento da casca), a concentração de inóculo no meio ambiente, equipamentos e embalagens, a concentração da forma ativa de cloro na água, que por sua vez, depende da temperatura, pH e quantidade de matéria orgânica em solução, são fatores que afetam a eficiência do uso de cloro (CARBALLO et al., 1994; CRISOSTO et al., 2009). Ademais, o cloro é eficiente para eliminar esporos em germinação e micélio presentes na superfície da hortaliça, mas pouco eficiente ou sem efeito no controle de esporos dormentes ou patógenos localizados no interior do produto, seja em infecções quiescentes ou no interior de ferimentos (ADASKAVEG; CRISOSTO, 2005; CRISOSTO et al., 2009). A concentração de cloro recomendada varia de 70 mg L⁻¹ a 100 mg L⁻¹ de cloro livre (ADASKAVEG; CRISOSTO, 2005; CRISOSTO et al., 2009) e 75 mg L⁻¹ a 150 mg L⁻¹ de hipoclorito de sódio (COMMERCIAL..., 2009; PEPPERS..., 2015), enquanto o pH deve ser mantido entre 6,5 e 7,0 (CRISOSTO et al., 2009). O pH e a concentração de cloro na água de lavagem devem ser checados a cada hora.

A lavagem com água quente foi proposta por Fallik et al. (1999). Os frutos são aspergidos com água à temperatura ambiente e em seguida com água a 55 °C ± 1 °C por 12 ± 2 segundos, enquanto rolam sobre escovas. Este método remove sujeiras e esporos de fungo da superfície do fruto, incluindo o cálice, e promove o selamento de microfraturas da epiderme, o que resulta em frutos mais limpos, com menor incidência de doenças e maior durabilidade pós-colheita.

Mais recentemente, O'Donoghue et al. (2013) propuseram um sistema de lavagem que utiliza água sob alta pressão. Este sistema remove esporos e demais estruturas de fitopatógenos presentes na superfície externa do fruto, em especial aqueles presentes na região do cálice e do pedúnculo. Com isso, os frutos puderam ser armazenados em condição de alta umidade, tanto sob refrigeração quanto em condição ambiente, com os esperados benefícios sobre a perda de massa e a manutenção da firmeza e mínimas perdas devido à deterioração microbiana comumente observada em condições de alta umidade (Tabela 5).

Em quaisquer dos sistemas usados para lavagem dos frutos, é importante secá-los após a lavagem para evitar a deterioração por fungos e bactérias. A secagem em geral é feita com ar aquecido em torno de 40 °C a 45 °C (FALLIK et al., 1999; O'DONOGHUE et al., 2013).

Tabela 5. Aceitabilidade de pimentões lavados em casa de embalagem comercial comparativamente a pimentões lavados com água sob pressão. Os frutos foram mantidos sob diferentes condições de umidade, inicialmente por duas semanas a 7 °C e em seguida por 21 dias a 20 °C. Os frutos foram considerados inaceitáveis quando pelo menos um dos seguintes critérios estava presente: mais de um terço da polpa enrugada, cálice seco, manchas indicativas de podridão.

Tratamento de lavagem	Umidade do ar a 7 °C	Umidade do ar a 20 °C	Vida útil a 20 °C após refrigeração						
			0	4	7	11	14	18	21
			Aceitabilidade (%)						
Comercial	Regular	Regular	87,0	83,7	67,0	50,0	29,6	9,7	9,7
Comercial	Alta	Regular	97,3	85,2	78,6	71,7	60,8	53,5	49,8
Comercial	Alta	Alta	100,0	84,7	75,0	71,5	63,9	55,8	38,5
Água sob pressão	Regular	Regular	100	100	88,2	71,4	60,7	35,4	18,3
Água sob pressão	Alta	Regular	96,9	96,9	93,7	84	77,4	67,3	60,4
Água sob pressão	Alta	Alta	100	100	100	97,0	90,7	84,3	84,3

Fonte: O'Donoghue et al. (2013)

2.4.2.2. Seleção e classificação – operações e equipamentos

Em pequenas propriedades rurais, a seleção dos frutos é, com frequência, feita próxima à lavoura, a céu aberto, transferindo os frutos do contentor de colheita para as caixas enviadas ao mercado (LANA et al., 2010) (Figura 22). Esse sistema pode ser mais eficiente e confortável se o trabalho for feito à sombra, com auxílio de uma mesa ou bancada. A utilização de mesas e/ou bancadas facilita a visualização dos frutos, reduz a incidência de danos físicos e proporciona condições de trabalho mais saudáveis para o trabalhador rural (SORTING..., 2012; LANA; MONTEIRO NETO, 2014). A superfície da bancada deve ser lisa e lavável ou ser recoberta com filme de plástico para evitar danos físicos às hortaliças e facilitar a limpeza. O passo a passo para a confecção de uma mesa de baixo custo é descrito em Lana (2014b). Este modelo possui tampo de compensado e pés de metalon com altura regulável, permitindo que o trabalhador ajuste a altura da mesa mais confortável em função de sua própria altura. As paredes laterais podem ser arranjadas para se obter uma mesa com cocho (depósito de contenção) ou com bica (calha para direcionar as hortaliças) (Figura 23).



Fotos: Milza Moreira Lana

Figura 22. Beneficiamento do pimentão após a colheita em pequenas propriedades rurais do Distrito Federal. A maioria das propriedades não possui casa de embalagem e/ou equipamentos para seleção e classificação dos frutos. Estas operações são feitas ao ar livre, repassando os frutos do contentor de colheita para as caixas enviadas para o mercado.

Outros modelos de mesas e de bancadas são apresentados em Peppers... (2015) e Yaptenco e Esguerra (2012). Quando o volume de produto a ser selecionado é maior, a utilização de esteiras rolantes facilita a movimentação de cargas (Figura 24) e a melhor visualização dos frutos (SORTING..., 2012; YAPTENCO; ESGUERRA, 2012).

mentos disponíveis no mercado, sejam nacionais ou importados. A autora desconhece a existência de estudos de avaliação do rendimento e eficácia desses equipamentos.



Figura 23. Mesa de madeira, coberta por filme plástico transparente, com cocho ou calha, e com altura regulável.



Figura 24. Esteira de roletes para movimentação de cargas na casa de embalagem; vista geral e detalhe da esteira acoplada à mesa de seleção.

2.4.2.3. Sistemas de classificação em vigor no Brasil

Os índices de qualidade de pimentão incluem tamanho, firmeza e coloração dos frutos. Frutos com bom padrão comercial devem apresentar formato uniforme, tamanho e cor típicos da variedade, firmeza e ausência de defeitos como rachaduras, podridão e queimadura de sol (CANTWELL, 1996).

No Brasil, a classificação de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico está normatizada pela Lei 9.972, de 2000, regulamentada pelo Decreto 6.268/2007 (BRASIL, 2007), estabelecendo as situações de obrigatoriedade e a responsabilidade pela coordenação das atividades, cabendo ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento a competência pela elaboração dos padrões oficiais de classificação. Atualmente, esse sistema oficial não dispõe de normas de padronização do pimentão.

O Programa Paulista para a Melhoria dos Padrões Comerciais e de Embalagens de Hortigranjeiros foi proposto em 1997 pelo CQH-CEAGESP (Centro de Qualidade em Horticultura da Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo) como um programa de adesão voluntária e de autorregulação setorial. Em 2000, atendendo à demanda de outros estados brasileiros, ele tornou-se um programa de atuação nacional. A classificação proposta para o pimentão está descrita em Pimentão... (2015a). Esta norma prevê a classificação do pimentão em grupos de acordo com o formato, em subgrupo de acordo com a coloração, classe e subclasse de acordo com o comprimento e diâmetro respectivamente e tipos ou categorias em função dos defeitos.

Nas principais CEASAS do Brasil, entretanto, a venda e cotação de preço é feita em função de outra classificação, variável de acordo com a região. Para se ter uma ideia da diversidade de nomenclaturas utilizadas na falta de um sistema de classificação de abrangência nacional, é só consultar as páginas de cotação de preços de hortaliças das Ceasas. Enquanto na Ceagesp é cotado o preço do pimentão Extra, Extra A e Extra AA, a Ceasa do Distrito Federal publica o preço do pimentão de campo e de estufa e a Ceasa Pernambuco cota o pimentão Extra, Especial, Primeira e Segunda (CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO DISTRITO FEDERAL, 2016; CENTRO DE ABASTECIMENTO E LOGÍSTICA DE PERNAMBUCO, 2016; COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO, 2016).

Grandes redes varejistas, que compram diretamente de produtores rurais, associações e cooperativas de produtores têm, por sua vez, seus próprios sistemas de classificação que de maneira geral não estão publicados.

Além da norma de classificação citada anteriormente, o CQH-CEAGESP, em parceria com o Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/USP, propôs um padrão mínimo de qualidade para o pimentão dentro do projeto denominado 'Hortiescolha'. Este é um programa de apoio à tomada de decisão do serviço de alimentação esco-

lar na escolha, aquisição, controle de qualidade e utilização de frutas e hortaliças frescas. O padrão mínimo de qualidade para o pimentão, padrão abaixo do qual o produto não deve ser aceito pelas escolas está descrito em Pimentão... (2015b, c).

Apesar de proposto para a compra da alimentação escolar, este mesmo padrão mínimo poderia ser usado em outros programas governamentais de compra da agricultura familiar, como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) na modalidade doação simultânea. A adoção de padrões mínimos de qualidade é uma importante medida para evitar conflitos relativos à qualidade do alimento que é entregue no programa.

2.4.2.4. Embalagem

A embalagem de hortaliças frescas deve seguir a legislação vigente que inclui os seguintes documentos: Acondicionamento, Manuseio e Comercialização dos Produtos Hortícolas - Instrução Normativa Conjunta nº 09, de 12 de novembro de 2002 - Mapa - Anvisa - MIC; Regulamento Técnico Metrológico - Portaria Inmetro nº 144 de 25 de agosto de 2003 e Portaria Inmetro nº 157, de 19 de agosto de 2002.

Resumidamente, esta legislação estabelece que embalagens destinadas ao acondicionamento de produtos hortícolas in natura devem ter as dimensões externas tais que permitam empilhamento, preferencialmente, em palete com medidas de 1,00 m por 1,20 m; devem ser mantidas íntegras e higienizadas; podem ser descartáveis ou retornáveis; as retornáveis devem ser resistentes ao manuseio a que se destinam, às operações de higienização e não devem se constituir em veículos de contaminação; devem estar de acordo com as disposições específicas referentes às Boas Práticas de Fabricação, ao uso apropriado e às normas higiênico-sanitárias relativas a alimentos. As informações obrigatórias de marcação ou rotulagem, referentes às indicações quantitativas, qualitativas e a outras exigidas para o produto, devem estar de acordo com as legislações específicas estabelecidas pelos órgãos oficiais envolvidos (BRASIL, 2002).

As caixas de plástico retornáveis devem ser submetidas à inspeção visual individual a cada novo ciclo de uso. As caixas devem estar limpas e íntegras. Pequenas fissuras que não comprometam a sanidade dos produtos embalados são aceitáveis, mas caixas quebradas e/ou danificadas devem ser enviadas para reciclagem (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009). A higienização das caixas, compreendendo a lavagem e a sanitização, pode ser feita em máquinas lavadoras ou manualmente. A lavagem e a desinfecção devem ser realizadas, respectivamente, com o uso de detergentes e desinfetantes registrados e/ou notificados conforme legislação vigente. As caixas devem ser armazenadas em locais limpos, ventilados e controlados, sobre paletes ou estrados de plástico em ambiente exclusivo para tal.

No mercado atacadista brasileiro, os pimentões são embalados em caixas de madeira, de plástico e de papelão. Em diferentes regiões predominam diferentes embalagens (Figura 25). Na CEASGESP, maior entreposto comercial do Brasil em

volume comercializado de frutas e hortaliças, predomina o uso de caixas de madeira e de papelão, contendo respectivamente 12 e 10 kg de pimentão (informação verbal)¹. Na Ceasa de Brasília, DF, predomina a caixa de plástico modelo agrícola, enquanto em outras Ceasas menores como Caratinga, MG e Uberlândia, MG foi adotado o modelo 6424. Essa caixa é fabricada em polietileno de alta densidade (PEAD) com as dimensões externas/internas, respectivamente, 580/600 mm de comprimento x 400/370 mm de largura x 240/220 mm de altura. Essa caixa é paletizável, segue as normas do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) e atende as normas da legislação vigente.



Fotos: Centro de Qualidade em Horticultura da Ceagesp (A) e Milza Moreira Lana (B, C e D)

Figura 25. Embalagens utilizadas no mercado atacadista brasileiro para acondicionar pimentão.

Embalagens plásticas flexíveis

A embalagem de pimentão em unidades para venda direta ao consumidor é uma exigência de vários mercados varejistas que consideram que este tipo de porcionamento agiliza as vendas, protege a hortaliça da manipulação excessiva pelo consumidor e aumenta a sua durabilidade.

Ben-Yehoshua et al. (1983) demonstraram que o mecanismo de ação da embalagem de frutos individuais de pimentão (seal-packaging) em filme de polietileno de alta densidade (15 µm de espessura) está relacionado com a redução do estresse hídrico sofrido pelo fruto após a colheita. Ao reduzir a transpiração, criando uma atmosfera de alta umidade ao redor do fruto, a embalagem também inibe a perda de firmeza, a degradação de pectinas da parede celular e a desintegração da membrana plasmática. Estes resultados foram posteriormente confirmados por Lurie et al. (1986), que consideraram que o aumento da umidade foi mais eficiente que a redução da temperatura em retardar a senescência pós-colheita do pimentão. A embalagem em filme de polietileno de baixa densidade (GONZÁLEZ-AGUILAR et al., 1999; MEIR et al., 1995) e em filme de PVC (HENZ, 1992) também foram eficientes em reduzir a transpiração e prolongar a durabilidade do pimentão. Benefícios adicionais resultantes do uso de filmes plásticos incluem a inibição da mudança de cor (GONZÁLEZ-AGUILAR et al., 1999) e a possibilidade de armazenar o pimentão a temperaturas mais baixas sem a ocorrência de injúria por frio (MEIR et al., 1995).

O aumento da umidade do ar pode, entretanto, favorecer a ocorrência de doenças pós-colheita (LOWNDS et al., 1994). Para evitar a podridão dos frutos embalados, devem ser tomados os seguintes cuidados: evitar danos físicos durante a manipulação da hortaliça a ser embalada, reduzir o inóculo inicial (GONZÁLEZ-AGUILAR et al., 1999; O'DONOGHUE et al., 2013), manter os frutos à temperatura baixa (MEIR et al., 1995) e utilizar filmes plásticos compatíveis com o ambiente de estocagem e comercialização e com a fisiologia do pimentão, em especial a taxa respiratória e a taxa transpiratória (SARANTÓPOULOS, 2011).

Diversos tipos de materiais de embalagem flexível para o acondicionamento de hortaliças frescas estão disponíveis no mercado brasileiro. O Centro de Tecnologia em Embalagem do Instituto de Tecnologia de Alimentos (CETEA-ITAL) caracterizou estes materiais classificando-os nas seguintes categorias: filmes esticáveis de PVC (policloreto de vinila), filmes de PEBD (polietileno de baixa densidade), filmes de PP (polipropileno), filmes poliolefinicos termoencolhíveis e bandejas de PET (politereftalato de etileno) (SARANTÓPOULOS, 2011) e SARANTÓPOULOS (informação verbal)².

Apesar desta diversidade, atualmente a quase totalidade da embalagem de pimentão é feita em bandeja de poliestireno expandido envolta por filme esticável de PVC. O PVC apresenta a vantagem de proporcionar uma barreira ao vapor de água, reduzindo a transpiração dos frutos, sem modificar significativamente a atmosfera em relação aos gases respiratórios, característica importante quando se considera a ausência de cadeia de frio para comercialização de hortaliças no país. Isto acontece porque este filme apresenta alta permeabilidade a O₂ e CO₂ (SARANTÓPOULOS, 2011), o que aliado à baixa taxa respiratória do pimentão (KADER; SALTVEIT, 2003), resulta em baixo risco de formação de uma atmosfera anaeróbica no interior da embalagem, mesmo quando os frutos não são refrigerados.

A recomendação de outras embalagens flexíveis, que pudessem oferecer uma barreira ainda maior à transpiração, com evidentes benefícios sobre a durabilidade dos frutos, deve ser precedida de estudos adicionais que levem em conta a interação ambiente x hortaliça x filme plástico.

2 Informação fornecida por SARANTÓPOULOS, C.I.G.L. em 2015.

2.5. Modelos de casa de embalagem

Diversos modelos de casa de embalagem podem ser utilizados a depender das necessidades e dos recursos financeiros disponíveis. Independentemente do tamanho e complexidade da instalação, os princípios básicos são a organização do espaço nas áreas de recepção, beneficiamento e expedição, dispostas em uma sequência que evita etapas desnecessárias e evita caminhos cruzados, tendo o produto seguindo na direção da mão dominante do operador (da esquerda para a direita em pessoas destras).

Em pequenas e médias propriedades, com volume de colheita de até 150 caixas de hortaliças/dia, onde o beneficiamento incluía seleção e classificação manual, limpeza dos frutos com pano seco ou úmido e embalagem, pode se utilizar uma estrutura móvel de ferro coberta por lona, conforme descrito em Lana (2014a) (Figura 26). Essa estrutura, além de proteger o produto hortícola, proporciona condição de trabalho mais confortável e saudável para o trabalhador rural (LANA; MONTEIRO NETO, 2014).



Fotos: Mílla Moreira Lana

Figura 26. Casa de embalagem de lona proposta pela Embrapa Hortaliças para armazenamento temporário e beneficiamento de hortaliças após a colheita.

Para grandes propriedades, cooperativas ou associação de produtores, com volume de colheita de centenas de caixas, onde o beneficiamento incluía a classificação mecânica e/ou a lavagem dos frutos, faz-se necessário a construção de uma casa de embalagem de alvenaria.

Informações detalhadas sobre a construção e manutenção da casa de embalagem fogem ao escopo da presente publicação, mas podem ser consultadas em Caribbean Agricultural Research and Development Institute (2010), López Camelo (2004), Yaptenco e Esguerra (2012), Newenhouse et al. (2000).

2.6. Pré-resfriamento e armazenamento em condição ambiente e refrigerado

O armazenamento por longos períodos de tempo não é utilizado para pimentão. Mesmo sob condições ótimas de temperatura e umidade sua vida útil não ultrapassa poucas semanas e os custos de armazenagem refrigerada podem não ser financeiramente compensadores, especialmente quando se considera que o produto armazenado irá competir no mercado com produtos frescos oriundos de outros fornecedores (BRECHT, 2003). Em condição ambiente por sua vez, o armazenamento é limitado pela acelerada perda de água dos frutos. Para curtos períodos de tempo, entretanto, o armazenamento refrigerado pode ser necessário, quando, por quaisquer razões, a comercialização não ocorre imediatamente após a colheita.

2.6.1. Armazenamento em condição ambiente

Quando o armazenamento é feito em condição ambiente, a durabilidade dos frutos é reduzida há poucos dias e será tanto menor quanto maior for a temperatura e menor for a umidade relativa do ar.

Na ausência de refrigeração, devem ser redobrados os cuidados durante a colheita e o beneficiamento de modo a evitar o aquecimento dos frutos, a ocorrência de danos físicos e a contaminação dos frutos com fitopatógenos. Posteriormente, os frutos devem ser mantidos em local fresco, abrigado do sol e de ventos fortes. Para aumentar a umidade do ar, pode-se molhar o piso da área de armazenagem, utilizar nebulizadores (KITINOJA; KADER, 2002) ou cobrir as caixas com pano úmido e limpo, tomando-se cuidado para que não haja molhamento dos frutos.

2.6.2. Pré-resfriamento

A refrigeração deve ser precedida do pré-resfriamento para remoção do calor de campo. De maneira geral, quanto menor o tempo decorrido entre a colheita e o pré-resfriamento maior a durabilidade dos frutos. Entretanto, em condições comerciais, nem sempre é possível resfriar o fruto imediatamente após colheita. Cantwell e Thangaiyah, (2001) concluíram que o atraso do pré-resfriamento de pimentão não compromete seriamente a qualidade dos frutos quando ele for in-

ferior a 9 horas, estando os frutos a 20 °C a 25 °C, e inferior a 6 horas, estando os frutos a 37 °C.

Diferentes métodos de pré-resfriamento são recomendados por diferentes autores, incluindo pré-resfriamento com ar, com ar forçado, hidrorresfriamento e resfriamento a vácuo (SHERMAN et al., 1982; MOHAMMED, 1989; BOYETTE et al., 1990; THOMPSON et al., 2002; JOVICICH et al., 2003; COMMERCIAL..., 2009; GONZÁLEZ-AGUILAR, 2014).

O pré-resfriamento com ar forçado é considerado o método mais recomendado para pimentão (BOYETTE et al., 1990; THOMPSON et al., 2002; JOVICICH et al., 2003; COMMERCIAL..., 2009). Não há consenso sobre a recomendação do pré-resfriamento a vácuo. Em princípio, esse não seria um método recomendado para pimentão devido à casca cerosa e baixa relação superfície : volume do fruto. Entretanto, González-Aguilar (2014), Sherman et al. (1982) e Thompson et al. (2002) citam esse como um dos métodos que podem ser usados.

O hidrorresfriamento tem como maior limitação favorecer a incidência de podridões em especial, se ocorre infiltração de água contaminada nos frutos (GONZÁLEZ-AGUILAR, 2014). A podridão dos frutos pode ser reduzida se os frutos são secados com ar após o tratamento, em especial o cálice e o pedúnculo (MOHAMMED, 1989) e se for feito um bom controle da qualidade da água.

Informações detalhadas sobre cada um dos métodos de pré-resfriamento estão disponíveis em Kitinoja e Thompson (2010), Thompson et al. (2002) e Vigneault et al. (2009).

A viabilidade técnica e econômica da instalação de um sistema de pré-resfriamento deve levar em consideração que podem ser necessárias mudanças nas outras operações de colheita e pós-colheita, como detalhado por Sargent et al. (1988). A exposição a condições adversas de temperatura e a manipulação descuidada, durante e após a colheita, reduzem os benefícios resultantes do pré-resfriamento quando a hortaliça teve sua qualidade comprometida antes mesmo de ser resfriada. Também podem ser necessárias mudanças nas embalagens as quais devem ter as dimensões e materiais compatíveis com o método de pré-resfriamento a ser utilizado, por exemplo, materiais que possam entrar em contato com água no hidrorresfriamento ou embalagens com aberturas de ventilação em número e tamanho adequados no caso do resfriamento por ar forçado (SARGENT et al., 1988; VIGNEAULT et al., 2009).

2.6.3. Refrigeração e umidade do ar

O controle da temperatura e da umidade relativa do ar são os fatores mais importantes para manter a qualidade pós-colheita do pimentão. O armazenamento do pimentão deve ser feito a temperaturas entre 7 °C e 10 °C e 95% de umidade relativa, para uma vida útil de 3 a 5 semanas (CANTWELL, 1996; AGBLOR; WATERER, 2001). Acima dessa temperatura, a perda de água é acelerada e abaixo

dessa temperatura, ocorre injúria por frio, como detalhado na sessão **2.8 Injúria por frio**.

A manutenção de altos níveis de umidade do ar é tão ou mais importante que a redução da temperatura para inibir a deterioração do pimentão durante o armazenamento (LURIE et al., 1986; O'DONOGHUE et al., 2013), daí a importância de projetar sistemas de refrigeração que mantenham elevados níveis de umidade do ar, como discutido em (THOMPSON, 2002). Outras medidas que aumentam a umidade relativa do ar em torno do produto são o uso de filmes plásticos, para revestir os frutos diretamente ou as caixas contendo os frutos (BEN-YEHOSHUA et al., 1983; KITINOJA; KADER, 2002; O'DONOGHUE et al., 2013) e a umidificação do ar através de nebulizadores ou do molhamento do piso da área de armazenagem (KITINOJA; KADER, 2002; THOMPSON, 2002).

Por outro lado, condições de alta umidade também favorecem o crescimento de patógenos e por isso alguns cuidados devem ser tomados para que os benefícios do aumento da umidade do ar em reduzir a transpiração não sejam anulados pela aceleração da deterioração por fungos e bactérias, em especial quando o produto não é refrigerado. Estas medidas incluem a limpeza dos frutos para remoção de inóculo (O'DONOGHUE et al., 2013) e a redução de danos físicos que são porta de entrada de patógenos (MILLER, 2003).

2.7. Amadurecimento artificial

O longo tempo necessário para que o pimentão amadureça na planta, associado à inibição do pegamento de frutos novos quando os frutos amadurecem na planta, despertou o interesse de se proceder ao amadurecimento artificial com etileno, a exemplo do que é realizado com tomate e banana.

Duas abordagens foram utilizadas por diferentes grupos de pesquisa, quais sejam, o tratamento dos frutos antes e após a colheita. Em um dos trabalhos pioneiros neste tema, Saltveit (1977) concluiu que quando tratados com etileno ainda ligados à planta mãe os frutos amadurecem parcialmente, mas eles reagem como não climatéricos quando são tratados com etileno após a colheita. Resultados relatados posteriormente por diferentes autores apresentam um cenário inconsistente, com resultados contraditórios relatados a seguir.

O amadurecimento na planta pode ser acelerado com a aplicação foliar de etileno quando os frutos estão completamente desenvolvidos e com cerca de 30% da área com cor vermelha. Agblor e Waterer (2001) recomendam para diversas espécies de *Capsicum*, duas aplicações de 100 ppm de etileno com intervalo de uma semana. Uma única aplicação com solução mais concentrada pode induzir a queda de folhas e frutos e reduzir a produção. Cantliffe e Goodwin (1975) citados por Fox et al. (2005) relatam que a pulverização das plantas com etileno antes da colheita acelera o amadurecimento de pimentão vermelho e aumenta a produtividade de frutos maduros, mas causa queda das folhas, o que limita este processo a situações de colheita única para a indústria. Outros possíveis efeitos da aplicação de etileno

são a aceleração da perda de firmeza do fruto e da senescência da planta (BARTZ; BRECHT, 2003).

A aspersão dos frutos com solução de etileno após a colheita, por sua vez, apresenta resultados inconsistentes (AGBLOR; FOX et al., 2005; AIZAT et al., 2013; COMMERCIAL..., 2009; WATERER, 2001). Cantwell (1996) considera que a exposição dos frutos parcialmente coloridos a temperaturas em torno de 20 °C a 25 °C e alta umidade (superior a 95%) é mais eficiente que a aplicação de etileno para acelerar o amadurecimento e a mudança de cor. Aizat et al. (2013) também não observaram aceleração do amadurecimento quando etileno foi aplicado em frutos colhidos nos estádios verde e verde-maduro (Figura 27).

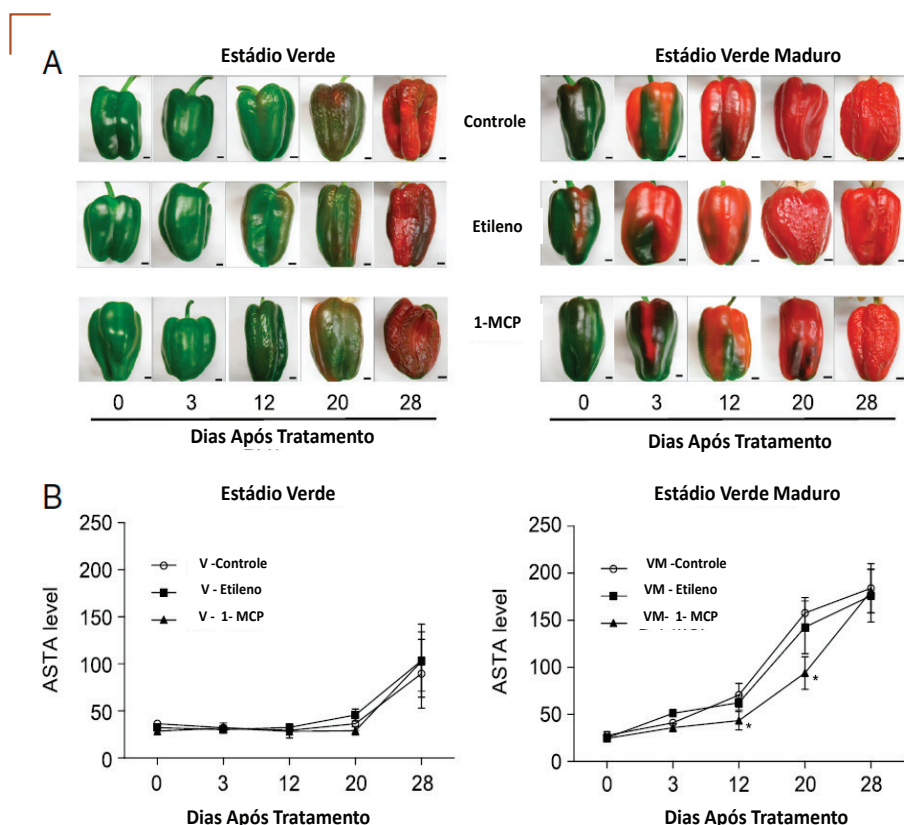


Figura 27. Tratamento de pimentão após a colheita com 100 µL L-1 etileno ou 500 nL/L 1-1-Metilcicloproprano(1-MCP) (por 24 h) estando os frutos no estágio verde (V, esquerda) ou verde-maduro (VM, direita). Frutos controle, sem tratamento, também foram preparados em cada estágio. A) Amadurecimento de V e VM em dias após o tratamento (DAT). Imagens representativas de cada tratamento são mostradas. B) Cor extraível (unidades ASTA-American Spide Trade Association) em DAT. Asteriscos adjacentes aos símbolos indicam que as médias diferem significativamente do controle a cada DAT de acordo com teste de Duncan ($p < 0.05$). Os valores são a média de $n = 3$ repetições ($\pm DP$).

Fonte: Aizat et al. (2013).

Fox et al. (2005), por sua vez, conseguiram acelerar o amadurecimento quando os frutos foram colhidos parcialmente coloridos. Quando expostos a um fluxo contínuo de etileno (100 mL L^{-1} a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ e 90% UR) frutos cv Robusta colhidos com 10% de vermelho, ou mais maduros, amadureceram para o estágio 100% vermelho mais rapidamente que frutos expostos ao ar sem perda significativa de qualidade. Entretanto, os frutos colhidos no estágio verde e expostos ao fluxo contínuo de etileno não amadureceram completamente antes de tornarem-se inapropriados para consumo. Além disso, observou-se que o efeito do etileno em acelerar a mudança de cor do fruto só aconteceu na presença de etileno; quando o etileno foi removido, a mudança de cor foi desacelerada.

Em estudo subsequente, frutos da mesma variedade foram colhidos em diversos estádios de amadurecimento (10% a 60% do fruto na cor vermelha). A aplicação contínua de etileno (100 mL L^{-1} a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ e 90% UR) acelerou a mudança de cor para vermelho em 3 a 6 dias, comparativamente ao amadurecimento em ar, e em ambos os tratamentos os frutos foram capazes de atingir 100% de cor vermelha. A cor final e a composição química (sólidos solúveis, acidez titulável, pH, carotenoides totais, fenóis solúveis, vitamina C) dos frutos ao final do processo de amadurecimento foi independente do ponto de colheita e do método de amadurecimento (ar ou etileno) (FOX et al., 2005). A falta de efeito do etileno sobre o teor de carotenoides totais indica que seu efeito em acelerar a mudança de cor de verde para vermelho ocorreu via destruição da clorofila e não pela alteração da síntese de carotenoides.

Em outro experimento do mesmo grupo, duas cultivares, uma de fruto vermelho e uma de fruto amarelo, foram colhidas com 10% a 30% de cor e armazenadas a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ e 90% UR com e sem aplicação de etileno (MOLINARI et al., 1999). Frutos de ambos os tratamentos amadureceram completamente e alcançaram aparência e composição química similar à de frutos amadurecidos na planta. A aplicação de etileno não teve efeito sobre o amadurecimento, o que levou os autores a concluir que o benefício da aplicação de etileno é dependente de cultivar.

2.8. Atmosfera controlada e modificada

Em geral, o pimentão não responde bem à atmosfera controlada. Atmosfera com baixa concentração de oxigênio (2% a 5% de O_2) tem efeito pequeno sobre a qualidade enquanto atmosfera com níveis de CO_2 superiores a 5% causam pontos deprimidos na casca, descoloração e perda de firmeza, principalmente quando a temperatura é inferior a $10 \text{ }^\circ\text{C}$. (CANTWELL, 1996; GONZÁLEZ-AGUILAR, 2014). O estágio de maturação do fruto influencia sua resposta à alteração da composição da atmosfera. Frutos maduros mantidos à temperatura de $5 \text{ }^\circ\text{C}$ a $10 \text{ }^\circ\text{C}$ por 3 a 4 semanas são mais beneficiados que os frutos verdes pela atmosfera com 3% O_2 + 5% CO_2 (CANTWELL, 1996).

No Brasil, enquanto a cadeia de frio não for utilizada para pimentão, não se espera benefícios do uso da atmosfera modificada conforme detalhado na sessão

2.4.2.4. Embalagem – Embalagens plásticas flexíveis.

2.9. Transporte

Como observado para outras hortaliças, o transporte constitui na prática um período de armazenamento (BRECHT, 2003) e as exigências de temperatura, umidade relativa do ar e ventilação devem ser atendidas durante este período para manter a qualidade e reduzir o volume de perdas. Estas exigências, em especial quando se considera o transporte refrigerado à longa distância, são definidas em função de vários parâmetros que incluem o teor de água e a atividade biológica da carga a ser transportada (SWEET..., 2015).

O pimentão, a exemplo das demais hortaliças, é considerado uma carga de classe SC VII. Este grupo compreende cargas com atividade biológica de segunda ordem, ou seja, organismos vivos com atividade respiratória mantida durante o transporte, e com elevado teor de água (70% a 90%) o que os torna muito susceptíveis à deterioração por microrganismos. Em função destas características, recomenda-se que o transporte seja feito sob temperatura variando de 7 °C a 10 °C. Tão importante quanto a manutenção da temperatura recomendada é a adequada ventilação da carga. Esta deve garantir a circulação de ar na taxa de 60 circulações /hora a 80 circulações /hora com suprimento contínuo de ar fresco, de modo a evitar a concentração de CO₂, etileno e outros gases com efeitos deletérios sobre a qualidade (SWEET..., 2015) e a formação de bolsões de calor (MOHAMMED, 1989). Outro cuidado importante é o resfriamento da carga antes de ela ser carregada, pois o veículo é dimensionado para manter a carga fria, mas não para resfriá-la (MOHAMMED, 1989).

O pimentão é uma hortaliça muito sensível a danos por impacto, por isso os veículos usados para transportá-lo devem apresentar os menores níveis possíveis de impactos e vibrações. Em estradas irregulares e esburacadas podem-se reduzir os danos por impactos ao reduzir a pressão dos pneus e usar suspensão a ar (MOHAMMED, 1989). Também é importante amarrar a carga de modo a evitar o deslizamento ou a queda das embalagens e manuseá-la com cuidado durante o carregamento e descarregamento do veículo (SWEET..., 2015).

A incidência direta de sol e de vento seco sobre a carga em veículo aberto prejudica a qualidade dos frutos. O uso de cobertura de cor clara e umedecida sobre a carga é recomendada por Mohammed (1989).

2.10. Exposição no varejo

O pimentão deve ser exposto na área de vendas em condição ambiente ou em expositores refrigerados. No segundo caso a temperatura deve ser igual ou superior a 7 °C. Eles não devem ser aspergidos com água nem colocados em cama de gelo (CANTWELL, 1996).

2.11. Armazenamento e consumo doméstico

Nas residências, o pimentão pode ser mantido em condição ambiente por 1 a 3 dias, dependendo do tempo decorrido após a colheita e das condições do ambiente durante seu transporte e comercialização. Em geladeira doméstica ele pode ser mantido por cerca de 7 a 10 dias, desde que acondicionado em filme plástico ou em vasilha de plástico ou vidro (LANA; TAVARES, 2010).

O pimentão pode ser congelado para uso posterior em pratos cozidos. O congelamento deve ser precedido do branqueamento, que consiste em imergir a hortaliça em água fervente por um determinado período de tempo, seguido da imersão em água gelada pelo mesmo período. Cumprido o tempo de resfriamento, deve-se escorrer a água, embalar a hortaliça e levar ao congelador. O tempo de branqueamento é de 3 minutos para pimentão cortado ao meio e de 2 minutos para pimentão cortado em fatias ou rodela (ANDRESS; HARRISON, 2006).

O pimentão pode ser usado em uma diversidade de pratos, como um condimento ou como ingrediente principal. No primeiro caso, ele pode ser usado em saladas frias e quentes, no recheio de tortas, quiches e outros assados, em molhos ou recheios de qualquer tipo de carne e massa. São um excelente ingrediente em sopas, omeletes e pizza. Como prato principal, seu uso mais tradicional é na forma assada, onde os frutos são recheados com carne, arroz e/ou outras hortaliças.

Referências

ADASKAVEG, J. E.; CRISOSTO, C. Poor sanitation of fruit and new handling practices may increase sour rot incidence of peach, plum, and nectarine. **Central Valley Postharvest Newsletter**, California, v. 13, p. 1-3, 2005.

AGBLOR, S.; WATERER, D. **Peppers: post-harvest handling and storage**. Saskatchewan, 2001. Disponível em: <<http://www.usask.ca/agriculture/plantsci/vegetable/resources/factsheet/postharvpeppers.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2010.

AIZAT, W. M.; ABLE, J. A.; STANGOULIS, J. C. R.; ABLE, A. J. Characterization of ethylene pathway components in non-climacteric capsicum. **BMC Plant Biology**, London, v. 13, p. 191-205, 2013.

AIZAT, W. M.; DIAS, D. A.; STANGOULIS, J. C. R.; ABLE, J. A.; ROESSNER, U.; ABLE, A. J. Metabolomics of capsicum ripening reveals modification of the ethylene related-pathway and carbon metabolism. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 89, p. 19-31, 2014.

ANDRESS, E.; HARRISON, J. A. **So Easy to Preserve**. 5. ed. Athens: The University of Georgia, 2006. 376 p. (Bulletin, 989).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15674: caixa plástica retornável para hortícolas: recebimento, higienização e distribuição: requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2009.

AZA-GONZÁLEZ, C.; NÚÑEZ-PALENIUS, H. G.; OCHOA-ALEJO, N. Molecular biology of chili pepper anthocyanin biosynthesis. **Journal of the Chemical Mexican Society**, Guanajuato, v. 56, n. 1, p. 93-98, 2012.

BARTZ, J. A.; BRECHT, J. B. (Ed.). **Postharvest physiology and pathology of vegetables**. New York: Marcel Dekker, 2003. 733 p. (Food science and technology; 123).

BEN-YEHOSHUA, S.; SHAPIRO, B.; CHEN, Z.; LURIE, S. Mode of action of plastic film in extending life of lemon and bell pepper fruits by alleviation of water-stress. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 73, n. 1, p. 87-93, Sept. 1983.

BLANKE, M. M.; HOLTHE, P. A. Bioenergetics, maintenance respiration and transpiration of pepper fruits. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 150, p. 247-250, Feb. 1997.

BOYETTE, M. D.; WILSON, L. G.; ESTES, E. A. **Postharvest cooling and handling of peppers**. The North Carolina Agricultural Extension Service, 1990. Disponível em: < <http://www.bae.ncsu.edu/programs/extension/publicat/postharv/ag-413-3/> >. Acesso em: 17 jun. 2015.

BRAND, A.; BOROVSKY, Y.; HILL, T.; AFNAN, K.; RAHMAN, A.; BELLALOU, A.; VAN DEYNZE, A.; PARAN, I. CaGLK2 regulates natural variation of chlorophyll content and fruit color in pepper fruit. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 127, p. 2139-2148, 2014.

BRASIL. Decreto nº 6.268, de 22 de novembro de 2007. Regulamenta a Lei no 9.972, de 25 de maio de 2000, que institui a classificação de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 nov. 2007. Seção 1, p. 24. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6268.htm > Acesso em: 01 set. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Produção integrada da cadeia agrícola**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/producao-integrada>>. Acesso em: 5 jan. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ministério da Indústria e Comércio. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa Conjunta nº 9, de 12 de novembro de 2002. Dispõe sobre as embalagens destinadas ao acondicionamento de produtos hortícolas “in natura”. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 14 nov. 2002. Disponível em: < <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d8c7fa804d8b654fa9cae9c116238c3b/ALIMENTOS+INSTRU%C3%87%C3%83O+NORMATIVA+CONJUNTA+N%C2%BA+9,+DE+12+DE+NOVEMBRO+DE+2002.pdf?MOD=AJPERES> >. Acesso em: 10 nov. 2015.

BRECHT, J. K. Harvest and handling technologies. In: BARTZ, J. A.; BRECHT, J. B. **Postharvest physiology and pathology of vegetables**. New York: Marcel Dekker, 2003. p. 383-412.

CANTWELL, M. **Bell pepper**: recommendations for maintaining postharvest quality. Davis: Postharvest Technology Research and Information Center, 1996. Disponível em: < <http://postharvest.ucdavis.edu/pfvegetable/BellPepper> >. Acesso em: 18 jun. 2015.

CANTWELL, M.; THANGAIAH, A. Delays to cool affect visual quality, firmness and gloss of bell peppers and eggplants. **Perishables Handling Quarterly**, v. 107, p. 17- 20, 2001.

CAO, S.; YANG, Z.; ZHENG, Y. Effect of 1-methylcyclopene on senescence and quality maintenance of green bell pepper fruit during storage at 20°C. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 70, p. 1-6, 2012.

CARBALLO, S. J.; BLANKENSHIP, S. M.; SANDERS, D. C.; RITCHIE, D. F.; BOYETTE, M. D. Comparison of packing systems for injury and bacterial soft rot on bell pepper fruit. **HortTechnology**, Alexandria, v. 4, p. 269-272, 1994.

TITUTE. **A Manual for the design, establishment and operation of packing houses and processing unit for Belize**. 2010. 19 p. Disponível em: < http://www.belize.org/bcci/resourcesmodule/download_resource/id/340/src/@random4eb17d3d24103/ > Acesso em: 12 set. 2015.

CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO DISTRITO FEDERAL. **Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural**: Seagri. Brasília, DF. Disponível em: < <http://www.ceasa.df.gov.br/> > Acesso em 10 jan. 2016.

CENTRO DE ABASTECIMENTO E LOGÍSTICA DE PERNAMBUCO. **Ceasa**: Pernambuco. Recife. Disponível em: < <http://www.ceasape.org.br/> > Acesso em: 10 jan. 2016.

CHENG, J.; SHEN, H.; YANG, X.; YU, S.; YUAN, L.; SUN, Z.; SUN, X. Changes in biochemical characteristics related to firmness during fruit development of pepper (*Capsicum annuum* L.). **European Journal of Horticultural Science**, v. 73, p. 155-161, 2008.

COMMERCIAL Pepper Production Handbook. Athens: University of Georgia: College of Agricultural and Environmental Sciences, 2009. 56 p. (Bulletin, 1304). Disponível em < <http://athenaeum.libs.uga.edu/handle/10724/12339> > Acesso em: 01 out. 2015.

COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO. **Ceagesp**. Disponível em: < <http://www.ceagesp.gov.br/> > Acesso em: 10 jan. 2016.

CONN, K. (Ed.). **Pepper & eggplant disease guide**: a practical guide for seedsmen, growers and agricultural advisors. Oxnard: Seminis Vegetable Seeds, 2006. 74 p. Disponível em: < http://www.seminis.com/global/us/growerresources/documents/sem-12095_pepperdiseases_8p5x11_072313.pdf >. Acesso em: 11 set. 2015.

CRISOSTO, C. H.; CANTIN, C. M.; SUSLOW, T. V. The importance of adjusting your water-chlorine pH during your brush-washing operation. **Central Valley Postharvest Newsletter**, v. 18, p. 1-5, 2009. Disponível em: < <http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/234-2068.pdf> >. Acesso em: 12 set. 2015.

CUADRA-CRESPO, P.; DEL AMOR, F. M. Effects of postharvest treatments on fruit quality of sweet pepper at low temperature. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 90, p. 2716-2722, 2010.

DIAZ-PEREZ, J. C.; MUY-RANGEL, M. D.; MASCORRO, A. G. Fruit size and stage of ripeness affect postharvest water loss in bell pepper fruit (*Capsicum annuum* L.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 87, n. 1, p. 68-73, Jan. 2007.

DIJKINK, B. H.; TOMASSEN, M. M.; WILLEMSSEN, J. H. A.; VAN DOORN, W. G. Humidity control during bell pepper storage, using a hollow fiber membra-

ne contactor system. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 32, n. 3, p. 311-320, June 2004.

FALLIK, E. Hot water treatments for control of fungal decay in fresh produce. In: GORNY, J. R.; YOUSEF, A. E.; SAPERS, G. M. **Microbiology of fruits and vegetables**. Cleveland: CRC Press, p. 461-478, 2005.

FALLIK, E. **Postharvest practices of peppers in Israel: 15 years of research**. Valencia: Grupo THM, 2014. 17 p. (Serie documentos). Disponível em: < <http://publicaciones.poscosecha.com/es/home/188-postharvest-practices-of-peppers-in-israel.html> >. Acesso em: 20 ago. 2015.

FALLIK, E.; GRINBERG, S.; ZIV, O. Potassium bicarbonate reduces postharvest decay development on bell pepper fruits. **Journal of Horticultural Science**, London, v. 72, n. 1, p. 35-41, 1997.

FALLIK, E.; GRINBERG, S.; ALKALAI, S.; YEKUTIELI, O.; WISEBLUM, A., REGEV, R., BERES, H., BAR-LEV, E. A unique rapid hot water treatment to improve storage quality of sweet pepper. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, n. 1, p. 25-32, Jan. 1999.

FARD, K.G.; KAMARI, S.; GHASEMNEZHAD, M.; GHAZVINI, R. F. Effect of Chitosan Coating on Weight Loss and Postharvest Quality of Green Pepper (*Capiscum annum* L.) Fruits. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 877, p. 821-826, 2010.

FOX, A. J.; POZO-INSFRAN, D. D.; LEE, J. H.; SARGENT, S. A.; TALCOTT, S. T. Ripening-induced chemical and antioxidant changes in bell peppers as affected by harvest maturity and postharvest ethylene exposure. **HortScience**, Alexandria, v. 40, p. 732-736, 2005.

FUNK, P. A.; MARSHALL, D. E. Pepper harvest technology. In: RUSSO, V. (Ed.). **Peppers: Botany, Production and Uses**. Oklahoma: Cabi, 2012. p. 227-240.

GOMBAS, D. (Ed.). **Commodity specific food safety guidelines for the fresh tomato supply chain**. 2nd ed. [S. l]: United Fresh, 2008. 153 p. Disponível em: < <http://www.fda.gov/downloads/Food/GuidanceRegulation/UCM171708.pdf> >. Acesso em: 20 jul. 2015.

GONZÁLEZ, G.; TIZNADO, M. Postharvest physiology of bell peppers stored in low density polyethylene bags. **LWT. Food Science and Technology**, London, v. 26, n. 5, p. 450-455, Oct. 1993.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. **Pepper**. 2014. Disponível em: < <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/contents.html> >. Acesso em: 15 ago. 2015.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A.; CRUZ, R.; BÁEZ, R.; WANG CHIEN, Y. Storage quality of bell peppers pretreated with hot water and polyethylene packaging. **Journal of Food Quality**, Wastport, v. 22, p. 287-299, 1999.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A.; GAYOSSO, L.; CRUZ, R.; FORTIZ, J.; BÁEZ, R.; WANG, C. Y. Polyamines induced by hot water treatments reduce chilling injury and decay in pepper fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 18, n. 1, p. 19-26, Jan. 2000.

HA, S. H.; KIM, J. B.; PARK, J. S.; LEE, S. W.; CHO, K. J. A comparison of the carotenoid accumulation in *Capsicum* varieties that show different ripening colours: deletion of the capsanthin-capsorubin synthase gene is not a prerequisite for the formation of a yellow pepper. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 58, p. 3135-3144, 2007.

HAN, H. R.; PARK, S. W.; PARK, Y. M. Effects of Precooling and Storage Temperature on the Quality of 'Manna' Green Peppers during Export Simulation. **Horticulture Environment and Biotechnology**, Jangan-gu, v. 51, n. 5, p. 403-408, Oct. 2010.

HENZ, G. P. Conservação pós-colheita de pimentão através do uso de embalagem e refrigeração. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 10, p. 10-112, nov. 1992.

HIGH LEVEL PANEL OF EXPERTS ON FOOD SECURITY AND NUTRITION. **Food losses and waste in the context of sustainable food systems**. Rome: FAO, 2014. 116 p. (HLPE Report, 8). Disponível em < <http://www.fao.org/3/a-i3901e.pdf> > Acesso em: 5 jul. 2015.

JOVICICH, E.; CANTLIFFE, D. J.; SHAW, N. L.; SARGENT, S. A. Production of greenhouse-grown peppers in Florida. **Citrus & Vegetable Magazine**, p. G7-G11, Mar. 2003. Disponível em: < <http://www.hos.ufl.edu/protectedag/pdf/GHIMarch03peppers.pdf> >. Acesso em: 23 maio 2016.

KADER, A. A.; SALTVEIT, M. E. Respiration and gas exchange. In: BARTZ, J. A.; BRECHT, J. B. (Ed.). **Postharvest physiology and pathology of vegetables**. New York: Marcel Dekker, 2003. p. 7-29.

KITINOJA, L.; KADER, A. A. **Small-scale postharvest handling practices: a manual for horticultural crops**. 4th ed. Davis: University of California, 2002. 267 p. (Postharvest Horticulture Series, 8E). Disponível em: < <http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/234-1450.pdf> >. Acesso em: 01 ago. 2015.

KITINOJA, L.; THOMPSON, J. F. Pre-cooling systems for small-scale producers. **Stewart Postharvest Review**, v. 2, n. 2, p. 1-14, June 2010.

LANA, M. M. **Hora da colheita: hora de cuidar do seu produto e de você**. Casa de embalagem de lona. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014a. 8 p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 100). Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/111172/1/COT-100-X.pdf> > Acesso em: 12 nov. 2015.

LANA, M. M. **Hora da colheita: hora de cuidar do seu produto e de você**. Mesas para seleção de hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014b. 12 p. (Em-

brapa 66 Hortaliças. Comunicado Técnico, 98). Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/101840/1/cot-98.pdf> > Acesso em: 01 set. 2015.

LANA, M. M.; ANDRADE, M. de O.; BANCI, C. A. **Proposição de um método para melhoria do manuseio pós-colheita de pimentão baseado no mapeamento de processos e falhas e na árvore da realidade atual**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2010. 36 p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 130). Disponível em < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPH-2010/36532/1/doc-130.pdf> >. Acesso em: 12 out 2015.

LANA, M. M.; BANCI, C. A.; BATISTA, V. R. **Hora da colheita: hora de cuidar do seu produto e de você. Unidade móvel para sombreamento de hortaliças após a colheita.** - 2. ed. atual. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014. 8 p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 90). Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103622/1/COT-90-2ed-.pdf> > Acesso em: 03 out. 2015.

LANA, M. M.; BATISTA, V. R. **Hora da colheita: hora de cuidar do seu produto e de você. Carrinho para transporte de hortaliças durante a colheita e comercialização.** Brasília, DF: Embrapa, 2014. 12 p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 99). Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/108845/1/EMBRAPA-COT-99-light.pdf> > Acesso em: 01 set. 2015.

LANA, M. M.; MOITA, A. W.; SOUZA, G. S. e; NASCIMENTO, E. F. do; MELO, M. F. de. **Identificação das causas de perdas pós-colheita de pimentão no varejo.** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2006. 23 p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 17). Disponível em: < http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPH-2009/34414/1/bpd_17.pdf > Acesso em: 01 set. 2015.

LANA, M. M.; MONTEIRO NETO, O. de A. **Hora da colheita: hora de cuidar do seu produto e de você. Estação de trabalho.** Brasília, DF: Embrapa, 2014. 12 p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 101). Disponível em < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120472/1/COT-101-X2-INTERNET.pdf> >. Acesso em: 12 set. 2015.

LANA, M. M.; TAVARES, S. A. (Ed.). **50 Hortaliças: como comprar, conservar e consumir.** 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 209 p.

LARA, I.; BELGE, B.; GOULAO, L. F. The fruit cuticle as a modulator of postharvest quality. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 87, p. 103-112, 2014.

LI, X. H.; YUN, J.; FAN, X. T.; XING, Y. G.; TANG, Y. Effect of 1-methylcyclopropene and modified atmosphere packaging on chilling injury and antioxidative defensive mechanism of sweet pepper. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 34, p. 6581-6589, 2011.

LIM, C. S.; KANG, S. M.; CHO, J. L. Bell pepper (*Capsicum annuum* L.) fruits are susceptible to chilling injury at the breaker stage of ripeness. **HortScience**, Alexandria, v. 42, n. 7, p. 1659-1664, Dec. 2007.

LIU, L., WEI, Y., SHI, F., LIU, C., LIU, X., JI, S. Intermittent warming improves postharvest quality of bell peppers and reduces chilling injury. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 101, p. 18-25, Mar. 2015.

LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. de. **Doenças do pimentão: diagnose e controle**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2003. 96 p.

LÓPEZ CAMELO, A. F. **Manual for the preparation and sale of fruits and vegetables: from field to market**. Rome: FAO, 2004. 153 p. (FAO Agricultural Services Bulletin, 151). Disponível em: < <http://www.fao.org/docrep/008/y4893e/y4893e00.htm>>. Acesso em: 01 ago. 2015.

LOWNDS, N. K.; BANARAS, M.; BOSLAND, P. W. Relationships between postharvest water loss and physical properties of pepper fruit (*Capsicum annuum* L.). **HortScience**, Alexandria, v. 28, n. 12, p. 1182-1184, Dec. 1993.

LOWNDS, N. K.; BANARAS, M.; BOSLAND, P. W. Postharvest water loss and storage quality of nine pepper (*Capsicum*) cultivars. **HortScience**, Alexandria, v. 29, n. 3, p. 191-193, Mar. 1994.

LURIE, S.; BEN-YEHOSHUA, B. Changes in membrane properties and abscisic acid during senescence of harvested bell pepper fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 111, p. 886-889, 1986.

LURIE, S.; SHAPIRO, B.; BEN-YEHOSHUA, B. Effects of water stress and degree of ripeness on rate of senescence of harvest bell pepper fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 111, p. 880-885, 1986.

MAALEKUU, K.; ELKIND, Y.; LEIKIN-FRENKEL, A.; LURIE, S.; FALLIK, E. The relationship between water loss, lipid content, membrane integrity and LOX activity in ripe pepper fruit after storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 42, n. 3, 248-255, Dec. 2006.

MAALEKUU, K.; TUVIA-ALKALAI, S.; SHALOM, Y.; FALLIK, E.; ELKIND, Y.; JENKS, M. A.; GOODWIN, S. M. Characterization of physiological and biochemical factors associated with postharvest water loss in ripe pepper fruit during storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 130, p. 735-741, 2005.

MARSHALL, D. E.; BROOK, R. C. Reducing bell pepper bruising during postharvest handling. **HortTechnology**, Alexandria, v. 9, n. 2, p. 254-258, Apr./June 1999.

MEIR, S.; ROSENBERGER, I.; AHARON, Z.; GRINBERG, S.; FALLIK, E. Improvement of the postharvest keeping quality and colour development of bell

pepper (cv. 'Maor') by packaging with polyethylene bags at a reduced temperature. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 5, n. 4, p. 303-309, Apr. 1995.

MERCADO, J. A.; QUESADA, M. A.; VALPUESTA, V.; REID, M.; CANTWELL, M. Storage of bell peppers in controlled atmospheres at chilling and nonchilling temperatures. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 412, p. 134-142, 1995.

MILLER, A. R. Harvest and handling injury: physiology, biochemistry, and detection. In: BARTZ, J. A.; BRECHT, J. K. (Ed.). **Postharvest physiology and pathology of vegetables**. 2nd ed. rev. Expanded. New York: Marcel Dekker, c2003. p. 177-208. (Food science and technology; 123).

MOHAMMED, M. **A post harvest handling system for sweet peppers** (*Capsicum annuum*). Tunapuna: IICA, 1989. 25 p. (IICA. Research Division: Postharvest Publication n° 003).

MOHAMMED, M.; BRECHT, J. K. **Immature fruit vegetables** In: BARTZ, J. A.; BRECHT, J. K. (Ed.). **Postharvest physiology and pathology of vegetables**. 2nd ed. rev. Expanded. New York: Marcel Dekker, c2003. p. 671-690. (Food science and technology; 123).

MOLINARI, A. F.; CASTRO, L. R. de; ANTONIALI, S.; PORNCHALOEMPONG, P.; FOX, A. J.; SARGENT, S. A.; LAMB, E. M. The potential for bell pepper harvest prior to full color development. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v. 112, p. 143-146, 1999.

NEWENHOUSE, A.; MEYER, B.; MIQUELON, M.; CHAPMAN, L. **Packing shed layout**. Madison: University of Wisconsin Healthy Farmers, 2000. 2 p. Disponível em < <https://gapsmallfarmsonc.files.wordpress.com/2012/05/packing-shed-design.pdf> > Acesso em: 10 set. 2015.

NIELSEN, T. H., SKJÆRBÆK, H. C.; KARLSEN, P. Carbohydrate metabolism during fruit development in sweet pepper (*Capsicum annuum*) plants. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 82, p. 311-319, 1991.

O'DONOGHUE, E. M.; SOMERFIELD, S.; MCLACHLAN, A.; OLSSON, S.; WOOLF, A. High-pressure water washing and continuous high humidity during storage and shelf conditions prolongs quality of red capsicums (*Capsicum annuum* L.). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 81, p. 73-80, July 2013.

OGASAWARA, S.; ABE, K.; NAKAJIMA, T. Pepper beta-galactosidase 1 (PBG1) plays a significant role in fruit ripening in bell pepper (*Capsicum annuum*). **Bioscience Biotechnology and Biochemistry**, Tokyo, v. 71, n. 2, p. 309-322, Feb. 2007.

OZDEN, C.; BAYINDIRLI, L. Effects of combinational use of controlled atmosphere, cold storage and edible coating applications on shelf life and quality attri-

butes of green peppers. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 214, p. 320-326, 2002.

PARSONS, E. P.; POPOVSKY, S.; LOHREY, G. T.; ALKALAI-TUVIA, S.; PERZELAN, Y.; BOSLAND, P.; BEBELI, P. J.; PARAN, I.; FALLIK, E.; JENKS, M. A. Fruit cuticle lipid composition and water loss in a diverse collection of pepper (*Capsicum*). **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 149, n. 2, p. 160-174, Oct. 2013.

PEPPERS: postharvest care and market preparation. Georgetown: New Guyana Marketing Corporation: National Agricultural Research Institute. Disponível em < http://www.newgmc.com/gmc_docs/brochures/Peppers.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2015.

PIMENTÃO. Disponível em <<http://www.hortibrasil.org.br/jnw/classificacao/pimentao/pimentao.html>>. Acesso em: 10 set. 2015a.

PIMENTÃO: guia de identificação. Disponível em < <http://www.hortiescolha.com.br/hortipedia/produto/pimentao> > Acesso em: 10 set. 2015b.

PIMENTÃO: padrão mínimo de qualidade e de tamanho. Disponível em < <http://static.hortiescolha.com.br/static/django-summernote/2014-09-29/a442f4d8-1b0d-4f3e-a2e6-eef4da99c19a.pdf> >. Acesso em: 10 set. 2015c.

POVERENOV, E.; ZAITSEV, Y.; ARNON, H.; GRANIT, R.; ALKALAI-TUVIA, S.; PERZELAN, Y.; WEINBERG, T.; FALLIK, E. Effects of a composite chitosan-gelatin edible coating on postharvest quality and storability of red bell peppers. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 96, p. 106-109, Oct. 2014.

PRETEL, M. T.; SERRANO, M.; AMOROS, A.; RIQUELME, F.; ROMOJARO, F. Non-involvement of ACC and ACC oxidase activity in pepper fruit ripening. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 5, n. 4, p. 295-302, Apr. 1995.

PURVIS, A. C. Diphenylamine reduces chilling injury of green bell pepper fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 25, n. 1, p. 41-48, May 2002.

RABINOWITCH, H. D.; FRIEDMAN, M.; BEN-DAVID, B. Sunscald damage in attached and detached pepper and cucumber fruits at various stage of maturity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 19, n. 1/2, p. 9-18, Mar. 1983.

RAHMAN, A. S. A.; HUBER, D. J.; BRECHT, J. K. Respiratory activity and mitochondrial oxidative capacity of bell pepper fruit following storage under low-oxygen atmosphere. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 118, p. 470-475, 1993.

RAO, T. V. R., GOL, N. B., SHAH, K. K. Effect of postharvest treatments and storage temperatures on the quality and shelf life of sweet pepper (*Capsicum annum* L.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 132, p. 18-26, 2011.

RODRIGUEZ-URIBE, L.; GUZMAN, I.; RAJAPAKSE, W.; RICHINS, R. D.; O'CONNELL, M. A. Carotenoid accumulation in orange-pigmented *Capsicum annuum* fruit, regulated at multiple levels. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 63, n. 1, p. 517-526, 2012.

SALTVEIT, M. E. Carbon dioxide, ethylene, and color development in ripening mature green bell peppers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 102, p. 523-525, 1977.

SALTVEIT, M. E. Mature fruit vegetables. In: BARTZ, J. A.; BRECHT, J. K. (Ed.). **Post-harvest physiology and pathology of vegetables**. 2nd ed. rev. Expanded. New York: Marcel Dekker, c2003. p. 649-669. (Food science and technology; 123).

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. Embalagem. In: CENCI, S. A. (Ed.). **Processamento mínimo de frutas e hortaliças: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2011. p. 59-69.

SARGENT, J. A.; TALBOT, M. T.; BRECHT, J. K. Evaluating precooling methods for vegetable packinghouse operations. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v. 101, p. 175-182, 1988.

SHERMAN, M.; KASMIRE, R. F.; SHULER, K. D.; BOTTS, D. A. Effect of pre-cooling methods and peduncle lengths on soft rot decay of bell peppers. **HortScience**, Alexandria, v. 17, p. 251-252, 1982.

SIMONNE, A. H.; SIMONNE, E. H.; EITENMILLER, R. R.; MILLS, H. A.; GREEN, N. R. Ascorbic Acid and Provitamin A Contents in Unusually Colored Bell Peppers (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 10, n. 4, p. 299-311, Dec. 1997.

SMITH, D. L.; STOMMEL, J. R.; FUNG, R. W. M.; WANG, C. Y.; WHITAKER, B. D. Influence of cultivar and harvest method on postharvest storage quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 42, n. 3, p. 243-247, 2006.

SNOWDON, A. L. **A colour atlas of post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables**. Aylesbury: Wolfe Scientific, c1991. v. 2. 416 p.

SORTING and packaging: good practices in agriculture: social partners participation in the prevention of musculoskeletal disorders. Leuven: IDEWE, [2009?]. 24 p. Disponível em: < http://www.agri-ergonomics.eu/downloads/PDF/Summary/Sorting_and%20packaging_ENG%20122009_LR.pdf >. Acesso em: 23 ago. 2012.

STOMMEL, J. R.; PUSHKO, M.; HAYNES, K. G.; WHITAKER, B. D. Differential inheritance of pepper (*Capsicum annuum*) fruit pigments results in black to violet fruit colour. **Plant Breeding**, Berlin, v. 133, n. 6, p. 788-793, Dec. 2014.

Perishable Handling Quarterly, n. 101, p. 1 , Feb. 2000.

SWEEPER pepper harvesting robot. Disponível em: <<http://www.sweeper-robot.eu/>>. Acesso em: 18 jul. 2015.

SWEET peppers. Berlin: Transport Information Service, 2002-2016. Disponível em: < http://www.tis-gdv.de/tis_e/ware/gemuese/paprika/paprika.htm> Acesso em: 18 jul. 2015.

TADESSE, T.; HEWETT, E. W.; NICHOLS, M. A.; FISHER, K. J. Changes in physicochemical attributes of sweet pepper cv. domino during fruit growth and development. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 93, n. 2, p. 91-103, Mar. 2002.

THANOPOULOS, C.; BOURANIS, D.; PASSAM, H. C. Comparative development, maturation and ripening of seedless and seed-containing bell pepper fruits. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 164, p. 573-577, Dec. 2013.

THOMPSON, J. E. Storage systems. In: KADER, A. A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California: Agriculture and Natural Resources, 2002. p. 113-128.

THOMPSON, J. E.; MITCHELL, F. G.; KASMIRE, R. F. Cooling Horticultural Commodities. In: KADER, A. A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California: Agriculture and Natural Resources, 2002. p. 97-112.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA. **Postharvest question & answers by topic**. Davis, 2009. Disponível em: < http://postharvest.ucdavis.edu/libraries/Questions_and_Answers/?uid=95&ds=267 >. Acesso em: 27 jul. 2015.

VICENTE, A. R.; PINEDA, C.; LEMOINE, L.; CIVELLO, P. M.; MARTINEZ, G. A.; CHAVES, A. R. UV-C treatments reduce decay, retain quality and alleviate chilling injury in pepper. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 35, n. 1, p. 69-78, Jan. 2005.

VIGNEAULT, C.; THOMPSON, J.; WU, S. Designing container for handling fresh horticultural produce. In: BENKEBLIA, N. (Ed.). **Postharvest Technologies for Horticultural Crops**. Kerala: Research Signpost, 2009. v. 2, p. 25-47. Disponível em: < <http://ucanr.edu/datastoreFiles/234-1292.pdf> >. Acesso em: 12 jul. 2015.

VILLAVICENCIO, L.; BLANKENSHIP, S. M.; SANDERS, D. C.; SWALLOW, W. H. Ethylene and carbon dioxide production in detached fruit of selected pepper cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 124, n. 4, p. 402-406, July 1999.

VILLAVICENCIO, L. E.; BLANKENSHIP, S. M.; SANDERS, D. C.; SWALLOW, W. H. Ethylene and carbon dioxide concentrations in attached fruits of pepper

cultivars during ripening. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 91, n. 1/2, p. 17-24, Nov. 2001.

WANG, Q.; DING, T.; ZUO, J.; GAO, L.; FAN, L. Amelioration of postharvest chilling injury in sweet pepper by glycine betaine. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 112, p. 114-120, Feb. 2016.

WATADA, A. E.; KIM, S. D.; KIM, K. S.; HARRIS, T. C. Quality of green beans, bell peppers and spinach stored in polyethylene bags. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 52, n. 6, p. 1637-1641, Nov. 1987.

WHITAKER, B. D. Chemical and Physical Changes in Membranes. In: BARTZ, J. A.; BRECHT, J. B. (Ed.). **Postharvest physiology and pathology of vegetables**. 2nd ed. rev. expanded. New York: Marcel Dekker, 2003. p. 79-110. (Food science and technology; 123).

XING, Y.; LI, X.; XU, Q.; YUN, J.; LU, Y.; TANG, Y. Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). **Food Chemistry**, London, v. 124, n. 4, p. 1443-1450, Feb. 2011.

YAPTENCO, K. F.; ESGUERRA, E. B. **Good practice in the design, management and operation of a fresh produce packing-house**. Bangkok: FAO, 2012. 188 p. (Rap Publication, 2012/04). Disponível em: < <http://www.fao.org/docrep/016/i2678e/i2678e00.pdf> > Acesso em: 05 ago. 2015.

Impressão e acabamento:
Gráfica CS - Eireli - EPP

Embrapa

Hortaliças



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

