

Processamento Mínimo de Produtos Hortifrutícolas



ISSN 2179-8184

Setembro, 2011

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

Documentos 139

Processamento Mínimo de Produtos Hortifrutícolas

Ebenézer de Oliveira Silva

Patrícia Maria Pinto

Angelo Pedro Jacomino

Laiane Torres Silva

Embrapa Agroindústria Tropical
Fortaleza, CE
2011

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
Home page: www.cnpat.embrapa.br
E-mail: vendas@cnpat.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: *Antonio Teixeira Cavalcanti Júnior*
Secretário-Executivo: *Marco Aurélio da Rocha Melo*
Membros: *Diva Correia, Marlon Vagner Valentim Martins, Arthur Cláudio Rodrigues de Souza, Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho, Adriano Lincoln Albuquerque Mattos e Carlos Farley Herbster Moura*

Supervisão editorial: *Marco Aurélio da Rocha Melo*
Revisão de texto: *Lucas Almeida Carneiro*
Normalização bibliográfica: *Rita de Cassia Costa Cid*
Editoração eletrônica: *Ariilo Nobre de Oliveira*
Foto(s) da capa: *Ebenézer de Oliveira Silva, Angelo Pedro Jacomino*

1ª edição (2011): on-line

Todos os direitos reservados

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Nome da Unidade catalogadora

Processamento mínimo de produtos hortifrutícolas / Ebenézer de Oliveira Silva... [et al.]. – Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2011.

22 p. 21 cm. – (Documentos / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 2179-8184, 139).

1. Processamento mínimo - Frutas. 2. Segurança alimentar. 3. Qualidade - Conservação. 4. Mercado. I. Silva, Ebenézer de Oliveira. II. Pinto, Patricia Maria. III. Jacomino, Angelo Pedro. IV. Silva, Laiane Torres. V. Série.

CDD 664

© Embrapa 2011

Autores

Ebenézer de Oliveira Silva

Engenheiro Agrônomo, M. Sc. Pós-colheita,
Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical,
Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici, CEP 60511-110,
Fortaleza, CE, tel. (85) 3391-7144
bene@cnpat.embrapa.br

Patrícia Maria Pinto

Engenheira Agrônoma, D. Sc. em Pós-colheita de
Produtos Hortícolas, professora da Escola Superior
de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de
São Paulo (USP).

Angelo Pedro Jacomino

Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Fitotecnia,
professora da Universidade de São Paulo (USP).

Laiane Torres Silva

Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Fitotecnia,
Universidade Federal Rural do Semiárido
(UFERSA), Mossoró, RN.

Apresentação

Os hábitos alimentares são, sem dúvida, os mais diversos nas diferentes partes do mundo. Porém, algumas tendências no âmbito de produtos alimentícios são mundiais, como por exemplo, o crescente consumo de vegetais minimamente processados. De acordo com a empresa de consultoria AC Nielsen Global Services, entre os anos de 2005 e 2006, a demanda mundial de alimentos prontos para o consumo, dentre os quais se encontram os vegetais minimamente processados, aumentou em 4%; embalado, em parte, por programas mundiais que relacionam o consumo de vegetais in natura com a prevenção de doenças, tal como o “five a day” que estimula o consumo diário de no mínimo cinco porções de frutas ou hortaliças frescas.

O processamento mínimo no Brasil é recente. O início dessa atividade ocorreu com a chegada das redes de refeições rápidas, no final da década de 70. Impulsionada pela economia de tempo e de trabalho que proporciona ao mercado institucional.

No mercado varejista, os vegetais minimamente processados se alinham perfeitamente com as características da sociedade moderna: população mais velha, altamente urbanizada, crescente participação feminina no mercado de trabalho, maior número de pessoas morando sozinha e maior distância entre o trabalho e a moradia. Assim, esses produtos visam atender um perfil específico de consumidor, mais consciente e mais exigente, caracterizando um nicho de mercado em crescimento.

Em face disso, a pesquisa teve como objetivo estudar sistemas de processamento mínimo que permitam manipular e adaptar convenientemente as técnicas de conservação pós-colheita dos produtos hortifrutícolas, mais especificamente para frutas e hortaliças, visando ao desenvolvimento de tecnologia capaz de produzir minimamente processados de qualidade aceitável – sensorial e nutricional – e com vida útil estendida o suficiente para a distribuição, comercialização e consumo.

Esse documento tem por objetivo a orientação de profissionais da área de alimentos, de estudantes e dos produtores interessados na agregação de valor aos seus produtos. O intuito é promover o intercâmbio de informações, conhecimentos e tecnologias sobre os assuntos mais relevantes relacionados ao processamento mínimo de produtos hortifrutícolas, por meio de uma linguagem acessível e de conotação mais prática.

Vitor Hugo de Oliveira
Chefe-Geral da Embrapa Agroindústria Tropical

Sumário

Introdução.....	9
Fluxograma de Processamento Mínimo.....	12
Manuseio pós-colheita	13
Descascamento e, ou, corte	21
Sanitização e enxágue	22
Drenagem ou centrifugação.....	24
Seleção final.....	27
Acondicionamento	27
Armazenamento.....	35
Distribuição	36
Tipos de Mercado: Varejista e Institucional	26
Mercado varejista.....	37
Mercado institucional	39
Formas de Apresentação dos Minimamente Processados .	41
Tipos de cortes.....	42
Tipos de produtos	46
Gestão da Qualidade.....	48
Segurança dos alimentos	49
Controle microbiológico e higiene	50

Tratamentos Complementares	55
Inibidores do escurecimento	55
Cálcio.....	56
Revestimentos comestíveis	58
1-Metilciclopropeno (1-MCP)	59
Irradiação.....	60
Referências	62

Processamento Mínimo de Produtos Hortifrutícolas

Ebenézer de Oliveira Silva

Patrícia Maria Pinto

Angelo Pedro Jacomino

Laiane Torres Silva

Introdução

O mercado brasileiro de hortifrutícolas (hortaliças, frutas, raízes e tubérculos) está passando por profundas alterações, provocadas pela crescente busca da população por uma alimentação mais saudável, caracterizada por produtos frescos com alta qualidade nutricional (alimentos funcionais) e também sensorial (aroma, sabor e aparência).

Acompanhar essas mudanças de mercado e de comportamento da população é de fundamental importância para os produtores que pretendem atender às diferentes transações de mercado, conforme suas necessidades. A participação crescente das mulheres no mercado de trabalho tem reduzido o tempo disponível para a compra e o preparo de hortifrutícolas para as refeições. Além disso, a diminuição no tamanho das famílias e a maior preocupação com a saúde resultam num consumidor mais consciente e mais exigente (SOUZA et al., 1998). À medida que aumenta a renda per capita e o país se desenvolve, há mudanças de hábitos alimentares, cuja preferência é por produtos industrializados e mais convenientes.

Para enfrentar esta nova realidade, o mercado de hortifrutícolas precisa estar atento para atender todos os tipos de consumidores, oferecendo esses produtos *in natura* e aqueles desenvolvidos sob medida para serem

convenientes: menor tempo de preparo e com alto valor agregado, por exemplo, minimamente processados.

O conceito de vegetais minimamente processados tem como base os produtos vegetais frescos que são comercializados limpos, convenientes e que podem ser preparados e consumidos em menor tempo (CANTWELL, 1992). Por definição, o produto minimamente processado é “qualquer fruto ou hortaliça, ou combinação destes, que tenha sofrido apenas modificações físicas de modo a preservar o seu estado fresco (INTERNATIONAL..., 1999).

Assim, os hortifrutícolas minimamente processados são produtos que sofreram operações de limpeza, lavagem, seleção e corte, até chegarem a um produto totalmente aproveitável, que é embalado, a fim de se oferecer aos consumidores frescor, conveniência e qualidade nutricional. A Figura 1 exemplifica as etapas gerais do processamento mínimo, sendo que cada produto apresenta particularidades em relação ao seu processamento.

A possibilidade de processamento deste tipo de produto nas regiões produtoras tem contribuído para a diversificação das indústrias regionais, reduzindo as perdas pós-colheita, melhorando o manejo dos resíduos, facilitando o transporte e eliminando problemas de ordem fitossanitária. Além disso, esta nova opção aos produtores agrícolas permite maior aproveitamento da produção, agrega valor aos produtos, é bastante adequada às micro e pequenas empresas familiares e possibilita a fixação da mão-de-obra nas regiões produtoras (DURIGAN, 2000).

O processamento mínimo é, então, um empreendimento voltado para a verticalização da produção agrária, proporcionando agregação de valor, ou seja, melhor preço para a comercialização do produto. O valor agregado desses produtos melhora a competitividade do setor de horticultura, proporcionando novos canais de comercialização e escoamento da produção, através dos quais se espera importante impacto econômico e social pela redução das perdas, pela geração de renda ao produtor e, principalmente, pela geração de empregos, tanto diretos como indiretos.

Esse documento tem por objetivo fornecer informações acerca da tecnologia do processamento, incluindo as etapas do processamento

(fluxograma), a qualidade da matéria prima, o sistema de acondicionamento e apresentação para os mercados varejistas e institucionais, bem como as alternativas de tratamentos sanitizantes, para o controle do desenvolvimento de microrganismos patogênicos.



Figura 1. Etapas gerais do processamento mínimo de goiabas 'Kumagai': (A) seleção dos frutos; (B) sanitização em solução com hipoclorito de sódio; (C) processamento das goiabas em rodela; (D) acondicionamento das rodela em bandejas de poliestireno expandido; (E) embalagem das bandejas; (F) armazenamento em câmara fria.

Fluxograma de Processamento Mínimo

O processamento mínimo inclui operações de pós-colheita, seleção, lavagem, descascamento, corte, sanitização, enxágue, centrifugação ou drenagem, seleção final, acondicionamento e armazenamento, conforme mostrado abaixo, por meio de um fluxograma geral e inespecífico (Figura 2). Assim, esse fluxograma deve ser adaptado de acordo com as características de cada espécie e seu produto final.

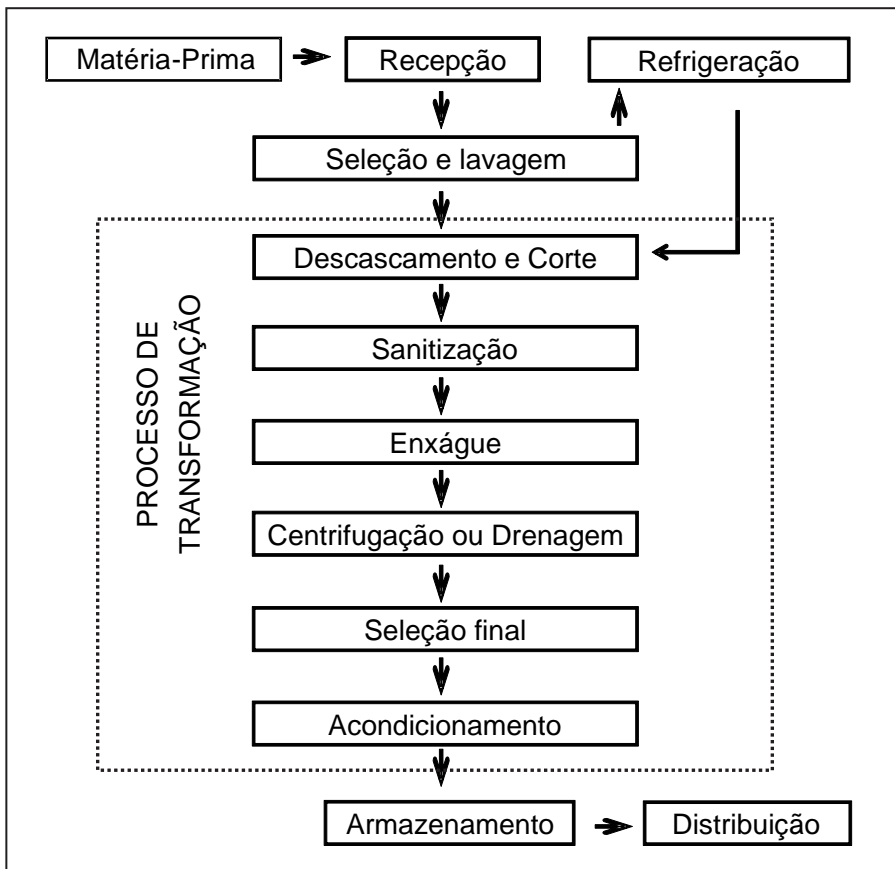


Figura 2. Etapas gerais do processamento mínimo (fluxograma) de produtos hortifrutícolas.

Manuseio pós-colheita

No fluxograma de processamento mínimo, entende-se como manuseio pós-colheita as etapas anteriores ao início do processo de transformação de um produto in natura para minimamente processado (área em destaque na Figura 2). O sucesso do manuseio pós-colheita requer a coordenação e a integração cuidadosa de todas as etapas, desde a colheita até o início do processamento, com especial atenção na qualidade da matéria prima e nas etapas de colheita, recepção e refrigeração.

Os padrões de qualidade estão associados à ausência de defeitos, injúrias mecânicas, desordens fisiológicas, doenças fitopatogênicas e perda d'água. É importante ressaltar que a perda de qualidade dos produtos hortifrutícolas (frutas, hortaliças, raízes e tubérculos) é cumulativa, pois cada incidente resultante de um manuseio inadequado na pós-colheita contribuirá de forma aditiva para a redução da qualidade da matéria prima, para o aumento das perdas durante o processamento (menor rendimento) e, conseqüentemente, para a qualidade inferior do produto minimamente processado.

A colheita deve ser realizada no ponto de maturidade ideal para o processamento, específico para cada produto. A maturidade corresponde ao estágio de desenvolvimento no qual o produto atinge os requisitos ou atributos para a colheita; designada como maturidade “comercial” ou “de colheita” (CHITARRA; CHITARRA, 2005). No entanto, segundo esses mesmos autores, “a maturidade ótima à colheita não é um ponto fixo no ciclo vital de uma planta ou de parte dela e varia de acordo com o critério utilizado para o seu estabelecimento”. A abobrinha ‘Caserta’, consumida completamente imatura, deve ser colhida, por exemplo, quando atinge um determinado tamanho, pois se colhida maior ou menor, independentemente do grau de maturação, perde ou tem o seu valor comercial reduzido. Por outro lado, o quiabo deve ser colhido no grau correto de maturação, independentemente do tamanho (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Para goiabas das variedades Kumagai e Pedro Sato, os estádios de maturação mais indicados ao processamento mínimo são os estádios definidos pela coloração da casca em verde-claro e verde-amarelado (PINTO et al.;

2010). No caso de goiabas, Azzolini et al. (2004) e Cavalini et al. (2006) concluíram que a coloração da casca é o melhor índice para indicar o estágio de maturação.

Assim, para o processamento mínimo, é importante caracterizar o momento da colheita (ponto de colheita) de acordo com o processamento e os produtos finais específicos para cada espécie vegetal, cultivar ou estrutura botânica. Uma revisão detalhada sobre maturidade, fisiológica e comercial, dos diferentes produtos hortifrutícolas pode ser encontrada em Chitarra e Chitarra (2005).

O processo de colheita requer o uso de técnicas apropriadas para cada tipo de produto, visando à manutenção da qualidade desse produto, bem como das suas características que os consumidores associam ao seu uso final. Numerosos avanços em tecnologia têm reduzido significativamente as perdas qualitativas e quantitativas dos hortifrutícolas na pós-colheita, sendo a redução das injúrias mecânicas e da perda d'água e o controle da temperatura os três fatores mais importantes de serem manejados adequadamente nessa etapa do processamento mínimo.

A colheita manual, a mais indicada e praticada pelos produtores, é realizada preferencialmente nas horas mais frescas do dia e, conseqüentemente, com menor temperatura do produto. Para o processamento imediato (logo após a colheita), essa prática tem se mostrado eficiente na redução dos processos metabólicos envolvidos na senescência. A atividade respiratória das folhas de couve minimamente processadas (Figura 3), depois de colhidas às 14 horas, na temperatura ambiente de 28°C, foi cerca de duas vezes maior àquela da couve colhida às 7 horas, com a temperatura de 13°C (CARNELOSSI, 2000). A alta temperatura às 14 horas poderia explicar, em parte, a maior atividade respiratória desse produto em relação ao mesmo produto minimamente processado depois de colhido às 7 horas. Segundo o autor, esse resultado mostra que a atividade respiratória da couve minimamente processada foi benéficamente afetada pelo horário de colheita das folhas, devido principalmente à temperatura mais baixa durante a colheita realizada no período da manhã.

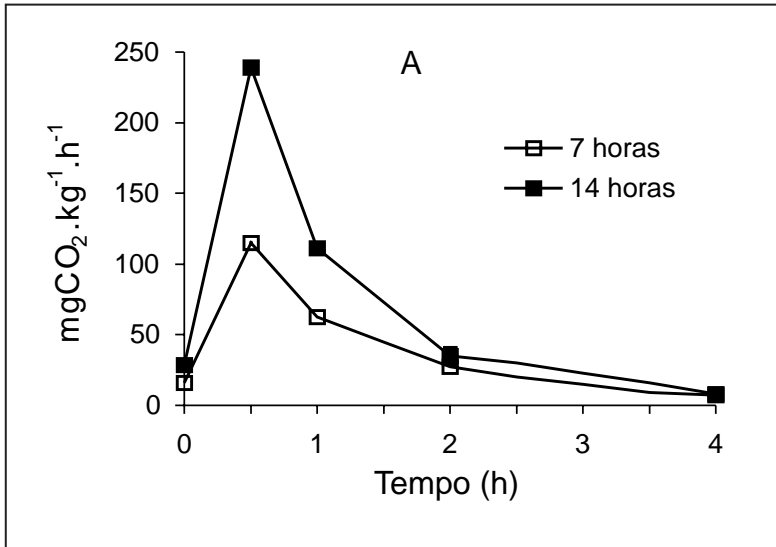


Figura 3. Atividade respiratória de folhas de couve minimamente processadas (22 ± 2 °C) depois de colhidas pela manhã (7:00h) ou no início da tarde (14:00h).

Fonte: Carnellosi, 2000.

No caso da unidade de processamento mínimo estar próxima ao campo de produção, o produto colhido nas horas mais frescas do dia, e com temperatura próxima de 10°C, pode ser levado diretamente da recepção para a área de processamento. Caso contrário, quando este processo ocorre distante da produção, algumas técnicas de manuseio pós-colheita são de extrema importância para a manutenção da qualidade e o sucesso do processamento. Esses produtos devem ser armazenados à sombra ou em locais cobertos, preferencialmente equipados com sistema de pulverização com água limpa, visando à redução da perda d'água e o posterior murchamento, que prejudica principalmente as etapas de descascamento e, ou, corte durante o processamento mínimo. Na ausência de um sistema de pulverização, é recomendável que os produtos sejam lavados ainda no campo, utilizando-se água limpa e corrente. Esse procedimento é útil também para se retirar o calor de campo, responsável por acelerar a perda d'água, a atividade respiratória e a produção de etileno.

Em ambos os casos, os produtos, depois de colhidos, devem ser acondicionados em caixas apropriadas, tomando-se o cuidado de não acondicionar, em cada caixa, quantidades superiores à capacidade de contenção da mesma, de modo a reduzir as injúrias mecânicas, durante as operações de empilhamento e transporte.

As operações envolvidas no transporte do campo para a área de processamento são as responsáveis por grande parte das injúrias mecânicas que depreciam a qualidade da matéria prima, resultando em maior perda e menor rendimento no processamento. Esse transporte deve ser feito o mais rápido possível e de forma cuidadosa, utilizando-se, preferencialmente, caminhões refrigerados ou cobertos com lonas térmicas.

A recepção, com base no fluxograma geral apresentado na Figura 2, é a primeira etapa do processamento mínimo, e se fundamenta nas práticas de quantificar, selecionar, caracterizar, qualificar, higienizar e de dar destino à matéria prima que chega à Unidade de Processamento.

A quantificação, que consiste na pesagem de toda a matéria prima, tem como finalidade gerar informações que permitam calcular o rendimento do processamento; mas pode ser utilizada para criar indicadores de acompanhamento como, por exemplo, a relação entre a quantidade total e a quantidade de matéria prima dentro dos padrões estabelecidos pela empresa processadora.

As etapas de recepção e quantificação (pesagem) são as etapas iniciais de qualquer fluxograma de processamento. Essas duas operações unitárias envolvidas em uma única etapa apresentam também aspectos gerenciais, pois permitem a seleção de fornecedores das matérias primas tendo em vista o atendimento das especificações definidas pela indústria; e a pesagem para o cálculo do pagamento aos fornecedores.

A seleção, para hortaliças, consiste no descarte dos materiais impróprios para o consumo e das partes não processáveis, tais como folhas velhas, talos, raízes e inflorescências deterioradas. Para frutas, a seleção baseia-

se principalmente no descarte de produtos danificados por injúria mecânica e, ou, impróprios para o processamento por estarem ainda imaturos (verdes) ou iniciando o estágio de senescência. Em goiaba 'Pedro Sato', por exemplo, a coloração da casca foi suficiente para definir o estágio de maturação ideal para o processamento mínimo. Mattiuz e Durigan (2007) realizaram testes com essas goiabas em diferentes estágios de maturação: frutos verdes (goiabas com casca de coloração verde-brilhante); frutos "de vez" (goiabas com casca de coloração verde-mate); ou frutos maduros (goiabas com casca de coloração amarelada).

Os autores verificaram que os frutos maduros apresentaram cor de polpa característica e ideal para o processamento; mas não são indicados porque apresentam a desvantagem de textura muito branda, cedendo facilmente à pressão do descascamento, além de baixa resistência ao armazenamento. Por outro lado, os frutos verdes não são recomendados por apresentarem textura da polpa com firmeza elevada, o que dificulta o descascamento. Assim, o estágio "de vez" foi indicado como o mais adequado para goiabas destinadas ao processamento mínimo.

Os dois problemas relativos à rigidez da textura, que dificulta o descascamento, e a coloração não adequada da polpa, que exige o descascamento mais profundo com retirada significativa do tecido superficial, podem ser resolvidos armazenando os frutos à temperatura ambiente ($22 \pm 1^\circ\text{C}$) por dois dias (MATTIUZ; DURIGAN, 2007). Segundo os autores, essa prática permitiu que a coloração da polpa evoluísse para próxima do ideal, com textura menos firme, devido à perda de turgidez superficial, facilitando o descascamento. Da mesma forma que Pinto et al. (2010), avaliando o ponto ideal de colheita para o processamento mínimo de goiabas 'Pedro Sato' e 'Kumagai' em forma de rodela (com casca e polpa), observaram que as goiabas colhidas e processadas nos estágios de maturação mais avançados apresentaram intensa perda de firmeza e escurecimento da polpa na região em que se encontram as sementes, características comuns de senescência.

Porém, foram os tratamentos que receberam as maiores notas na análise sensorial de aparência. Já as goiabas do estágio verde obtiveram notas

abaixo do limite de aceitabilidade durante as avaliações. Portanto, os estádios verde-claro e verde-amarelado são indicados ao processamento mínimo de goiabas, havendo necessidade de associar técnicas de controle da senescência visando aumentar a sua vida útil.

Para kiwis, o amaciamento da polpa é o fator limitante para o processamento mínimo, razão pela qual Vilas-Boas (2007) recomenda o processamento quando os frutos apresentarem firmeza entre 3,5 a 5,0 lbf (força de penetração com sonda de 8 mm de diâmetro). Para o autor, kiwis processados com firmeza inferior terão vida útil mais curta, embora com características sensoriais mais agradáveis ao consumidor.

A classificação e a qualificação são etapas concomitantes, pois refletem a preocupação com a homogeneidade da matéria prima e a sua qualidade. Todos os produtos devem ser classificados de acordo com as suas características de forma, tamanho e peso, para facilitar o manuseio durante o processamento mínimo. É de fundamental importância a adequação dos produtos ao processamento; mas, sobretudo eles devem ser selecionados, classificados e qualificados de forma a minimizar a contaminação da área de processamento, por microrganismos patogênicos e por pragas. Em determinados produtos, como alface e acelga, deve-se tomar o cuidado para que os conteúdos de nitrato não excedam os limites máximos permitidos pela legislação.

A qualidade compreende as propriedades sensoriais (aparência, textura, sabor e aroma), o valor nutricional, os compostos químicos, as propriedades mecânicas, as características funcionais e os defeitos (CHITARRA; CHITARRA, 2006). A importância relativa de cada atributo de qualidade muda, dependendo do processamento e do produto final. Além desse fato, um único atributo pode tornar o produto impróprio para o processamento, como por exemplo, a textura inadequada, a despeito do mérito ou valor adequado dos demais atributos. Para tanto, é recomendável que as empresas disponham de um laboratório adequado à realização dessas análises, em amostras tomadas aleatoriamente na recepção da matéria prima.

A higienização compreende as etapas de lavagem e de sanitização de todos os produtos que serão submetidos ao processamento. Para frutas, a lavagem é realizada com jatos de água corrente. Recomenda-se este procedimento principalmente para goiabas e melões cantaloupe, já que não passam pela lavagem com detergentes (ANDRADE et al., 2007). A lavagem com detergente neutro diluído a 2% durante três minutos é recomendada para frutas como abacaxi, carambola, mamão, manga, melancia e melão, exceto os melões *cantaloupensis* (ANDRADE et al.; 2007). Para hortaliças, a lavagem deve ser realizada em duas etapas: lavagem com água corrente e, posterior, imersão em solução com detergente apropriado para alimentos.

A concentração de detergente a ser utilizada varia de acordo com a hortaliça e com a recomendação do fabricante, por isso, torna-se necessário consultar o seu fornecedor ou, preferencialmente, um técnico para estabelecer qual a dose recomendada. Nos tanques, os produtos devem ficar completamente imersos e a solução (água + detergente) trocada pelo menos de quatro a seis vezes ao dia. Após a lavagem, as hortaliças devem ser enxaguadas até a remoção completa do detergente. Essa etapa deverá ocorrer fora da área de processamento, em local coberto e limpo. Após esse processo, o produto deve ser transferido para a área de processamento em caixas limpas e higienizadas e específicas para esse fim, não aquelas que vieram do campo.

A sanitização superficial da matéria prima tem como objetivo minimizar a contaminação da área de processamento, visando oferecer inocuidade sanitária, refletida como garantia de uma população microbiana nos produtos minimamente processados dentro dos limites aceitáveis para o consumo humano. As superfícies dos produtos hortifrutícolas carregam uma população de 10^4 a 10^6 UFC g^{-1} (Unidades Formadoras de Colônia por grama) de microrganismos patogênicos (UKUKU; FETT, 2002; ALZAMORA et al., 2000), tais como *Salmonella* sp, *Listeria monocytogenes* e a estirpe 0157:H7 da *Escherichia coli* (BRACKETT, 1999). Existem relatos de toxinfecções alimentares associadas a vegetais minimamente processados; sendo que na maioria desses casos, a causa foi o inadequado processo de lavagem e sanitização superficial

desses produtos, resultando na contaminação da parte comestível durante o processo de corte (UKUKU; SAPERS, 2001). A redução do risco microbiológico, proveniente do consumo de produtos contaminados deve passar por tratamentos sanitizantes que reduzam ou – na melhor das hipóteses – eliminem essa contaminação superficial (YAUN et al., 2004). Os resultados desses tratamentos estão associados à eficácia das substâncias químicas utilizadas para reduzir a carga microbiana da parte externa (superfície) dos hortifrutícolas, denominadas sanitizantes, sendo que as mais recomendadas são a base cloro. A *Food and Drug Administration* (2002), em seu regulamento 21 C.F.R. 173.315, aprova o hipoclorito de sódio, dióxido de cloro, peróxido de hidrogênio, ácido peracético e ozônio como sanitizantes para os produtos hortifrutícolas minimamente processados. As vantagens e desvantagens desses produtos, bem como as alternativas de controle, serão discutidas adiante no tópico sobre Gestão da Qualidade.

A concentração e o tempo de imersão do produto na solução clorada dependem das características superficiais específicas de cada produto e da intensidade de remoção desejada dos microrganismos, embora a Associação Internacional de Produtores de Minimamente Processados sugira a concentração de 200 mg L^{-1} de cloro ativo com tempo de imersão a ser definido pelo processador (INTERNATIONAL..., 2001). A solução de sanitização deve estar na temperatura de $15 \text{ }^\circ\text{C}$ e com pH ajustado em 6,5 para aumentar a eficiência do cloro. Para a sanitização de abacaxi, carambola, mamão, manga e melão, exceto os tipos cantaloupensis, se recomenda a concentração de 200 mg L^{-1} por cinco minutos (BASTOS et al., 2000). Para melões cantaloupes, a recomendação é de 1000 mg L^{-1} por 10 minutos (ANDRADE et al., 2007), devido principalmente à estrutura rendilhada da casca. As hortaliças de folhas devem ser sanitizadas, por imersão em solução clorada contendo de 50 a 200 mg L^{-1} de cloro residual total, por um período de dez minutos. No entanto, concentrações elevadas de cloro, geralmente, estão relacionadas como causa de descoloração das folhas. Concentrações elevadas de cloro promoveram diminuição na contagem padrão de microrganismos em agrião fresco; porém, acarretou a perda significativa de qualidade, quando o agrião foi tratado com 300 mg L^{-1} ou mais de cloro (PARK; LEE, 1995).

Depois dessas etapas, os produtos selecionados e classificados devem ser refrigerados, para a remoção do calor de campo e, também, do calor vital, proveniente da atividade respiratória, visando ao abaixamento da temperatura do produto, bem como a redução do seu metabolismo antes do processamento mínimo. O resfriamento pode ser realizado em menos de trinta minutos a mais de um dia, de acordo com o método (princípio) utilizado, sendo a água gelada e a refrigeração em câmaras frias os métodos mais utilizados comercialmente. Folhas de repolho minimamente processadas, após o resfriamento rápido a $5 \pm 1^\circ\text{C}$, por 24 horas, apresentaram taxas respiratórias significativamente menores do que aquelas processadas logo após a colheita (SILVA, 2000). Para alface, o resfriamento rápido ocorre simultaneamente com a lavagem, mediante a imersão, por quinze minutos, em água refrigerada a 5°C . Para a maioria das frutas, tais como abacaxi (SOUZA; DURIGAN, 2007a); carambola (TEIXEIRA, 2007); mamão (SOUZA; DURIGAN, 2007b); manga (DONADON et al., 2007), goiabas destinadas ao processamento em rodela (PINTO et al., 2010) e frutas cítricas (JACOMINO; ARRUDA, 2007), se recomenda o resfriamento em câmaras frias na faixa de temperatura entre 5 e 10°C , por doze a 12 horas. Para goiabas que serão descascadas e despolpadas se recomenda a temperatura de $21 \pm 1^\circ\text{C}$, por 48 horas (MATTIUZ; DURIGAN, 2007) e para kiwi e maçã, temperatura próxima de 0°C , por 24 horas (VILAS-BOAS; 2007; TOINOVEN; 2007).

O processo de transformação de um produto in natura para minimamente processado (Figura 2) inclui as etapas de descascamento e, ou, corte; sanitização, enxágue, drenagem ou centrifugação, seleção final e acondicionamento.

Descascamento e, ou, corte

O corte, em certos produtos tais como frutas, raízes e tubérculos, deve ser precedido pela retirada das cascas. Esse processo é realizado, preferencialmente, com o auxílio de descascadores manuais, embora existam equipamentos industriais; mas esses equipamentos devem ser avaliados em função do dano mecânico, que em geral favorece a entrada de microrganismos deterioradores e patogênicos, além de acelerar a senescência e a perda de qualidade visual do produto final. No entanto,

para batata e cenoura se pode utilizar o descascamento por abrasão, utilizando-se de um equipamento tradicional das cozinhas industriais.

O tipo de corte dependerá do produto a ser processado e do mercado a que se destina. As frutas são comercializadas, geralmente, nas formas de cubos, fatias ou rodela; mas podem ser em metades, quando cortadas ao meio, como acontece com a goiaba. As hortaliças apresentam uma gama maior de diferentes tipos de corte. As alfaces, por exemplo, podem ser comercializadas em folhas inteiras ou fatiadas manualmente em formas regulares ou irregulares. A acelga, a couve e o repolho são comercializados fatiados, com as fatias apresentando aproximadamente um milímetro de espessura. A vagem deve ser picada, manualmente ou em um cortador manual, em pedaços de 20 mm. Os floretes de brócolis e da couve-flor são separados, com o auxílio de cortadores manuais curvos adaptados. As raízes, como a cenoura e a beterraba, e os tubérculos, como a batata, são preparadas em fatias (3 a 4 mm de espessura), rodela (1 a 3 mm de espessura), cubos ($\pm 10 \text{ mm}^2$ de aresta), palitos (3 mm de aresta por 3 a 5 cm de comprimento) ou raladas. As raízes tuberosas, como a mandioca, ou macaxeira no Nordeste, são cortadas em pedaços maiores, por meio de um equipamento simples, que contém um utensílio de corte e um anteparo regulável para padronizar o tamanho dos toletes cortados.

Existem, também, no mercado alguns tipos especiais de produtos, que para serem produzidos necessitam de tecnologia especialmente desenvolvida ou adaptada. As mini cenouras, desenvolvidas para o público nacional consumidor das tradicionais “baby carrots” americana, são inicialmente cortadas de acordo com o produto final desejado – Cenourete® ou Catetinho® – e, posteriormente, descascadas e torneadas, separadas por tipo de corte, em equipamento especial (Figura 4) desenvolvido pela Embrapa Hortaliças (LANA et al.; 2001).

Sanitização e enxágue

As hortaliças de folhas, após o corte, devem ser lavadas e enxaguadas (enxágue 1) em água fria (4° C) e circulante para o resfriamento do produto e a retirada do exsudado (suco) celular, resultante do corte. Em seguida,

Foto: Celso Luiz Moretti



Figura 4. Equipamento desenvolvido pela Embrapa Hortaliças para o descascamento e o torneamento das mini cenouras brasileiras, denominadas comercialmente de Cenourete® e de Catetinho®.

devem ser sanitizadas por meio de imersão em água gelada e clorada ($150\text{-}200\text{ mg L}^{-1}$ de cloro residual total), por um período de cinco a 10 minutos e, posteriormente, imersa novamente em água gelada e clorada (3 mg L^{-1} de cloro residual total) por mais 5 minutos (enxágue 2) para a retirada do excesso de cloro (SILVA et al.; 2003).

Para minibatata, recomenda-se a imersão em solução clorada, 150 mg L^{-1} de cloro livre, na temperatura de 5°C , por dez minutos (PINELLI et al., 2005). Para abóbora (*Curcubita moschata* Duch. cv. Canhão), 10 mg L^{-1} , por três minutos (SASAKI; 2005). A sanitização da cenoura minimamente processada é realizada em função do corte: cenouras em rodelas, cubos ou palito recomenda-se utilizar 200 mg L^{-1} por 10 minutos a 5°C ; e para cenouras raladas, 150 mg L^{-1} pelo mesmo tempo e à mesma temperatura (SILVA, 2003). Esses produtos, após a sanitização, devem passar por um enxágue, por meio da imersão em solução clorada contendo 3 mg L^{-1} de cloro livre, à temperatura de 5°C , por dez minutos.

As frutas, após cortadas, passam por uma sanitização mais suave, que alguns autores definem apenas como um enxágue, pois as frutas minimamente processadas são imersas em soluções cloradas, em concentrações de cloro residual total variando de 5 a 10 mg L⁻¹, de acordo com o produto. Para abacaxi e mamão são recomendados 20 mg L⁻¹ por dois minutos (SARZI, 2002); manga, 5 mg L⁻¹ por dois a três minutos (DONADON et al., 2007); melão, 5 a 10 mg L⁻¹ por um minuto (BASTOS et al., 2000); goiaba, 20 mg L⁻¹ por dois minutos (MATTIUZ et al., 2003); carambola, 10 mg L⁻¹ por dois minutos (TEIXEIRA et al., 2001).

Drenagem ou centrifugação

Estas operações visam retirar o excesso de água presente no produto em decorrência das etapas de sanitização e enxágue, bem como os resíduos de exsudados celulares remanescentes do corte, que são um excelente meio para o crescimento de microrganismos deterioradores ou patogênicos.

Para frutas, imediatamente após a sanitização, faz-se a drenagem, com o auxílio de estruturas físicas que permitam acelerar a perda d'água, podendo ser constituídas de peneiras ou de telas em aço inoxidável. O tempo ideal para a drenagem de frutas minimamente processadas, como abacaxi, carambola, goiaba, manga, mamão é melão é de um a três minutos, dependendo do déficit de pressão de vapor d'água entre a superfície do produto e o ambiente adjacente. Esse déficit pode ser maior (perda d'água mais rápida) ou menor em função da estrutura do produto, da diferença de temperatura entre o produto e o ambiente e da umidade relativa do ambiente. Em alguns casos, se o ambiente de processamento estiver refrigerado (10 a 15 °C), podem-se utilizar ventiladores ou exaustores para acelerar a perda d'água.

A centrifugação é realizada somente para hortaliças, em centrífugas industriais (Figura 5), por um período de 3 a 10 minutos, dependendo do produto, do equipamento e do grau de ressecamento que eles apresentam quando centrifugados. Para tubérculos e raízes, o tempo de centrifugação, nos meses mais chuvosos, deve ser aumentado para a melhor retirada de água, que se acumula mais nessas estruturas nesses períodos. Hortaliças

com cortes muito finos, como couve e repolho, podem ser centrifugadas em sacos de náilon (Figura 5), o que facilita as operações de carga e de descarga do equipamento, bem como a sua limpeza após cada uso. Essa limpeza, com a retirada de restos de material vegetal da centrífuga, tem como finalidade reduzir os riscos de que o produto centrifugado anteriormente seja adicionado ao produto centrifugado a seguir; como por exemplo, reduzir as possibilidades que fatias de acelga centrifugadas anteriormente sejam adicionadas à couve que será centrifugada na mesma centrífuga, logo em seguida. Outra vantagem relacionada ao uso desses sacos de náilon é o menor contato manual com o produto após a sanitização, reduzindo as possibilidades de contaminação por microrganismos patogênicos.

Foto: Ebenézer de Oliveira Silva



Figura 5. Centrífuga industrial utilizada no processamento mínimo de hortaliças; mostrando também os sacos de náilon utilizados para conter as hortaliças minimamente processadas durante a centrifugação, visando facilitar as operações de carga e descarga do equipamento, bem a limpeza do mesmo após o uso.

Na prática, a remoção do excesso de água pode ser comprovada pela diferença de peso do produto antes e após a sanitização, conforme a metodologia proposta por SILVA et al. (2002), para repolho minimamente processado; mas pode ser aplicada na definição de tempo de centrifugação para outras espécies.

Para tanto, os autores acondicionaram, logo após o corte, 1.500 g de repolho minimamente processado em sacos de náilon, conforme Figura 5. As amostras foram então sanitizadas, enxaguadas e, posteriormente, centrifugadas a 800 g, por 4, 6, 8, 10, 12 e 14 minutos. Antes e após as etapas de sanitização, enxágue e centrifugação foram determinadas as massas frescas das amostras.

Considerando os diferentes tempos de centrifugação, observou-se que o tempo de 10 minutos foi suficiente para retirar todo o excesso de água proveniente das etapas de sanitização e enxágue (Figura 6), ou seja, a massa fresca do produto, logo após a centrifugação por 10 minutos, foi próxima da mesma obtida após o corte. Observa-se que a centrifugação, por períodos de tempo inferiores aos 10 minutos, não foi suficiente para retirar o excesso de água do produto, enquanto que os tempos superiores provocaram uma leve desidratação dos tecidos (Figura 6).

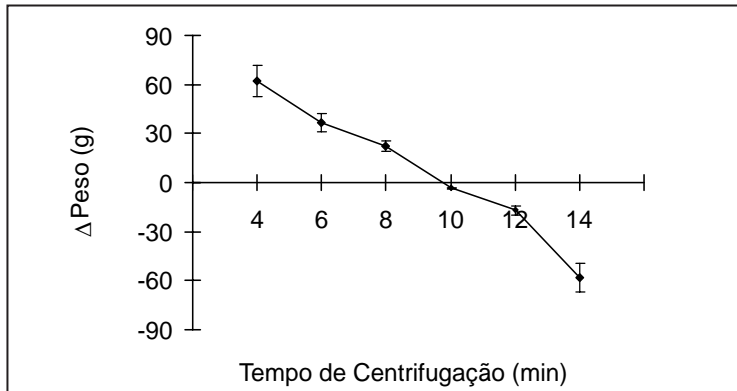


Figura 6. Variação de massa fresca (Δ peso, g) de repolho minimamente processado centrifugado por diferentes tempos. (Δ peso = MF do produto centrifugado – MF do produto após o corte).

Seleção final

A seleção final aplica-se somente às hortaliças. As hortaliças folhosas (alface, repolho e acelga) e as inflorescências (brócolis e couve-flor), após a centrifugação e antes de serem embaladas, devem passar por uma nova seleção, quando serão retirados os pedaços de folhas com defeitos e as impurezas resultantes do processamento, e aquelas que não foram eliminadas no processo de pré-seleção. Nessa etapa, por se tratar de um produto já sanitizado, é muito importante que todos os equipamentos utilizados estejam também limpos e sanitizados (SILVA et al., 2003).

Acondicionamento

Finalizando o Processo de Transformação (Figura 2), os produtos, agora descascados e cortados, ou seja, minimamente processados, devem ser acondicionados em embalagens específicas capazes de oferecer ao produto as condições necessárias à sua conservação, por um período de tempo suficiente para o armazenamento, distribuição, comercialização e consumo.

No entanto, após o processamento mínimo, inúmeras reações bioquímicas e fisiológicas tornam-se mais ativas nos tecidos cortados, principalmente nos tecidos adjacentes ao corte. Aumentos na atividade respiratória têm sido relatados por diversos autores para melão (DURIGAN; SARGENT, 1999), abacaxi (SARZI et al., 2001a), mamão (SARZI et al., 2001b), goiaba (MATTIUZ et al., 2001), cebola (CASSARO, 1999) e batata (ROLLE; CHISM, 1987). Aumentos na produção de etileno também têm sido relatados, principalmente para frutas climatéricas, como melão Cantaloupe (ABELES et al., 1992; DURIGAN; SARGENT, 1999), tomate (BRECHT, 1995), banana, kiwi (ABE; WATADA, 1991) e abobrinha (ABELES et al., 1992).

Este aumento na atividade metabólica nos vegetais minimamente processados promove rápidas reações químicas e bioquímicas, responsáveis por modificações na qualidade sensorial (coloração, sabor, aroma e textura) e nutricional dos produtos, com redução de sua vida útil e da segurança no seu uso como alimento (CANTWELL, 1992; LUENGO; LANA, 1997; CHITARRA, 1999). Em condições não controladas de armazenamento, essas mudanças podem acelerar o processo de

senescência. Dentre os vários fatores que contribuem para que a taxa dessa ascensão metabólica seja mais ou menos rápida, destacam-se a temperatura e a composição da atmosfera na qual o produto é acondicionado. Desta forma, os materiais de embalagem devem possuir permeabilidade seletiva aos gases, permitindo que alterações desejáveis ocorram na composição gasosa da atmosfera interna – oxigênio (O_2), gás carbônico (CO_2), etileno (C_2H_4) e vapor d'água – sendo, geralmente, utilizadas para formar sistemas de embalagens com atmosfera modificada, que pode ser criada de forma passiva ou ativa.

No primeiro caso, a atmosfera é modificada passivamente pela atividade respiratória do produto acondicionado, ocorrendo aumento na pressão parcial de CO_2 e redução de O_2 , no interior da embalagem, até que seja atingida a atmosfera de equilíbrio. Na atmosfera de equilíbrio, o CO_2 produzido pela respiração é permeado para o ambiente, ao mesmo passo que o oxigênio do ambiente é permeado para o interior da embalagem para compensar o consumido na respiração. No caso da atmosfera modificada ativa, uma mistura gasosa, com concentrações definidas de O_2 e CO_2 , é injetada no interior da embalagem, de tal forma que a atmosfera de equilíbrio seja atingida rapidamente. No entanto, as concentrações no equilíbrio serão mantidas pela atividade respiratória do produto e pela permeação da embalagem aos gases.

Nesses dois casos, a atmosfera de equilíbrio será mantida com a mesma concentração dinâmica dos gases O_2 e CO_2 no interior da embalagem; o que modifica é o tempo necessário para que esse equilíbrio dinâmico se estabeleça. Veja o gráfico comparativo na Figura 7.

Na atmosfera modificada passiva ou ativa, a redução na pressão parcial de O_2 reduz o metabolismo respiratório (WILLS et al., 1998) e a produção do etileno (ABELES et al., 1992; YANG; HOFFMAN, 1984). Por outro lado, o CO_2 acumulado no interior das embalagens atua como inibidor da própria respiração (WILLS et al., 1998) e também da ação do etileno (ABELES et al., 1992; YANG; HOFFMAN, 1984). Assim, tem-se, simultaneamente, o efeito da redução da atividade respiratória e da produção de etileno aliada à menor ação desse hormônio, fazendo com que os produtos tenham

o seu período de comercialização ampliado, consideravelmente, sem a perda acelerada da qualidade (SALTVEIT, 1999). A atmosfera criada dentro das embalagens pode ser transportada facilmente junto com o produto, tomando-se os cuidados para que o aumento na concentração de CO_2 não atinja concentrações indesejáveis, nem a redução da concentração de O_2 facilite a respiração anaeróbia.

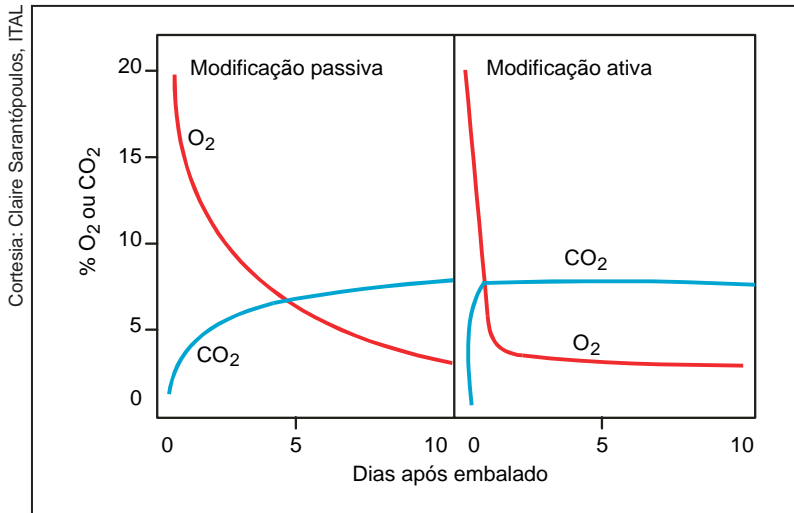


Figura 7. Tempo necessário para atingir o equilíbrio dinâmico na concentração interna dos gases O_2 e CO_2 em sistemas de atmosfera modificada passiva e ativa.

Na atmosfera modificada passiva ou ativa, a redução na pressão parcial de O_2 reduz o metabolismo respiratório (WILLS et al., 1998) e a produção do etileno (ABELES et al., 1992; YANG; HOFFMAN, 1984). Por outro lado, o CO_2 acumulado no interior das embalagens atua como inibidor da própria respiração (WILLS et al., 1998) e também da ação do etileno (ABELES et al., 1992; YANG; HOFFMAN, 1984). Assim, tem-se, simultaneamente, o efeito da redução da atividade respiratória e da produção de etileno aliada à menor ação desse hormônio, fazendo com que os produtos tenham o seu período de comercialização ampliado, consideravelmente, sem a perda acelerada da qualidade (SALTVEIT, 1999). A atmosfera criada dentro

das embalagens pode ser transportada facilmente junto com o produto, tomando-se os cuidados para que o aumento na concentração de CO₂ não atinja concentrações indesejáveis, nem a redução da concentração de O₂ facilite a respiração anaeróbia.

Atmosferas de 5% a 15% de CO₂ e de 2% a 8% de O₂ têm demonstrado ser bastante efetivas e com potencial para manter a qualidade dos produtos minimamente processados, porém, para cada vegetal existe uma atmosfera específica que maximiza sua durabilidade (CANTWELL, 1992).

Couve minimamente processada e acondicionada em filmes plásticos, nos sistemas de atmosfera modificada passiva e ativa (0% O₂ + 5% CO₂), manteve os teores de vitamina C e a boa aceitação pelos consumidores, quando armazenadas por 12 dias a 10 °C e por 20 dias a 5 °C (TELES, 2001).

Em melões Cantaloupe minimamente processados, a injeção de 4% de O₂ + 10% de CO₂ foi mais eficiente que a modificação passiva da atmosfera em reter a coloração e reduzir a atividade respiratória (BAI et al.; 2001). Nesse mesmo produto, armazenado a 3° C, a injeção de 5% de O₂ + 20% de CO₂ foi eficiente no controle de microrganismos; sob estas condições o produto apresentou vida útil de 12 dias, enquanto que sem atmosfera modificada ativa, a vida útil foi de apenas seis dias (ARRUDA et al., 2004).

Em abacaxi (*Ananas comusus*) minimamente processado e armazenado a 5° C, a atmosfera modificada ativa (2% O₂ + 10% CO₂ e 5% O₂ + 5% CO₂), com filme plástico laminado de polietileno mais polipropileno proporcionou maior firmeza da polpa (PRADO et al., 2003). No entanto, segundo os autores, essas composições gasosas promoveram o escurecimento dos tecidos de abacaxi, estimulando a atividade da enzima polifenoloxidase.

Segundo KADER (1995), os vegetais minimamente processados têm tolerância variável à baixa concentração de O₂ e à alta concentração de CO₂, pois pressões parciais muito baixas de O₂ e, ou, muito altas de CO₂ podem causar danos fisiológicos nos produtos, como a respiração anaeróbia. A alface, por exemplo, é muito sensível a danos causados por exposição a altos teores de CO₂ (KE; SALTVEIT; 1989). Contudo, na literatura existe controvérsia sobre os níveis de CO₂ e O₂ causadores

de danos. CAMERON et al. (1995) afirmam que concentrações de CO_2 superiores a 2% podem levar ao escurecimento de nervuras na alface. Por outro lado, BALLANTYNE et al. (1988) não constataram alterações de cor em alface durante 19 a 20 dias de acondicionamento em embalagem com concentração de CO_2 superior a 10%. Pirovani et al. (1998) observaram que a qualidade visual da alface foi melhor quando estas foram acondicionadas em filme de polipropileno e armazenadas a 4° C. As concentrações de O_2 e CO_2 atingidas no oitavo dia foram 1,5% O_2 e 12% CO_2 , enquanto nas demais embalagens testadas, as concentrações de O_2 e CO_2 se situaram entre 17% de O_2 e 2% de CO_2 .

Na definição de embalagens com modificação de atmosfera, os seguintes aspectos devem ser levados em consideração: atividade respiratória do produto, temperatura de armazenamento, permeabilidade do filme aos gases, superfície e espessura do filme e massa do produto a ser acondicionado. Nesse sentido, é importante ressaltar que tanto a atividade respiratória quanto a permeabilidade do filme são sensíveis às variações de temperatura e respondem a essas variações de forma diferente. Espera-se, então, que o sistema (embalagem + produto) sob atmosfera modificada mantenha a atmosfera de equilíbrio desejada somente dentro de uma faixa de temperatura (ZAGORY, 2000).

As concentrações de O_2 e CO_2 ideais para o acondicionamento em sistemas de atmosfera modificada para diversas frutas e hortaliças minimamente processadas foram adaptadas de Gorny (2001) e estão apresentadas na Tabela 1.

Outro sistema de modificação ativa da atmosfera consiste na criação de um vácuo parcial no interior das embalagens, recomendado principalmente para raízes e tubérculos, tais como cenoura, mandioca etc. (Figura 8). Igualmente aos sistemas de modificação passiva ou ativa, no sistema de modificação a vácuo, o balanço interno de gases na atmosfera de equilíbrio será determinado pela atividade respiratória do produto e pela permeação aos gases do filme utilizado. No entanto, nesse sistema, o filme utilizado deve apresentar baixas taxas de permeabilidade aos gases, como por exemplo, os filmes desenvolvidos em náilon multicamadas (DURIGAN et al., 2007).

Tabela 1. Recomendação de pressões parciais de O₂ e CO₂ para o acondicionamento em sistemas de atmosfera modificada para produtos minimamente processados e armazenados em temperatura entre 0 e 5°C (Adaptado de Gorny, 2001)

Produto	Atmosfera (%)		Eficácia
	O ₂	CO ₂	
Abóbora (cubos)	2	15	Moderada
Alface Iceberg (picada)	1 – 3	10 -15	Boa
Alface Romana (picada)	1 – 3	5 -10	Boa
Alho Poro (fatiado)	5	5	Moderada
Batata (fatiada ou inteira descascada)	1 – 3	6 – 9	Boa
Beterraba (ralada, cubos ou descascada)	5	5	Moderada
Brócolis (floretes)	2 – 3	6 – 7	Boa
Cebola (fatiada ou cubos)	2 – 5	10 – 15	Boa
Cenoura (ralada, palito ou fatiada)	3	15 – 20	Boa
Kiwi (fatiado)	2 – 4	5 – 10	Boa
Laranja (fatiada)	14 – 21	7 – 10	Moderada
Maçã (fatiada)	< 1	4 – 12	Moderada
Manga (cubos)	2 – 4	10	Boa
Melancia (cubos)	3 – 5	10	Boa
Melão Cantaloupe (cubos)	3 – 5	6 – 15	Boa
Morango (fatiado)	1 – 2	5 – 10	Boa
Pera (fatiada)	1	< 10	Baixa
Repolho (picado)	5 – 8	15	Boa
Tomate (fatiado)	3	3	Moderada

A maioria das alfaces comercializadas na forma de folhas inteiras, quando acondicionadas em filmes plásticos flexíveis, sofre dano mecânico por amassamento, durante as etapas de armazenamento, distribuição e comercialização. Esse dano deprecia a qualidade visual e sensorial da alface, por causar o escurecimento ao redor das nervuras foliares e, também, por alterar o sabor característico em consequência da maior concentração de compostos fenólicos. Como medida preventiva, recomenda-se a injeção de ar atmosférico no interior da embalagem,

Foto: Vânia Silva



Foto: Ebenézer O. Silva

Figura 8. Cenoura e mandioca minimamente processadas e acondicionadas sob sistema de atmosfera modifica por vácuo parcial.

criando uma “almofada de ar” (Figura 9) capaz de reduzir o dano por amassamento. Se o referido produto for acondicionado em sistema de atmosfera modificada ativa, deve-se utilizar a mistura gasosa tecnicamente recomendada, tomando-se o cuidado de aplicar a mistura com uma pressão parcial acima daquela normalmente recomendada para os outros produtos.

Figura 9. Alface americana minimamente processada em folhas inteiras e acondicionada em filmes plásticos flexíveis com injeção de ar atmosférico, visando à redução dos danos mecânicos por amassamento, durante as operações de armazenamento, distribuição e comercialização.



Foto: Ebenézer de Oliveira Silva

Quanto aos tipos de embalagens existentes, os produtos minimamente processados podem ser acondicionados em embalagens flexíveis (sacos plásticos) ou rígidas, com tampas do mesmo material e que se encaixam perfeitamente ou recobertas com filme plástico esticável, como por exemplo, o policloreto de vinila (PVC). Os filmes atualmente indicados são: polietileno com diferentes densidades, copolímero de etileno e acetato de vinila (EVA), poliestireno (PS), filmes poliolefinicos, polipropileno biorientado (BOPP), filmes coextrusados à base de polietileno e poliamida e filmes microperfurados (inclusive com laser) (SARANTÓPOULOS et al., 2001; 2002). Dentre as embalagens rígidas destacam-se as de poliestireno (PS) e as de polietileno tereftalato (PET) (JACOMINO; ARRUDA, 2004).

De maneira geral, as embalagens devem possuir boa resistência à perfuração e à tensão, selabilidade térmica em baixas temperaturas, facilidade de impressão de marcas e rótulos. Além disso, as embalagens devem proporcionar outros efeitos positivos, tais como a redução da área de danos mecânicos, pois se evita o contato entre o produto e o material da caixa de transporte; redução da contaminação do produto durante o armazenamento, distribuição e comercialização; possibilidade de não exposição à luz, quando necessário para certos produtos; manutenção de alta umidade relativa e redução da perda de água; barreira à transmissão de doenças de uma unidade para outra; possibilidade de impregnação de compostos inibidores da síntese e da ação do etileno e absorvedores de CO_2 , O_2 e etileno (Figura 10).

O produto acondicionado deve ser imediatamente etiquetado e armazenado. Nessa etapa pode-se fazer também a separação dos produtos de acordo com o sistema (rede) de distribuição, colocando-os em caixas destinadas a cada local. Agindo dessa forma, a distribuição é facilitada e evita-se que as embalagens sejam manuseadas diversas vezes, o que danifica o produto e diminui sua vida útil.

O produto acondicionado deve ser imediatamente etiquetado e armazenado. Nessa etapa pode-se fazer também a separação dos produtos de acordo com o sistema (rede) de distribuição, colocando-os

em caixas destinadas a cada local. Agindo dessa forma, a distribuição é facilitada e evita-se que as embalagens sejam manuseadas diversas vezes, o que danifica o produto e diminui sua vida útil.



Foto: Ebenézer de Oliveira Silva

Figura 10. Couve minimamente processada e acondicionada em sistema de embalagem com bandeja de poliestireno expandido recoberta com filme de PVC, contendo, no seu interior, um absorvedor de CO₂.

Armazenamento

O armazenamento do produto final – pronto para ser comercializado – é feito em câmaras frias, com temperatura em torno de 5° C e umidade relativa alta (entre 80% e 90%) até a sua distribuição. A cadeia de frio, iniciada no processamento, deve ser mantida durante toda a vida útil do produto minimamente processado, ou seja, para a sua distribuição se utilizam veículos refrigerados e, na comercialização, gôndolas também refrigeradas. Recomenda-se a utilização de câmaras frias simples e de fácil instalação, com o intuito de reduzir o investimento inicial necessário.

Essa câmara deve possuir um volume interno dimensionado de acordo com a necessidade de armazenar toda a produção conforme a logística de distribuição. Outro aspecto importante é o seu relativo isolamento da área de transformação, pois a mesma deve possuir duas portas; uma para o carregamento, voltada para dentro da área de transformação, e outra voltada para a área de expedição, sendo que ambas nunca devem estar abertas ao mesmo tempo, reduzindo assim as possibilidades de contaminação e o aquecimento da área de processamento. Esse procedimento deve estar associado às boas práticas de limpeza e de higienização periódica das câmaras frias, tanto de resfriamento rápido quanto de armazenamento.

Distribuição

A distribuição do produto deverá ser refrigerada (em torno de 5°C), sendo os produtos acondicionados em embalagens primárias e secundárias.

Para os produtos minimamente processados, existem duas categorias de embalagens que são normalmente utilizadas: embalagem para o consumidor final (usualmente denominada de embalagem primária) e a embalagem de expedição (contendo várias embalagens primárias), denominada de embalagem secundária.

As embalagens de expedição são utilizadas para facilitar o manuseio mecânico eficiente, por meio de carga paletizada, de várias embalagens unitárias, sendo geralmente utilizadas para agregar os pedidos de um cliente ou embalagens unitárias de um mesmo produto, ou seja, são desenvolvidas para conterem, durante o armazenamento e a distribuição, uma quantidade fixa de embalagens unitárias de um determinado cliente ou produto minimamente processado.

O processamento descrito (Fluxograma), desde o corte até a distribuição e, principalmente, a logística de distribuição, deverá ser específico para os produtos destinados para a venda no varejo ou institucional.

No mercado varejista, é necessária uma adequada logística de distribuição, uma vez que os pontos de venda são dispersos e a quantidade comercializada é pequena em cada local. É necessário

também que o produto apresente vida útil suficiente para permitir a comercialização até chegar ao consumidor final. Embora seja exigente quanto à regularidade de fornecimento, qualidade e preço, o mercado institucional apresenta inúmeras vantagens, tais como a logística de distribuição facilitada por consumirem quantidades grandes de produto; normalmente exigem menor variedade; os custos com embalagem são reduzidos por permitir embalagens maiores e sem necessidade de apelo visual; o tempo entre o preparo e o consumo é curto – muitas vezes o produto é consumido no mesmo dia do processamento – minimizando a necessidade de técnicas de conservação (JACOMINO et al., 2009).

Tipos de Mercado: Varejista e Institucional

Conforme mencionado acima, existem dois grandes mercados onde os produtos hortifrutícolas minimamente processados podem ser comercializados: o mercado de varejo e o mercado institucional.

Mercado varejista

O varejo abrange redes de supermercado, lojas de conveniência, quitandas, sacolões etc. (JACOMINO et al., 2009). Para este mercado os vegetais minimamente processados devem ser apresentados em pequenas porções, com embalagens atraentes contendo informações sobre o produto (Figura 11).

No mercado varejista, cuja função primordial consiste em abastecer o consumidor doméstico, os produtos minimamente processados estão perfeitamente alinhados às transformações sócio-econômicas contemporâneas (LUENGO; CALBO, 2001). As atuais características da população brasileira estão muito vinculadas ao número de mulheres que vem ingressando no mercado de trabalho (CYRILLO, 2003; LAVINAS, 2003). O menor tempo para as tarefas domésticas tem grande impacto na venda de eletrodomésticos que trazem facilidades, tais como freezer e microondas; bem como na aquisição de alimentos prontos ou semiprontos, como os minimamente processados (SATO, 2006; EMBRAPA, 2006).



Figura 11. Produtos minimamente processados vendidos em mercado de varejo.

As hortaliças minimamente processadas, no mercado varejista, possuem também diferentes formas de apresentação, sendo a mais comum aquela que apresenta apenas um tipo de produto, acondicionada em uma pequena embalagem, contendo entre 200 e 500 gramas do produto; podendo-se encontrar também embalagens contendo diferentes misturas de vegetais (Figura 12).



Figura 12. Diferentes apresentações de vegetais minimamente processados e comercializados no mercado varejista de São Paulo, pela empresa Da Roça.

Mercado institucional

No mercado institucional, as cozinhas industriais, empresas de “catering”, hospitais, hotéis, refeitórios e restaurantes (com sistema de comida a quilo ou tradicionais) estão procurando utilizar vegetais (frutos, hortaliças, raízes e tubérculos) minimamente processados, pela praticidade aliada à redução da mão-de-obra e pela qualidade sensorial associada aos benefícios nutricionais de um produto fresco.

Segundo informações de algumas cozinhas industriais, as principais vantagens dos minimamente processados são o menor custo final da produção, a padronização do produto e a menor geração de resíduos dentro da cozinha. O preço de compra superior do vegetal minimamente processado, em relação ao produto in natura, absorve outros custos que a cozinha industrial não terá: estocagem, mão-de-obra, lixo, perdas, desperdício e até manutenção. A questão do espaço também é um ponto a favor dos vegetais minimamente processados; tendo nos estabelecimentos pequenos, como as cadeias de “refeições rápidas”, o público ideal para esse tipo de produto, pois permite reduzir o espaço de produção em favor da área de atendimento ao cliente.

Este segmento constitui-se num mercado com grande potencial para consumo de minimamente processados. Para esse tipo de mercado, os vegetais minimamente processados devem ser acondicionados em embalagens plásticas flexíveis, em porções de 1 a 5 kg (Figura 13), podendo-se, também, acondicionar os produtos em porções menores, com cerca de 100 a 200g, as quais serão utilizadas na confecção de refeições individuais (Figura 14).

Foto: Celso Luiz Moretti



Figura 13. Pimentão minimamente processado e acondicionado em embalagem destinada ao mercado institucional.



Foto: Ebenézer de Oliveira Silva

Figura 14. Embalagem, contendo mistura de vegetais minimamente processados, utilizada em refeições individuais de Yaksoba.

O fluxograma apresentado (Figura 2), bem como essa descrição simplificada da estruturação da cadeia produtiva dos vegetais minimamente processados em dois mercados bem distintos – o institucional e o varejista – têm como objetivo introduzir a noção de que cada mercado tem as suas próprias necessidades e exigências, quanto ao tipo de corte e quanto aos sistemas de embalagens; destacando-se, em ambos, a importância dada ao consumidor nas formas de apresentação do produto final.

Formas de Apresentação dos Minimamente Processados

A ênfase na apresentação dos vegetais minimamente processados no mercado é dada principalmente para a forma e para a aparência, ou seja, para o tipo de corte e para a embalagem, que conjuntamente devem satisfazer as necessidades do consumidor que, habitualmente, têm na primeira decisão de compra aquilo que lhe é agradável aos olhos.

Tipos de cortes

Os vegetais ao serem minimamente processados sofrem algum tipo de corte, sendo por isso uma operação essencial no processo de produção e que, por fim, define a apresentação que se deseja dar ao produto final. Na definição do fluxograma de processamento mínimo, desenvolvido para cada espécie vegetal, a decisão sobre o tipo de corte a ser utilizado não é uma tarefa difícil, pois se leva em conta o conhecimento prévio dos hábitos regionais de consumo ou, em último caso, pode-se realizar uma pesquisa de mercado sobre a preferência do consumidor, sendo ele institucional ou varejista.

A espessura do corte, como, por exemplo, em repolho (SILVA, 2000) e couve (Carnelossi, 2000) minimamente processados, bem como em qualquer outra hortaliça comercializada nessa forma, constitui um dos aspectos visuais de extrema importância para a aceitabilidade do produto. Nesses casos específicos, analisou-se, por meio de testes sensoriais, a aceitabilidade de duas espessuras de corte, a saber, de 1–3 mm e 10 ± 2 mm; observando, ao final dos testes, que os consumidores são mais exigentes para couve do que para repolho, com relação à espessura de corte (Tabela 2).

Tabela 2. Médias das notas obtidas pelo teste de aceitabilidade visual para repolho e couve minimamente processados para as duas espessuras de corte (Adaptado de SILVA; 2000; CARNELOSSI; 2000).

Espessura de corte	Aceitabilidade (Médias)	
	Repolho	Couve
1 - 3 mm	6,2 a	7,4 a
10 ± 2 mm	5,9 a	5,4 b

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Testes sensoriais de preferência realizados também em frutas, como por exemplo, abacaxi, cultivar Pérola (Figura 15), minimamente processado, tem mostrado que o corte no formato de fatias é preferido quando

comparado com o corte na forma de cubos (ANTONIOLLI, 2004). As justificativas pela preferência das fatias foram a menor manipulação e o formato mais próximo ao do fruto in natura. Já os julgadores que preferiram o corte em cubos fizeram-no em função da praticidade para consumo, sugerindo, inclusive, que o tamanho dos cubos fosse reduzido. Mesmo preferindo o corte em fatias, dois julgadores comentaram que ambos os tipos de corte seriam bem aceitos, por atenderem necessidades diferentes do mercado consumidor (ANTONIOLLI, 2004).

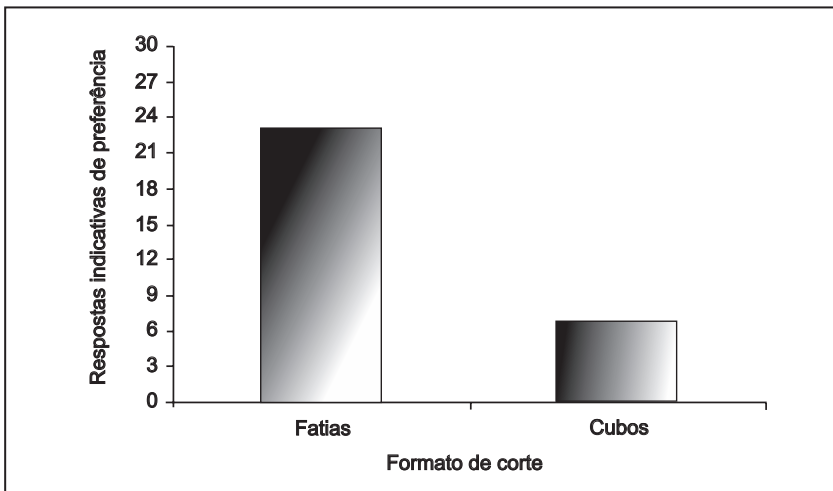


Figura 15. Teste de Preferência-Pareada quanto ao formato de corte preferido pelos consumidores para abacaxi 'Pérola' minimamente processado.

Fonte: (ANTONIOLLI, 2004).

Souza et al. (2009) avaliaram os efeitos de tipos de corte (rodela ou fatias) na conservação de produto minimamente processado de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato', associando-se goiabas de polpa branca e de polpa vermelha num único produto, como forma de torná-lo mais atraentes e nutritivos. Dessa forma, o melhor tipo de corte para goiabas é o corte em rodela. Esse corte levou a maior manutenção da firmeza da casca e da região da polpa onde se encontram as sementes, proporcionando menor escurecimento dos frutos, sendo o preferido pelos provadores.

Para o mercado varejista existe uma grande variedade de forma de apresentação para os vegetais minimamente processados. O tipo de apresentação depende do consumidor final e do tipo de produto (Figura 16). Para isso, é imprescindível conhecer o produto a ser comercializado, pois a forma de apresentação dependerá, também, das suas características físicas, bioquímicas e nutricionais.



Foto: Mauro Jacob

Figura 16. Diferentes formas de corte utilizadas para o processamento mínimo de hortaliças.

Para o mercado institucional, a necessidade da padronização dos cortes de produtos minimamente processados também dependerá da exigência do estabelecimento e do tipo de produto final que se pretende servir aos consumidores. A padronização da forma (corte) e, conseqüentemente, das embalagens que contém os produtos minimamente processados, propicia uma correta paletização, facilitando assim o armazenamento, o manuseio e a movimentação dos produtos; além disso, permite uma melhor padronização do produto final servido ao consumidor.

A Tabela 3 mostra os padrões de corte desenvolvidos, por uma empresa processadora, visando fornecer, para uma cadeia internacional de refeições rápidas, produtos desenvolvidos especificamente para atender as exigências de padronização das refeições servidas aos consumidores.

Tabela 3. Padrões de corte exigidos por uma cadeia de “refeições rápidas” para o fornecimento de frutas e hortaliças minimamente processadas.

Produto	Comprimento (cm)	Largura/Espessura (cm)
Cebola	2 a 5	0,8 a 1,0
Pimentão	2 a 5	0,8 a 1,0
Tomate		0,50
Alface Crespa	2 a 5	0,8 a 1,0
Alface Lisa	2 a 5	0,8 a 1,0
Cenoura	2 a 5	0,8 a 1,0
Repolho Roxo	2 a 5	0,8 a 1,0
Repolho Branco	2 a 5	0,8 a 1,0
Rabanete		0,25
Palmito		0,50

Fonte: (DURIGAN et al., 2007).

Os diferentes cortes, em diferentes produtos, tanto para o mercado varejista quanto institucional, podem ser obtidos manualmente e, ou, mecanicamente; a melhor apresentação do produto final, no entanto, é obtida, geralmente, por meio do corte manual, o que pode ser observado tanto externamente (visual) quanto internamente (microscopia) ao produto processado (Figura 17).

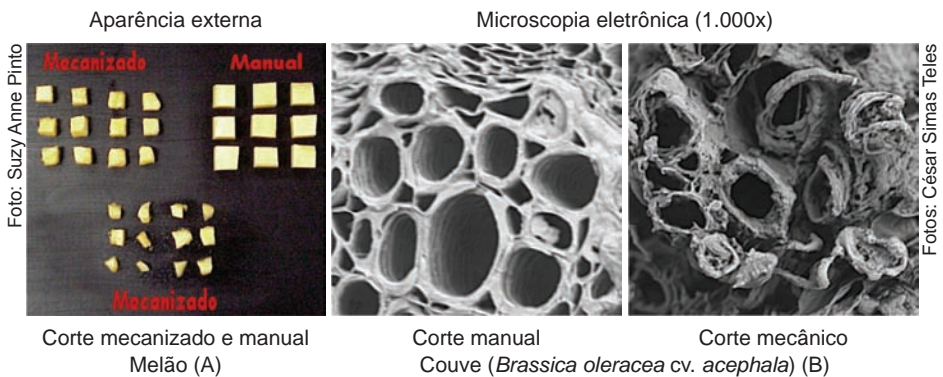


Figura 17. Diferentes padrões de apresentação obtidos por meio de cortes manuais ou mecânicos durante o processamento mínimo de vegetais.

Fonte: Suzy Anne Pinto e César Simas Teles (Universidade Federal de Viçosa).

Tipos de produtos

No mercado varejista, a gama de produtos comercializada é vasta e com potencial para a introdução de novos produtos desenvolvidos de acordo com a região e as necessidades dos seus consumidores mais exigentes e com maior poder aquisitivo. A apresentação descritiva de todos os produtos encontrados no mercado é praticamente impossível, principalmente, pela variabilidade regional e pela dinâmica com que os produtos são introduzidos no mercado; mas representando essa gama de produtos estão as diferentes saladas prontas para o consumo (Figura 18).

Foto: Celso Luiz Moretti



Figura 18. Diferentes saladas prontas encontradas no mercado americano.

Também como representantes dessa gama de produtos podem ser incluídos os kits para festas (Figura 19-A), as misturas de vegetais minimamente processados com carne ou queijo ou qualquer outro produto (Figura 19-B) e os produtos desenvolvidos para serem preparados no forno microondas (Figura 19-C).

Fotos: Heloisa Almeida Cunha Filgueiras Pinedé



Foto: Celso Luiz Moretti



Figura 19. (A) Kit para festas (ao centro um molho); (B) saladas com outros produtos (carne etc.) prontas para consumo (acompanha um sachê com molho e talheres descartáveis) e (C) espinafre pronto para ir ao forno microondas dentro da própria embalagem.

Nesse tipo de produto, a embalagem, além de ser atraente, deve permitir a rotulagem, que tem efeito importante na comercialização, por conter informações obrigatórias, como prazo de validade, tipo de produto, local do processamento, informações nutricionais, condições ideais de utilização e conservação, cuidados na reutilização e impropriedade para o consumo, conforme a Portaria Nº 42 de 13/01/1998 do MAPA e a Resolução RDC Nº 40 de 21/03/2001 (SILVA, FERNANDES, 2003).

É importante salientar que nenhuma informação de rótulo ou propaganda pode ser enganosa ao consumidor, nem ressaltar como vantagem propriedades intrínsecas ao produto (SILVA, FERNANDES, 2003). Toda informação ao consumidor seja no rótulo ou propaganda deverá ser previamente submetida à Secretaria de Vigilância Sanitária, para avaliação e deliberação.

No mercado institucional, a gama de produtos também é muito grande, e a especialização de produtos, notadamente para atender os restaurantes, ocorre na mesma velocidade do mercado varejista. Atualmente, esses estabelecimentos procuram produtos convenientes que apresentem basicamente duas vantagens: redução do tempo de preparo das refeições e o mais naturais quanto possível. Representando essa gama de produtos

institucionais está o tomate, em bandejas de 500 g (Figura 20-A), e a salada pronta (Figura 20-B). Nesse mercado, as embalagens são mais simples e menos atraentes, principalmente, para reduzir o custo de produção.

Foto: Ângelo Pedro Jacomino



Foto: Ebenézer de Oliveira Silva

Figura 20. (A) Tomate em rodelas e (B) saladas prontas (alface americana, alface roxa e repolho fatiados mais cenoura ralada) comercializadas no mercado institucional.

Gestão da Qualidade

Os produtos minimamente processados, como mencionado anteriormente, possui uma série de atributos característicos, a chamada qualidade, cuja existência irá definir o sucesso ou insucesso do produto em sua comercialização. Esta qualidade, segundo Silva e Fernandes (2003), é observada principalmente por dois aspectos fundamentais: o primeiro diz respeito ao consumidor, que busca características desejáveis, do ponto de vista econômico, nutricional ou estético; o segundo se refere à legalidade, onde o produto passa por uma série de análises laboratoriais e é classificado dentro de padrões preestabelecidos e a sua qualidade final é atestada.

Atualmente, a preocupação com qualidade vai além desses aspectos, deixando de ser uma simples exigência burocrática dos órgãos de regulamentação e inspeção, mas uma estratégia fundamental e indispensável para garantir a competitividade. A qualidade passa a ter uma abordagem muito mais ampla, envolvendo todos os níveis da empresa e do processo (SILVA, FERNANDES, 2003).

A integração das atividades agrícolas, agroindustriais e comerciais amplia o controle para toda a cadeia produtiva. Frente a essa nova visão de qualidade surge o termo "Gestão da Qualidade", ou seja, o gerenciamento da qualidade por toda a empresa. Este termo pode parecer sofisticado para muitos empreendedores rurais, mas na prática, gerenciar a qualidade, acompanhando todo o desenvolvimento do produto durante as etapas de produção, transformação e distribuição, pode ser tão simples quanto a estrutura da empresa.

As indústrias de alimentos, dentre as quais se encaixam as de processamento mínimo, têm sido constantemente pressionadas por novas ferramentas de gestão visando à garantia e qualidade do produto, principalmente em relação à segurança. A garantia de consumir alimentos sem contaminação física, química e, ou, biológica, é o objetivo maior do conceito de segurança.

Segurança dos alimentos

A segurança dos alimentos é consequência de um controle efetivo de matéria-prima, insumos e ingredientes; do controle do processo e de pessoal; e da certificação destas etapas pela inspeção de produto acabado e determinação da vida útil do produto obtido, que deve ser informada no rótulo (SILVA, FERNANDES, 2003). Os vegetais minimamente processados, geralmente, apresentam prazos de validade entre quatro e sete dias, podendo variar de acordo com o produto, condições de processamento, armazenamento e transporte (SILVA et al., 2003).

Dentre as ferramentas de gestão da qualidade, adotadas por diversas empresas de processamento mínimo em várias partes do mundo, incluindo o Brasil, podem se destacar as Boas Práticas de Fabricação (BPF) e a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).

Os programas de BPF incluem as atividades e os procedimentos usados para assegurar que os funcionários, o ambiente de fabricação ou outros fatores que não estão diretamente relacionados aos alimentos sejam monitorados e controlados para criar condições favoráveis para a produção de produtos alimentícios seguros. O APPCC é um sistema científico que previne, reduz ou elimina perigos que são significativos para a segurança dos alimentos. Tem como único objetivo a segurança do produto. É complementar aos programas de BPF, considerado um programa pré-requisito (GELLI, 2006).

Controle microbiológico e higiene

O aumento no consumo de vegetais minimamente processados tem sido atribuído aos benefícios que proporcionam à saúde. Entretanto, relatos de doenças associadas aos mesmos têm despertado também o interesse das agências de saúde pública e dos consumidores (VANETTI, 2004). As doenças veiculadas por alimentos, de origem biológica, vêm aumentando de modo significativo mesmo em países desenvolvidos (FEITOSA et al., 2008). Segundo a Organização Mundial do Comércio, grande parte das doenças de origem alimentar, ocorrida nos países Latino-Americanos, é causada pelo consumo de alimentos contaminados por microrganismos patogênicos e, no Brasil, mais de 60% destas doenças são causadas, principalmente, por *Salmonella* sp.; *Staphylococcus aureus*; *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus* e *Clostridium botulinum* (FEITOSA et al., 2008). Na maioria destes casos, a causa foi o inadequado processo de lavagem e sanitização superficial das frutas, resultando na contaminação da parte comestível, durante o consumo (frutas in natura) ou durante o corte (minimamente processadas). A redução do risco microbiológico, proveniente do consumo de frutas contaminadas, in natura ou minimamente processadas, deve passar por processos que reduzam ou – na melhor das hipóteses – eliminem essa contaminação superficial (YAUN et al., 2004).

O processamento mínimo favorece a contaminação de alimentos por microrganismos deterioradores e patogênicos, devido ao manuseio e

ao aumento das injúrias nos tecidos. Nguyen e Carlin (1994) afirmam que um grande número de microrganismos tem sido encontrado em produtos minimamente processados, incluindo leveduras, coliformes (inclusive coliformes fecais), microbiotas mesofílicas e pectinolíticas, bolores etc. A RDC N^o 12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece o máximo de 500 NMP (Número Mais Provável) de coliformes a 45 °C (coliformes fecais) para frutas frescas, in natura, preparadas, sanitizadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto. A interpretação da contagem de psicrotróficos e bolores e leveduras é difícil, pois não existem limites máximos estabelecidos para os produtos minimamente processados. No entanto, contagens altas destes microrganismos ($> 10^5 - 10^6$ UFC g⁻¹) indicam riscos de deterioração e, ou, presença de patógenos. Um bom controle da temperatura de armazenamento, o uso de atmosfera modificada e de sanitizantes diminuem consideravelmente o desenvolvimento de microrganismos.

A segurança (inocuidade) e a qualidade de vegetais in natura ou minimamente processados estão associadas à eficácia das substâncias químicas utilizadas na remoção de microrganismos, que podem ser causadores de doenças pós-colheita (denominados de fitopatogênicos ou deterioradores) ou de doenças nos consumidores (denominados de patogênicos). Os métodos clássicos de controle se baseiam, para o primeiro caso, na aplicação massiva de agroquímicos (defensivos agrícolas) e, para o segundo caso, de substâncias denominadas sanitizantes, que têm no cloro o princípio ativo mais utilizado comercialmente.

O cloro é normalmente o mais utilizado para a desinfecção da superfície das frutas, in natura ou minimamente processadas, por meio da adição de hipoclorito (NaClO) na água de lavagem. Imersão em água contendo de 50 a 200 mg L⁻¹ de cloro ativo é comumente recomendada para vegetais, in natura ou para as operações de pré ou pós-processamento mínimo (SOLIVA-FORTUNY; MARTÍN-BELLOSO, 2003). Contudo, apesar do cloro ser um potente desinfetante, com forte propriedade oxidante, estudos têm mostrado que ele pode oxidar incompletamente materiais orgânicos, levando à formação de subprodutos indesejáveis na água de tratamento;

como por exemplo, o clorofórmio (CHCl_3), e outros trihalometanos, que se suspeita serem potencialmente carcinogênicos. Em pH alcalino, o cloro pode ainda reagir com bases nitrogenadas orgânicas para produzir cloraminas (NH_2Cl), que é carcinogênica. Além disso, a alta reatividade do cloro com matéria orgânica, na presença de oxigênio, reduz o teor de cloro ativo na água, sendo dessa forma necessária e recomendada a troca da solução sanitizante, após 2 ou 3 usos, quando a concentração do cloro for menor que 100 mg L^{-1} de cloro ativo (SUSLOW, 1997).

O ácido peracético é outro sanitizante que tem sido utilizado pelos processadores de alimentos. Este composto tem sido reconhecido por suas propriedades germicidas por longo tempo e, para algumas indústrias de alimentos, tem sido recomendado como um potencial substituto do cloro. Dentre outras vantagens, o ácido peracético não forma espumas, tem biodegradabilidade favorável e é compatível com a dureza da água (ANDRADE; PINTO, 1999), razão pela qual tem sido introduzido na sanitização de minimamente processados, para melhoria da qualidade e da segurança; mas poucos trabalhos têm sido reportados neste sentido. De acordo com Cherry (1999), o ácido peracético é capaz de reduzir 2 ciclos log de mesófilos em frutas e hortaliças minimamente processadas. No entanto, para algumas frutas ou hortaliças minimamente processadas, o ácido peracético, pela acidificação do meio, pode induzir a perda da permeabilidade seletiva das membranas, causando a descompartimentação celular, com a conseqüente perda da estrutura dos tecidos e a formação de compostos e aromas indesejáveis.

Assim, apesar dos sanitizantes recomendados apresentarem eficiência na remoção microbiana nas superfícies de frutas e hortaliças, in natura ou minimamente processadas, a sua utilização pode ter como conseqüência efeitos indesejáveis, seja pelo resíduo (risco químico) ou pela transformação das suas características sensoriais (sabor e aroma), advindas do próprio sanitizante. Adendo a isso, a colonização de microrganismos nas superfícies dos vegetais e áreas de contato pode prover um ambiente protetor para microrganismos patogênicos, reduzindo a eficiência dos métodos de controle e de outros agentes inibidores. A ausência ou ineficiência do processo de controle promove a formação

de biofilmes – agregados microbianos – que abrigam bactérias, fungos filamentosos e leveduras, podendo estar presentes em equipamentos, utensílios e nos meios de transporte requeridos para colheita, pós-colheita e processamento (BEUCHAT; RYU, 1997). Essas camadas protetoras fazem com que esses microrganismos, aderidos à superfície das frutas, sejam menos suscetíveis aos sanitizantes do que as suas contrapartes livres, isso porque os sanitizantes têm baixa capacidade para penetrar essas camadas protetoras. Esse problema tem sido contornado pela utilização de surfactantes, mas que, mesmo em baixas concentrações, alteram as características sensoriais do produto.

Atualmente, se pode afirmar que existe uma demanda por estratégias alternativas no controle desses microrganismos. Tais estratégias passam pelos métodos físicos (alta temperatura, alta pressão etc.) e por compostos químicos alternativos (principalmente fitoterápicos), os quais, na prática do dia-a-dia, ainda demandam grandes investimentos (no caso dos tratamentos físicos) e de muita pesquisa (no caso dos fitoterápicos). No entanto, alternativas de controle, com base em duas tecnologias – a água eletrolisada e o ultravioleta pulsado – estão em estudo para os produtos hortifrutícolas minimamente processados.

A tecnologia que possibilitou o uso da água eletrolisada como sanitizante (ABADIAS et al., 2008; HUANG et al., 2008) é o resultado de um novo conceito desenvolvido no Japão (AL-HAQ; SUGIAMA, 2004). Trabalhos têm mostrado que a água eletrolisada pode destruir o transporte de proteínas dentro das membranas celulares de fungos e bactérias, levando à ruptura das membranas e ao aumento da infiltração da própria água eletrolisada. Dentro da célula bacteriana, como por exemplo, *Escherichia coli*, a água eletrolisada pode destruir o DNA, bem como, em baixas concentrações, interromper a síntese de DNA. Em fungos, a água eletrolisada induz a oxidação da parede celular e interrompe o metabolismo de compostos orgânicos; mesmos as estruturas de resistência e sobrevivência de fungos podem ser eliminadas, dependendo da concentração utilizada (HUANG et al., 2008). Esses e outros trabalhos têm mostrado evidências de que a água eletrolisada pode ser mais eficiente como sanitizante do que as soluções cloradas; isto porque a

água penetra com mais facilidade nas irregularidades superficiais das frutas, sendo muito efetiva como bactericida e fungicida. Uma revisão das aplicações da água eletrolisada, como sanitizante, na pré e pós-colheita de frutas, bem como na indústria de alimentos pode ser encontrada em Al-Haq et al. (2005).

O outro tratamento alternativo para a descontaminação superficial de frutas é a radiação desses alimentos com ondas curtas na região do ultravioleta (ALLENDE et al., 2006; KRISHNAMURTHY et al., 2007). A luz ultravioleta é uma radiação na faixa de 200 a 400 nm; mas, em particular, a radiação emitida entre 200 e 280 nm (UV-C) induz a formação de rupturas nas moléculas de DNA, impedindo a reprodução (mitose) e a síntese protéica (novos materiais genéticos), resultando, assim, num efeito germicida (BINTSIS et al., 2000), com a vantagem de não gerar subprodutos e nem resíduos químicos capazes de alterar as características sensoriais do produto final (GUERRERO-BELTRÁN; BARBOSA-CÁNOVAS, 2004).

Existem, basicamente, dois princípios para a aplicação da luz ultravioleta: contínuo (UV-C) ou pulsado (UV-P). O modelo contínuo é o convencional, e como o próprio nome já define, a luz ultravioleta é aplicada de forma contínua. Por outro lado, no modelo pulsado, a luz ultravioleta é armazenada num capacitor, sendo liberada em flashes intermitentes, que aumentam de forma instantânea a intensidade de energia, tornando o ultravioleta pulsado mais efetivo e mais rápido na inativação de microrganismos (CENTER..., 2000). Esse modelo apresenta uma vantagem adicional, quando comparado ao convencional: a luz do flash gera, instantaneamente, num intervalo de 300 microssegundos, uma grande diferença intermitente de temperatura entre a parte interna e a parte externa da célula, ocasionando o rompimento da membrana do microrganismo, ampliando ainda mais o efeito do ultravioleta pulsado (McDONALD et al., 2000).

Partindo dessas características e vantagens, e de outras não mencionadas, as possíveis aplicações do ultravioleta pulsado na inativação de microrganismos fitopatogênicos e patogênicos, na superfície de alimentos, têm despertado o interesse da pesquisa. Várias revisões das

aplicações do ultravioleta na pós-colheita de frutas e hortaliças, bem como na indústria de alimentos podem ser encontradas em Allende e Artes (2003); Smith et al. (2002); Yaun et al. (2004); e Geveke (2005).

No futuro, então, espera-se que a água eletrolisada e o ultravioleta pulsado sejam mais efetivos que os atuais compostos utilizados (agroquímicos e, ou, sanitizantes) no combate aos microrganismos (fitopatogênicos ou patogênicos) nos alimentos minimamente processados; sem, contudo, alterar as propriedades sensoriais e a qualidade nutricional desses produtos.

Tratamentos Complementares

Modificações na coloração original, como escurecimento e o amaciamento dos tecidos, constituem fatores limitantes na comercialização dos minimamente processados. O prolongamento da vida pós-corte tem sido determinado, como já descrito, por meio da refrigeração e da modificação atmosférica nas embalagens. No entanto, novas tecnologias complementares a estes tratamentos e passíveis de serem utilizadas estão sendo largamente desenvolvidas e estudadas (JACOMINO et al., 2009).

Inibidores do escurecimento

O escurecimento é o primeiro fator limitante na comercialização de alguns vegetais minimamente processados, tais como abacate, ameixa, banana, batata, kiwi, maçã, pêra e pêssego. O escurecimento enzimático em tecidos cortados ocorre como resultado da descompartimentação de substratos e enzimas oxidativas, juntamente com a maior exposição dos tecidos ao oxigênio (ROLLE; CHISM, 1987). Os processos de injúria induzem a aumentos na atividade da enzima fenilalanina amônia liase (PAL), catalisando a biossíntese de fenilpropanóides. O escurecimento ocorre quando os produtos do metabolismo dos fenilpropanóides, como os compostos fenólicos e possivelmente outros substratos, são oxidados em reações catalisadas por fenolases, como as polifenoloxidasas (PPO) e peroxidases (POD) (BRECHT, 1995; WILEY, 1994; VILAS BOAS et al., 2007). Em alface minimamente processada, o escurecimento oxidativo foi intensificado pela indução da PAL e da PPO. Nesse caso, o escurecimento

iniciou entre o terceiro e o quarto dia após o processamento e fez depreciar a qualidade visual da alface armazenada, a 2,5°C, por seis a dez dias (COUTURE et al., 1993).

Vários métodos para prevenir o escurecimento enzimático podem ser aplicados nos minimamente processados. Muitos inibidores de escurecimento são utilizados comercialmente, destacando-se a cisteína e os ácidos ascórbico, eritórbico, cítrico e o etilenodiaminotetracético (EDTA). Sua acessibilidade no mercado, como ingredientes, já em amplo uso na indústria alimentícia, os indica como opções para a indústria de minimamente processados (DUDLEY; HOTCHKISS, 1989; SAPERS, 1998; VILAS BOAS et al., 2007).

A utilização de aditivos químicos combinados, tais como cloreto de cálcio (CaCl_2 1%) + ácido ascórbico (1%) + cloridrato de L-cisteína (0,5%) foi efetiva na manutenção da qualidade de banana 'Maçã' após o processamento mínimo, até o 4º dia de armazenamento a 5°C. A aplicação isolada de cloridrato de L-cisteína, na concentração de 0,5%, determinou o desenvolvimento de coloração avermelhada nas fatias de banana, depreciando a sua qualidade visual (MELO et al., 2009). Em bananas 'Graind Nine', após o processamento mínimo, os mesmos tratamentos apresentaram efeito significativo na inibição da perda de firmeza por quatro dias (VILAS-BOAS; KADER; 2006). A manutenção da firmeza também foi verificada em mangas minimamente processadas com uso de ácido ascórbico (0,5%) + CaCl_2 (1%) + L-cisteína (0,5%) por 10 dias sob atmosfera modificada (CHANTANAWARANGOON, 2000).

Cálcio

O amaciamento, ou perda de firmeza, é uma das transformações mais evidentes que ocorre após o processamento mínimo, principalmente de frutas. Além da importância do ponto de vista econômico, já que afeta a qualidade, a firmeza tem efeito na conservação e no ataque de microrganismos (VILAS BOAS et al., 2007).

O amaciamento em produtos minimamente processados é uma consequência de distúrbios metabólicos dos tecidos vegetais,

manifestados principalmente pela degradação de polissacarídeos como o amido e substâncias da parede celular, culminando no comprometimento de atributos sensoriais, como a textura, o sabor e o aroma, e até mesmo a qualidade nutricional, encurtando significativamente a vida útil destes produtos (MELO; VILAS BOAS, 2007).

O cálcio, aplicado por meio de soluções aquosas de seus sais (cloreto e lactato de cálcio), tem se mostrado eficaz na prevenção do amaciamento em uma gama de frutas e hortaliças minimamente processados (VILAS BOAS et al., 2007). Além disso, o uso de agentes contra o escurecimento tem sido amplamente empregado juntamente com o cloreto de cálcio para evitar o escurecimento enzimático e prolongar a vida útil pós-colheita de produtos minimamente processados.

A aplicação de 0,5 ou 1,0% de cálcio na forma de cloreto de cálcio ou quelato aminocálcico manteve a qualidade do melão Cantaloupe "Hy-Mark", por 18 dias de armazenamento refrigerado ($5 \pm 1^\circ\text{C}$). O uso do quelato aminocálcico mostrou ser uma alternativa adequada para a extensão da vida útil do melão Cantaloupe sob as condições anteriormente citadas. O uso do cloreto de cálcio a 1% manteve a firmeza inicial das amostras até o final do período de armazenamento refrigerado e proporcionou os maiores teores de cálcio insolúvel, consequência da maior solubilidade e facilidade de difusão no tecido. A qualidade inicial dos frutos, o pré-resfriamento, o poder de corte da lâmina utilizada no processamento, aliados a um rígido controle de temperatura, contribuíram para a intensidade da coloração da polpa do fruto cortado durante o período de armazenamento (MACHADO et al., 2008)

Em melancias 'Crimson Sweet', minimamente processadas em cubos (2,5 cm de aresta), o uso da solução de cloreto de cálcio (1%) promoveu maior firmeza na textura; porém não se mostrou efetivo no prolongamento da vida útil, que foi de 2 dias do ponto de vista sensorial (MIGUEL et al., 2007). Em laranja 'Pera' minimamente processada, o tratamento com cloreto de cálcio (1%) apresentou a melhor eficiência na manutenção das características iniciais do fruto, preservando os teores de ácido ascórbico, acidez titulável, açúcares e firmeza, evidenciada pela menor solubilização de pectinas (GROPPO et al., 2009).

Revestimentos comestíveis

Os revestimentos comestíveis podem atrasar o amadurecimento de algumas frutas, bem como retardar a alteração na coloração, reduzir a perda de água e melhorar a aparência (FREIRE JUNIOR, 2008).

O propósito dos recobrimentos para frutas e hortaliças minimamente processadas é basicamente imitar a barreira natural cuticular, nos casos onde ela foi removida pelas etapas do processamento mínimo.

A aplicação de revestimentos comestíveis em frutas tem sido apontada como uma técnica de baixo custo. A utilização de revestimentos em frutas e hortaliças minimamente processadas exige condições criteriosas, pois depende de vários fatores como a capacidade de proteção e interação com o alimento, das suas propriedades sensoriais e funcionais, da estabilidade bioquímica e físico-química, além dos aspectos microbiológicos e da sua segurança do ponto de vista sanitário (VILAS BOAS et al., 2007).

Muitos tipos de solução de recobrimento comestível, barreiras semipermeáveis às trocas gasosas (CO_2 e O_2), têm sido aplicados na preservação dos produtos frescos. Os materiais mais utilizados na composição de recobrimentos comestíveis são os lipídeos (óleo ou cera de parafina, cera de abelhas, cera de carnaúba, óleo vegetal, óleo mineral, etc.), polissacarídeos (celulose, pectina, amido, gomas, quitosana, etc.), e proteínas (caseína, gelatina, colágeno, albumina de ovo, etc.) (FREIRE JUNIOR, 2008).

Maçãs 'Golden' minimamente processadas e recobertas com revestimentos comestíveis apresentaram menor escurecimento e menor perda de umidade; consequentemente mantiveram o sabor e o aroma característicos por maior tempo (McHUGH; SENESI, 2000). Os tratamentos com películas, em maçãs 'Royal Gala' minimamente processadas, apresentaram redução média de 38% na taxa respiratória e mais de 50% na produção de etileno em relação ao controle, sendo o alginato o mais eficiente (FONTES et al., 2008).

1-Metilciclopropeno (1-MCP)

Uma estratégia para o controle da produção de etileno e, portanto, do amadurecimento e da senescência das frutas, principalmente aquelas consideradas climatéricas, surgiu com a descoberta e comercialização de um inibidor da ação do etileno, o 1-Metilciclopropeno (1-MCP).

A ação do etileno pode ser bloqueada pela utilização de compostos, como o 1-MCP, que atuam irreversivelmente nos sítios receptores de etileno presentes nas membranas celulares, impedindo seu estímulo fisiológico. O 1-MCP interage com sítios receptores de etileno, prevenindo, assim, respostas fisiológicas dos produtos hortifrutícolas a este hormônio vegetal. A afinidade do 1-MCP com o receptor é aproximadamente 10 vezes maior que a do etileno (BLAKENSHIP; DOLE, 2003).

Os efeitos do 1-MCP em frutos incluem a redução da atividade respiratória e da produção de etileno, manutenção da firmeza e da coloração da casca dos frutos (BLAKENSHIP; DOLE, 2003). Também tem demonstrado ser efetivo na manutenção da qualidade e na vida útil de frutas minimamente processadas, como banana, kiwi, manga e caqui (VILAS BOAS; KADER, 2001). O tratamento com 1-MCP estendeu a vida útil de melões minimamente processados, retardando os sintomas de senescência; da mesma forma, em goiabas 'Paluma' minimamente processadas, armazenadas a 3°C, durante 12 dias e goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas, armazenadas a 5 °C, durante nove dias (HOJO et al., 2008; PINTO, 2008).

Vilas-Boas e Kader (2006) estudaram a taxa respiratória de bananas minimamente processadas armazenadas a 10 °C, e observaram que a taxa respiratória sofreu decréscimo de 40% quando tratada com 1 $\mu\text{L L}^{-1}$ de 1-MCP, em relação às bananas minimamente processadas sem aplicação de 1-MCP (controle); resultados similares foram obtidos por Arias et al. (2009) com peras minimamente processadas e armazenadas a 1 °C por 3 meses. Em contrapartida, Aguayo et al. (2006) observaram incremento significativo da atividade respiratória em morangos 'Camarosa' minimamente processados, tratados com 1-MCP e armazenados a 5 °C; assim como Budu e Joyce (2003) observaram em abacaxi minimamente

processado e armazenado a 4,5 °C por 12 dias. Por outro lado, Kim et al. (2007) verificaram que a atividade respiratória de coentro minimamente processado e tratado com 1-MCP e armazenado a 5 °C não apresentou diferenças em relação ao tratamento controle (sem aplicação de 1-MCP), do mesmo modo Safftner et al. (2007), em pesquisa com melão minimamente processado e armazenado a 5 °C por 6 dias não encontraram diferenças entre os tratamentos com 1-MCP e o tratamento controle.

Irradiação

Para prolongar a vida-útil dos vegetais processados, outros tratamentos e técnicas estão sendo utilizados, como visto anteriormente. Contudo, o emprego da irradiação ionizante tem mostrado um potencial efeito como tecnologia auxiliar na redução de perdas pós-colheita, manutenção da qualidade nutricional e efetiva na redução da população microbiana de produtos hortifrutícolas (KADER, 1986).

O emprego do processo de irradiação em alimentos já foi aprovado por 34 países em mais de 40 variedades de alimentos (LIMA et al., 2003). A irradiação de alimentos tem recebido atenção crescente, devido às vantagens que apresenta em relação aos métodos convencionais de processamento de alimentos. A irradiação pode inibir o brotamento de raízes e tubérculos, a infestação de parasitas e insetos, além de reduzir podridões e microrganismos patogênicos, aumentando a vida útil de frutas e hortaliças in natura ou processadas. Assim, a irradiação complementa outras técnicas de conservação, podendo ser realizada após a embalagem do produto, reduzindo a possibilidade de recontaminação (SPOTO et al., 2008).

Vieites et al. (2000), trabalhando com melão minimamente processado e irradiado, verificaram que as doses de 0,1 e 0,2 kGy apresentaram resultados positivos no controle do amadurecimento, na prevenção de doenças e na maior durabilidade do produto. Vieites et al. (2004) observaram que as irradiações de 0,4 e 0,5 kGy foram efetivas no controle microbiológico de manga minimamente processada.

A irradiação, utilizada isoladamente ou em conjunto com outras técnicas de preservação, como o processamento mínimo, pode facilitar o alcance dos objetivos de segurança de alimentos e redução de perdas pós-colheita (TAPE, 1996; SANTIN, 2000). A aplicação efetiva da tecnologia para o processamento mínimo depende, portanto, do conhecimento das características intrínsecas e microbiológicas de cada espécie hortifrutícola.

Referências

ABADIAS, M.; USALL, J.; OLIVEIRA, M.; ALEGRE, I.; VIÑAS, I. Efficacy of neutral electrolyzed water (NEW) for reducing microbial contamination on minimally-processed vegetables. **International Journal of Food Microbiology**, v. 123, p. 151-158, 2008.

ABE, K.; WATADA, A. E. Ethylene absorbent to maintain quality of lightly processed fruits and vegetables. **Journal of Food Science**, v. 56, p.1493-1496, 1991.

ABELES, F. B.; MORGAN, P. W.; SALTVEIT, M. E. **Ethylene in plant biology**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1992.

AGUAYO E.; JANJASITHORN R.; KADER A. A. Combined effects of 1-Methylcyclopropene, calcium chloride dip, and/or atmosphere modification on quality changes of fresh-cut strawberries. **Postharvest Biology and Technology**, v. 40, p. 269-278, 2006.

AL-HAQ, M.I.; SUGIYAMA, J. Application of electrolyzed water in food processing. **ASAE/CSAE annual meeting**, Ottawa: CSAE, 2004 (ASAE paper nº 04-6178).

AL-HAQ, M. I.; SUGIYAMA, J.; ISOBE, S. Applications of electrolyzed water in agriculture and food industries. **Food Science and Technology Research**, v. 11, n. 2, p. 135-150, 2005.

ALLENDE, A.; ARTES, F. UV-C radiation as a novel technique for keeping quality of fresh processed "Lollo Rosso" lettuce. **Food Research International**, v. 36, n.1, p.739-46, 2003.

ALLENDE, A.; McEVOY, J. L.; LUO, Y.; ARTES, F.; WANG, C. Y. Effectiveness of two-sided UV-treatments in inhibiting natural microflora and extending the shelf-life of minimally processed Red Oak leaf lettuce. **Food Microbiology**, v. 23, p. 241-249, 2006.

ALZAMORA, S. M.; TAPIA, M. S.; LÓPEZ-MALO, A. **Minimally processed fruits and vegetables: fundamental aspects and applications**. Maryland: Aspen Publication, 2000. 360 p.

ANDRADE, N. J. de; BASTOS, M. S. R.; ANTUNES, M. A. Higienização e sanitização. In: MORETTI, C. L. (Ed). **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**, Brasília, DF: Embrapa/SEBRAE, p. 101-120, 2007.

ANDRADE, N. J.; PINTO, C. L. O. **Higienização na Indústria de Alimentos**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 1999. 96 p.

ANTONIOLLI, L. R. **Processamento mínimo de abacaxi 'Perola'**. 2004. 166 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, 2004.

ARIAS E.; LÓPEZ-BUESA P.; ORIA R. Extension of fresh-cut 'Blanquilla' pear (*Pyrus communis* L.) shelf-life by 1-MCP treatment after harvest. **Postharvest Biology and Technology**. v. 54, p. 53-58, 2009.

ARRUDA, M. C.; JACOMINO, A. P.; SPOTO, M. H. F.; GALLO, C. R. Conservação de melão rendilhado minimamente processado sob atmosfera modificada ativa. **Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 53-58. 2004.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 139-145, 2004.

BAI, J. H.; SAFTNER, R. A.; WATADA, A. E.; LEE, Y. S. Modified atmosphere maintains quality of fresh cut Cantaloupe (*Cucumis melo* L.). **Journal of Food Science**. v. 66, n. 8, p.1207-1211, 2001.

BALLANTYNE, A.; STARK R.; SELMAN, J. Modified atmosphere packaging of shredded lettuce. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 23 p. 267-274, 1988.

BASTOS, M. S. R.; SOUZA FILHO, M. S. M.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; BORGES, M. F. Processamento mínimo de abacaxi e melão. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2, 2000. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p. 89-94.

BEUCHAT, L. R.; RYU, J. H. Produce handling and processing practices. **Emerging Infectious Diseases**, v. 3, n. 4, p. 459-465, 1997.

BINTSIS, T.; LITOPOULOU-TZANETAKI, E.; ROBINSON, R. Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry. A critical review. **Journal of Science Food and Agriculture**, v. 80, p. 1-9, 2000.

BLAKENSHIPE, S. M.; DOLE, D. E. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 28, p. 1-25, 2003.

BRACKETT, R. E. Incidence, contributing factors, and control of bacterial pathogens in produce. **Postharvest Biology and Technology**. v. 15. p. 305-311. 1999.

BRECHT, J. K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, v. 30, n.1, p.18-22, 1995.

BUDU A. S.; JOYCE D. C. Effect of 1-Methylcyclopropene on the quality of minimally processed pineapple fruit. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v. 43, p. 177-184, 2003.

CAMERON, A. C.; TALASILA, P. C.; JOLES, D. W. Predicting film permeability needs for modified-atmosphere packaging of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, v. 30, n. 1, p. 25-34, 1995.

CANTWELL, M. Postharvest handling systems: minimally processed fruits and vegetables. In: KADER, A. A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, 1992. p. 277-281.

CARNELOSSI, M. A. G. **Fisiologia pós-colheita de folhas de couve (*Brassica oleracea* cv. *acephala*) minimamente processadas**. 81f. 2000. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa: UFV, 2000.

CASSARO, K. P. **Conservação de bulbos de cebola minimamente processados**. 1999. 78 f. Trabalho (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 1999.

CAVALINI, F. C.; JACOMINO, A. P.; LOCHOSKI, M. A.; KLUGE, R. A.; ORTEGA, E. M. M. Índices de maturidade para goiabeadas 'Kumagai' e 'Paluma'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p.176-179, 2006.

CENTER FOR FOOD SAFETY AND APPLIED NUTRITION. 2000. **Kinetics of microbial inactivation for alternative food processing technologies: pulsed light technology**. Atlanta, Ga.: Food and Drug Administration. Disponível em www.cfsan.fda.gov/comm/ift-puls.html. Acessado em 19 de abril de 2006.

CHANTANAWARANGOON, S. **Quality maintenance of fresh-cut mango cubes**. 2000. 72f. Thesis (Master of Science in Food Science) – University of California, Davis, 2000.

CHERRY, J. P. Improving the safety of fresh produce with antimicrobial. **Food Technology**. v.53, n.11, p.54-59, 1999.

CHITARRA, M. I. F. Alterações bioquímicas do tecido vegetal com o processamento mínimo. In: SEMINÁRIO SOBRE HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADAS, 1999, Piracicaba. **Palestra...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz" (USP), 1999. 9 p. Apostila.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2005. 785 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças**: glossário, Lavras: Editora UFLA, 2006. 256 p.

COUTURE, R.; CANTWELL, M. I.; KE, D.; SALTVEIT, M. E. Physiological attributes related to quality attributes and storage life of minimally processed lettuce. **HortScience**, v. 28, p. 723-725, 1993.

CYRILLO, D.C.; SAES, M. S. M.; BRAGA, M. B. **Tendências do consumo de alimentos e o Plano Real**: uma avaliação para a grande São Paulo. IPEA, 2003. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/pub/ppp/PPP16/PARTE5.doc>>. Acesso em: 12 maio 2007.

DONADON, J. R.; SOUZA, B. S.; DURIGAN, J. F. Processamento mínimo de manga. In: MORETTI, C. L. (Ed). **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa : SEBRAE, 2007. p. 273-282.

DUDLEY, E. D.; HOTCHKISS, J. H. Cysteine as an inhibitor of polyphenol oxidase. **Journal of Food Biochemistry**, v. 13, n. 1, p. 65-75, 1989.

DURIGAN, J. F. O processamento mínimo de frutas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza. **Palestra...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2000. 12 p.

DURIGAN, J. F.; SARGENT, S. A. Uso do melão Cantaloupe na produção de produtos minimamente processados. **Alimentos e Nutrição**, v. 10, p. 69-77, 1999.

DURIGAN, J. F.; ALVES, R. E.; SILVA, E. O. **Técnicas de processamento mínimo de frutas e hortaliças e suas relações com o mercado**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2007. 110 p. (Coleção Cursos Frutal).

EMBRAPA Agroindústria de Alimentos. **Tecnologia para o processamento mínimo de frutas e hortaliças**, 2006. Disponível em: <<http://www.ctaa.embrapa.br/projetos/fhmp/php/principal.php>>. Acesso em: 24/03/2007.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Secondary Direct Food Additives Permitted In food For Human Consumption. Code of Federal Regulations**. Title21 – Foods and Drugs. Vol. 3. Revised in april-2002. Part 173. Section 173.315. 2002. Disponível em: <<http://www.accessdata.fda.gov/>>. Acesso em: 05 set. 2011.

FEITOSA, T.; BRUNO, L. M.; BORGES, M. de F. Segurança Microbiológica dos Alimentos. In: BASTOS, M. S. R. (Org.). **Ferramentas da ciência e tecnologia para a segurança dos alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical: Banco do Nordeste do Brasil, 2008. p. 21-39.

FONTES, L. C. B.; SARMENTO, S. B. S.; SPOTO, M. H. F.; DIAS, C. T. dos S. Conservação de maçã minimamente processada com o uso de películas comestíveis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.28, n. 4, p. 872-880, 2008.

FREIRE JUNIOR, M. Uso de revestimentos comestíveis em produtos minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 5., 2008, Lavras. **Palestras, Mini-cursos e Resumos**, Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2008. p. 38-42.

GELLI, D. S. Programas de segurança em pós-colheita de frutas e hortaliças. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 4., 2006, São Pedro. **Palestras, Resumos, Fluxogramas e Oficinas**, USALQ: Piracicaba, 2006. p. 33-40.

GEVEKE, D. J. UV inactivation of bacteria in apple cider. **Journal of Food Protection**, v. 68, p.1739-1742, 2005.

GORNY, J. R. A. Summary of CA and MA recommendations for selected fresh-cut fruits. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 8., 2001. Amsterdam, **Proceedings...** Amsterdam: [s. n.], 2001.

GROPPO, V. D.; SPOTO, M. H. F.; GALLO, C. R.; SARMENTO, S. B. S. Efeito do cloreto de cálcio e da película de alginato de sódio na conservação de laranja 'Pera' minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 29, n. 1, p.107-113, 2009.

GUERRERO-BELTRÁN, J. A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Review: advantages and limitations on processing foods by UV light. **Food Science and Technology International**, v. 10, p. 137-147, 2004.

HOJO, E. T. D.; REBOUÇAS, T. N. H.; SÃO JOSÉ, A. R.; HOJO, R. H.; BARRETO, A. P. P. Qualidade de goiabas 'Paluma' minimamente processadas tratadas com 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 503-508, 2008.

HUANG, YU-RU; HUNG, YEN-CON; HSU, SHUN-YAO; HUANG, YAO-WEN; HWANG, DENG-FWU. Application of electrolyzed water in the food industry. **Food Control**, v. 19, p. 329-345, 2008.

INTERNATIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION. **Food safety guidelines for the fresh-cut produce industry**. 4. ed. Washington, DC, 2001. 213 p.

INTERNATIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION. **Fresh-cut produce handling guidelines**. 3. ed. Newark, 1999. 39 p.

JACOMINO, A. P.; ARRUDA, M. C. de. Processamento mínimo de frutas cítricas. In: MORETTI, C. L. (Ed.). **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa/SEBRAE, 2007. p. 283-295.

JACOMINO, A. P.; SILVA, E. O.; PINTO, P. M. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças para atender tendências de consumo**. Fortaleza: Instituto Frutal, 70 p. 2009. (Coleção Cursos Frutal).

JACOMINO, A. P.; ARRUDA, M. C. Aplicações da atmosfera modificada em produtos minimamente processadas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., Viçosa. **Palestras, Resumos e Oficinas**, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 48-52.

KADER, A. A. Potential applications of ionizing radiation in postharvest handling of fresh fruit and vegetables. **Food Technology**, v. 40, n. 6, p. 117-121, 1986.

KADER, A. A. Regulation of fruit physiology by controlled/modified atmospheres. **Acta Horticulturae**, v. 398, n. 1, p.139-146, 1995.

KE, D.; SALTVEIT JUNIOR, M. E. Carbon dioxide-induced brown stain development as related to phenolic metabolism in iceberg lettuce. **Journal of American Society of Horticulture**, v. 114, n. 5, p. 789-794, 1989.

KIM J. G.; LUO Y.; TAO Y. Effect of the sequential treatment of 1-methylcyclopropene and acidified sodium chlorite on microbiological growth and quality of fresh-cut cilantro. **Postharvest Biology and Technology**, v. 46, p.144-149, 2007.

KRISHNAMURTHY, K.; DEMIRCI, A.; IRUDAYARAJ, J.M. Inactivation of *Staphylococcus aureus* in Milk Using Flow-Through Pulsed UV-Light Treatment System. **Journal of Food Science**, v. 72, n. 7, p. 233-239. 2007

LANA, M. M.; VIEIRA, J. V.; SILVA, J. B. C.; LIMA, D. B. Cenourete e Catetinho: mini cenouras brasileiras. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 3, p. 376-379, 2001.

LIMA, K. S. C.; LIMA, A. L. S.; LUCHESE, R. H.; GODOY, R. L. O.; SABAA-SRUR, A. U. O. Cenouras minimamente processadas em embalagens com atmosferas modificadas e tratadas com radiação gama: avaliação microbiológica, físico-química e química. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, 2003 .

LUENGO, R. F. A.; LANA, M. M. **Processamento mínimo de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 1997. 3 p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 2).

LUENGO, R. F. A.; CALBO, A. G. **Armazenamento de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2001. 242 p.

MACHADO, F. L. de C.; ALVES, R. E.; SILVA, E. O. Processamento mínimo do melão Cantaloupe com uso de doses de cloreto de cálcio e quelato aminocálcico. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 26, n. 1, p. 56-60, 2008.

MATTIUZ, B. H.; DURIGAN, J. F. Processamento mínimo de goiaba. In: MORETTI, C. L. (Ed.). **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**, Brasília, DF: Embrapa/SEBRAE, p. 215-228, 2007.

MATTIUZ, B. H.; DURIGAN, J. F.; ROSSI JUNIOR, O. D. Processamento mínimo em goiabas

'Paluma' e 'Pedro Sato': Avaliação química, sensorial e microbiológica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 409-413, 2003.

MATTIUZ, B. H.; DURIGAN, J. F.; SARZI, B. Aspectos fisiológicos de goiabas 'Pedro Sato' e 'Paluma' submetidas ao processamento mínimo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FIOLOGIA VEGETAL, 8., 2001, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Fisiologia, 2001. 1 CD-ROM.

MCDONALD K. F.; CURRY R. D.; CLEVINGER T. E.; UNKLESBAY K.; EISENSTRACK A.; GOLDEN J.; MORGAN R. D. A comparison of pulsed and continuous ultraviolet light sources for the decontamination of surfaces. **IEEE Transactions on Plasma Science**, v. 28, n. 5, p.1581-7, 2000.

MCHUGH, T. H.; SENESI, E. Apple Wraps: A Novel Method to Improve the Quality and Extend the Shelf Life of Fresh-cut Apples. **Journal of Food Science**. v. 65, n. 3, p.480-485, 2000.

MELO, A. A. M.; VILAS BOAS, E. V. de B. Redução do amaciamento de banana maçã minimamente processada pelo uso de tratamentos químicos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 821-828, maio/jun. 2007.

MELO, A. A. M.; VILAS BOAS, E. V. de B.; JUSTO, C. F.. Uso de aditivos químicos para a conservação pós-colheita de banana 'Maçã' minimamente processada. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 33, n.1, p. 228-236, 2009.

MIGUEL, A. C. A.; DIAS, J. R. P. S.; SPOTO, M. H. F. Efeito do cloreto de cálcio na qualidade de melancias minimamente processadas. **Horticultura Brasileira**. v. 25, n.3, p. 442-446, 2007.

NGUYEN, C.; CARLIN, F. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 34, n. 4, p. 371-401, 1994.

PARK, W. P.; LEE, D. S. Effect of chlorine treatment on cut water cress and onion. **Journal of Food Quality**, v. 18, p. 415-424, 1995.

PINELLI, L. L. O.; MORETTI, C. L.; ALMEIDA, G. C.; ONUKI, A. C.; GOMES, A. N. B. Caracterização física e química de batatas 'Ágata' minimamente processadas embaladas sob diferentes atmosferas modificadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 10, p. 1035-1041, 2005.

PINTO, P. M.; JACOMINO, A. P.; CAVALINI, F. C.; CUNHA JUNIOR, L. C.; INOUE, K. N. Estádios de maturação de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' para o processamento mínimo. **Ciência Rural**, v. 40, n.1, p.37-43, 2010.

PINTO, P. M. **Processamento mínimo de goiabas**: estágio de maturação e controle da senescência. Piracicaba, 2008. 91 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). ESALQ-USP.

PIROVANI, M. E.; PIAGENTINI, A. M.; GUEMES, D. R.; PENTIMA, J. H. Quality of minimally processed lettuce as influenced by packaging and chemical treatment. **Journal of Food Quality**, v. 21, n. 6, p.475-484. 1998.

PRADO, M. E. T.; CHITARRA, A. B.; BONNAS, D. S.; PINHEIRO, C. M.; MATTOS, L. M. Armazenamento de abacaxi 'Smooth Cayenne' minimamente processado sob refrigeração e atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.1, p.97-70, 2003.

ROLLE, R. S.; CHISM III, G. W. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, v. 10, p.157-177, 1987

SAFTNER R.; LUO, Y.; McEVOY J.; ABBOT J. A.; VINYARD B. Quality characteristics of fresh-cut watermelon slices from non-treated and 1-methylcyclopropene-and/or ethylene-treated whole fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 44, p.71-79, 2007.

SALTVEIT, M. E. Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, p. 279-292, 1999.

SANTIN, M. **La irradiación de los alimentos**. Zaragoza: Acríbia, 2000.

SAPERS, G. M.; MILLER, R. L. Browning inhibition in fresh-cut pears. **Journal of Food Science**, v. 63, n. 2, p. 342-346, 1998.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L., OLIVEIRA, L. M. de; OLIVEIRA, T. B. F de. Avaliação de embalagens de hortaliças folhosas minimamente processadas do mercado brasileiro. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 5, p. 53-60, 2002.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA – ITAL, 2001. 213 p.

SARZI, B. **Conservação de abacaxi e mamão minimamente processados: associação entre o preparo, a embalagem e a temperatura de armazenamento**. 2002. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal.

SARZI, B.; DURIGAN, J. F.; LIMA, M. A.; MATTIUZ, B. Comportamento respiratório de mamão minimamente processado quando armazenado sob diferentes temperaturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8., 2001, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Fisiologia, 2001b. 1 CD-ROM.

SARZI, B.; DURIGAN, J. F.; TEIXEIRA, G. H. A.; DONADON, J. R. Efeito da temperatura e do tipo de corte na conservação de abacaxi minimamente processado (PMP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8, 2001a, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Fisiologia, 2001a. CD-ROM.

SASAKI, F. F. **Processamento mínimo de abóbora (*Curcubita moschata* Dutch.):**

Alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas. Piracicaba, 2005, 145 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, SP, 2005.

SATO, G. S. **O mercado de hortaliças e frutas minimamente processados no Brasil.**

São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, 2006. Disponível em: <www.iea.sp.gov.br/OUT/verTexto.php?codTexto=4574>. Acesso em: 27 mar. 2007.

SILVA, C. A. B. da; FERNANDES, A. R. Gestão da Qualidade. In: SILVA, C. A. B. da;

FERNANDES, A. R. (Ed.). **Projetos de empreendimentos agroindustriais: produtos de origem vegetal.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, p. 421-441. 2003.

SILVA, E. O. **Fisiologia pós-colheita de repolho (*Brassica oleracea*, L. var. *capitata*) minimamente processado.** 2000. 85f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) –

Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2000.

SILVA, E. O.; CARNELOSSI, M. A. G.; SOARES, N. F. F.; VANETTI, M. C. D.; PUSCHMANN,

R.; FERNANDES, A. R. Processamento mínimo de hortaliças. In: SILVA, C. A. B. da; FERNANDES, A. R. (Ed.). **Projetos de empreendimentos agroindustriais: produtos de origem vegetal.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. p. 335-396.

SILVA, E. O.; MORETTI, C. L.; CARNELOSSI, M. A. G.; PUSCHMANN, R.; CAMPOS, R. S.;

CARDOSO, R. A. L. Quality attributes associated with different centrifugation times in fresh-cut cabbage. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Marco Island, Florida, EUA, v. 115, n. 1, p. 114-117, 2002.

SILVA, V. A. **Fisiologia de cenoura minimamente processada.** Viçosa, 2003, 78 f. Dissertação

(Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.

SMITH, W. L.; LAGUNAS-SOLAR, M. C.; CULLOR, J. S. Use of pulsed ultraviolet laser light

for the cold pasteurization of bovine milk. **Journal of Food Protection**, v. 50, p.108-111. 2002.

SOLIVA-FORTUNY, R. C.; MARTÍN-BELLOSO, O. New advances in extending the shelf-life

of fresh-cut fruits: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 14, p. 341-353, 2003.

SOUZA, B. S.; DURIGAN, J. F. Processamento mínimo de abacaxi. In: MORETTI, C. L. (Ed.).

Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, Brasília: Embrapa/SEBRAE, p.195-202. 2007a.

SOUZA, B. S.; DURIGAN, J. F. Processamento mínimo de mamão. In: MORETTI, C. L. (Ed.).

Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, Brasília: Embrapa/SEBRAE, p. 263-272. 2007b.

SOUZA, R. A. M.; SILVA, R. O. P.; MANDELLI, C. S.; TASCOS, A. M. P. Comercialização

Hortícola: Análise de alguns setores do mercado varejista de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 28, p.7-23, 1998.

SOUZA, S. M. A.; CAVALINI, F. C.; JACOMINO, A. P.; ORTEGA, E. M. M. Conservação de produto minimamente processado de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 847-855, 2009.

SPOTO, M. H. F.; GIANNONI, J. A.; MEIRELLES, R. Radiação gama na conservação de produtos minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 5., 2008, Lavras. **Palestras, Mini-cursos e Resumos**. Universidade Federal de Lavras, 2008. p.43-45.

SUSLOW, T. **Postharvest chlorination: basic properties and key points for effective distribution**. University of California, 1997. Disponível em: <<http://www.ucdavis.edu/pdf/8003.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2008.

TAPE, N. W. **Protegendo nossas colheitas**. Viena: International Consultative Group on Food Irradiation, 1996.

TEIXEIRA, G. H. de A. Processamento mínimo de carambola. In: MORETTI, C. L. (Ed.). **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**, Brasília, DF: Embrapa: SEBRAE, 2007. p. 205-212.

TEIXEIRA, G. H. de A.; DURIGAN, J. F.; MATTIUZ, B. H.; ALVES, R. E.; SILVA, J. A. A. Suscetibilidade ao escurecimento de sete genótipos de carambola (*Averrhoa carambola* L.) In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 4., 2001, Campinas, SP. **Livro de resumos...** Campinas: UNICAMP, 2001. 295 p.

TELES, C. S. **Avaliação física, química e sensorial de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) minimamente processada, armazenada sob atmosfera modificada**. Viçosa, MG, 2001. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa.

TOINOVEN, P. M. A. Processamento mínimo de maçã. In: MORETTI, C. L. (Ed.). **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**, Brasília: Embrapa : SEBRAE, 2007. p. 243-261.

UKUKU, D. O.; SAPERS, G. M. Effect of sanitizer treatments on *Salmonella Stanley* attached to the surface of cantaloupe and cell transfer to fresh-cut tissues during cutting practices. **Journal of Plant Protection**. v. 64, n. 9, p. 1286-1291, 2001.

UKUKU, D. O.; FETT, W. Relationship of Cell Surface Charge and Hydrophobicity to Strength of Attachment of Bacteria to Cantaloupe Rind. **Journal of Food Protection**. v.65. n. 7. p.1093-1099, 2002.

VANETTI, M. C. D. Segurança microbiológica em produtos minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa. **Palestras, Resumos e Oficinas**. Viçosa: CEE, 2004. p. 30-32.

VIEITES, R. L.; EVANGELISTA, R. M.; CAMPOS, A. J.; MOREIRA, G. C. Efeito da embalagem e

da irradiação gama no controle da contaminação microbiana da manga minimamente processada.

Semina: Ciências Agrárias, v. 25, n. 3, p. 197-206, 2004.

VEITES, R. L.; EVANGELISTA, R. M.; SILVA, A. P. Radiação gama no melão minimamente processado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBCTA, 2000.

VILAS-BOAS, E. V. B.; VILAS-BOAS, B. M.; GIANNONI, J. A.; ROSANE, J. M. Tendências na área de processamento mínimo de frutas e hortaliças: avanços tecnológicos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA: FRUTAS, HORTALIÇAS E FLORES, 2., 2007, Viçosa.

Palestras e Resumos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. p.109-119.

VILAS-BOAS, E. V. de B. Processamento mínimo de kiwi. In: MORETTI, C. L. (Ed.). **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**, Brasília, DF: Embrapa:SEBRAE, 2007. p. 229- 242.

VILAS-BOAS, E. V. de B.; KADER, A. A. Effect of atmospheric modification, 1-MCP and chemicals on quality of fresh-cut banana. **Postharvest Biology and Technology**, v. 39, p. 155-162, 2006.

VILAS-BOAS, E. V.; KADER, A. A. Effect of 1-MCP on fresh-cut fruits. **Perishables Handling Quarterly**, v. 25, n. 108, p. 25, 2001.

WILEY, R. C. **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**, London, CHAPMAN e HALL, 1994, 357 p.

WILLS, R. H.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruits, vegetables and ornamentals**. New York: CABI International, 1998. 262 p.

YANG, S. F.; HOFFMAN, N. E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 35, p. 155-189, 1984.

YAUN, B. R.; SUMMER, S. S.; EIFERT, J. D.; MARCY, J. E. Inhibition of pathogens on fresh produce by ultraviolet energy. **International Journal of Food Microbiology**, v. 90, n.1, p.1-8. 2004.

ZAGORY, D. What modified atmosphere packaging can and can't do for you. In: ANNUAL POSTHARVEST CONFERENCE & TRADE SHOW, 16., 2000, Washington. **Anais...** Washington: Washington State University, 2000.



Agroindústria Tropical

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

