

ISSN 1516-8840

Novembro, 2010

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Embrapa Clima Temperado

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Documento 318

Manuseio Pós-colheita de Morangos

Rufino Fernando Flores Cantillano

Médelin Marques da Silva

Embrapa Clima Temperado

Pelotas, RS

2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado
BR 392 Km 78
Caixa Postal 403, CEP 96010-971- Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8199
Fax: (53) 3275-8219 – 3275-8221
Home Page: www.cpact.embrapa.br
e-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior
Secretária - Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia
Membros: Márcia Vizzotto, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suíta de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro, Regina das Graças Vasconcelos dos Santos.
Suplentes: Isabel Helena Verneti Azambuja e Beatriz Marti Emygdio.
Fotos: Rufino Fernando Flores Cantillano

Supervisão editorial: Antônio Luiz Oliveira Heberlê
Revisão de texto: Ana Luiza Barragana Viegas
Normalização bibliográfica: Graciela Olivella Oliveira
Editoração eletrônica e arte da capa: Manuela Meurer Doerr (estagiária)

1ª edição
1ª impressão (2010): 50 exemplares

Todos os direitos reservados

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Clima Temperado

Cantillano, Rufino Fernando Flores

Manuseio pós-colheita de morangos / Rufino Fernando Flores Cantillano e Médelin Marques da Silva – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010.
36 p. – (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 318).

ISSN 1516-8840

1. Morango - Pós-colheita. 2. Manuseio - Transporte - Armazenamento – Embalagem. I. Silva, Médelin Marques da. II. Título. III. Série.

CDD 634.75
© Embrapa 2010

Autores

Rufino Fernando Flores Cantillano

Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador da Embrapa Clima
Temperado,
Pelotas, RS,
fernando.cantillano@cpact.embrapa.br

Médelin Marques da Silva

Eng. Agrôn., Universidade Federal de Pelotas
Bolsista da Embrapa Clima Temperado, Pelotas,
RS,
medysilva@gmail.com

Apresentação

A globalização dos mercados tem produzido uma oferta cada vez maior de frutas em escala mundial, sendo comercializados com maior competitividade apenas produtos que possuam uma clara diferenciação, um menor preço, uma ótima qualidade e algum valor agregado. Apesar dos esforços realizados por técnicos na seleção de novas cultivares de frutas e do aprimoramento no manejo dos cultivos no local de produção, uma parte significativa da produção se perde desde a colheita até a mesa do consumidor. Cabe destacar que os consumidores estão cada vez mais exigentes em qualidade. Os morangos são frutos muito perecíveis, e devem ser submetidos a um manejo rápido e cuidadoso em pós-colheita para se preservar sua qualidade. Por outro lado, as exigências do consumidor atual se orientam mais para os aspectos qualitativos do que quantitativos já que ele prefere frutas que apresentem características sensoriais de um produto fresco, nutritivo, sadio, com boa apresentação e sabor. Neste sentido, não basta apenas prolongar a vida do fruto por um determinado período, mas também devem ser preservadas suas características sensoriais iniciais. Esta problemática não somente incide sobre o setor de distribuição e comercialização de produtos frescos, mas também afeta, no caso do morango, a indústria de transformação. Assim, grande parte da matéria prima utilizada pela indústria de transformação pode ser afetada por um inadequado manuseio pós-colheita, o que incidirá nos aspectos econômicos dessas empresas. A tecnologia pós-colheita ajuda a preservar a qualidade dos frutos entre a colheita e sua comercialização.

Neste documento são apresentadas informações técnicas sobre o manejo pós-colheita de morangos, a fim de poder servir de orientação para produtores e comerciantes desta fruta.

Waldyr Stumpf Junior
Chefe Geral
Embrapa Clima Temperado

Sumário

Introdução	9
Respiração	10
Transpiração	11
Perdas Fitopatológicas	12
Fatores de qualidade no morango durante a maturação ...	12
Índices de maturação e manuseio na colheita	14
Seleção, classificação e embalagem.....	17
Resfriamento rápido	19
Armazenamento refrigerado	21
Atmosfera modificada e tratamentos com dióxido de carbono (CO ₂)	24
Transporte.....	27
Transporte terrestre.....	29
Transporte aéreo	30
Comercialização	31
Referências	33

Manuseio Pós-colheita de Morangos

*Rufino Fernando Flores Cantillano
Médelin Marques da Silva*

Introdução

As frutas e hortaliças permanecem vivas após a colheita, portanto sujeitas a processos fisiológicos e físicos importantes em pós-colheita, como a respiração e a transpiração. Isso significa que estão submetidas a mudanças constantes após a colheita, na maioria das vezes de caráter irreversível. Algumas mudanças são desejáveis, pois contribuem para melhorar o aspecto, sabor e aroma. Entretanto, a maioria dessas mudanças não são desejáveis, pois contribuem para a perda da qualidade.

O alto conteúdo de água na maioria das frutas faz com que sejam suscetíveis à desidratação; altamente resistentes às mudanças de temperatura devido ao alto calor específico da água; suscetíveis a danos mecânicos, pela suculência dos tecidos; e ao ataque de patógenos pelo substrato formado pelo conteúdo de água, açúcares e ácidos durante o amadurecimento, transporte, armazenamento e comercialização.

O morango é uma fruta muito perecível, com alta taxa respiratória e curta vida pós-colheita. Os danos mecânicos, feridas e batidas durante a colheita, transporte e comercialização, deixam a fruta susceptível ao

ataque de microrganismos, causando perdas nutritivas, qualitativas e econômicas.

A qualidade dos morangos está condicionada a fatores de pré e pós-colheita. Assim, as práticas culturais, adubação, tratamentos fitossanitários, qualidade da muda, condições climáticas e disponibilidade de água são fatores de pré-colheita importantes para obter um produto com uma qualidade aceitável.

Entre os fatores de pós-colheita importantes podem ser destacados o ponto adequado de colheita, manejo cuidadoso da fruta, temperatura e umidade relativa corretas e sem flutuações durante o armazenamento refrigerado. Diferentes tecnologias, como a atmosfera controlada, atmosfera modificada, atmosfera dinâmica, tratamentos de pré-acondicionamento com CO_2 e uso de irradiações, estão sendo estudadas com o objetivo de manter em melhores condições a qualidade da fruta que chega ao consumidor.

Respiração

Os morangos, durante sua vida no campo, respiram e continuam a fazê-lo durante sua vida pós-colheita. A respiração é o conjunto de processos metabólicos mediante os quais as células obtêm energia a partir da oxidação de moléculas combustíveis. Os morangos apresentam uma alta taxa respiratória, (aproximadamente 15 mg de CO_2 /kg/h a 0°C), a qual aumenta entre quatro a cinco vezes quando a temperatura aumenta para 10°C , e até dez vezes se a temperatura aumenta para 20°C . A taxa respiratória aumenta em 50% quando a fruta passa de imatura para madura e o aumento também ocorre quando os morangos sofrem danos mecânicos.

Segundo o modelo de respiração, as frutas podem ser divididas

em: climatéricas e não climatéricas. Nas frutas climatéricas há uma diminuição constante da respiração desde a etapa de crescimento e desenvolvimento até a colheita. Logo após a colheita, em algumas espécies, ocorre um aumento significativo da taxa respiratória até alcançar um máximo para logo diminuir. Paralelamente, ocorre um aumento na produção do etileno.

Nas frutas não climatéricas ocorre uma diminuição gradual da respiração, porém não há produção de etileno endógeno nos níveis das frutas climatéricas. Entre as frutas climatéricas, encontram-se a maçã, pêra, manga, banana, pêssego, damasco, abacate, figo, kiwi, melão, mamão, ameixa, tomate, dentre outras. Entre as não climatéricas, encontram-se o morango, frutas cítricas, cereja, uva, abacaxi, dentre outras.

Em geral, as frutas não climatéricas como o morango não aumentam suas características organolépticas após a colheita. Portanto devem ser colhidas maduras (maturação de consumo), ou seja, quanto a textura e sabor, prontas para serem consumidas. Os frutos climatéricos, em geral, durante a colheita não estão aptos para o consumo, mas sofrem mudanças em pós-colheita, tornando-se aptos para o consumo.

Transpiração

A transpiração é um processo físico caracterizado pela perda de água, na forma de vapor, dos tecidos do fruto, provocando uma perda qualitativa e quantitativa do produto. Pode causar perda de peso, enrugamento, ressecamento e amolecimento do fruto. A percentagem máxima de perda de água é de 6% de seu peso na colheita, pois havendo mais do que isso o morango torna-se inaceitável comercialmente. A perda de peso, em frutas e hortaliças, depende do tipo de produto, tamanho, composição e estrutura, temperatura do

fruto e do ar no ambiente, assim como da velocidade de movimentação de ar. O morango, devido ao seu tamanho, apresenta grande superfície exposta para a transpiração em relação ao seu peso. Além disso, não possui camada epidérmica protetora que possa dificultar a perda de água, sendo uma fruta com alto teor de água (90%). Dessa forma, a água do interior da fruta flui para o meio ambiente, normalmente com menor umidade, causando a desidratação do produto.

Perdas Fitopatológicas

Os fungos causam importantes perdas nos morangos após a colheita. Dependendo das condições climáticas e do manejo da planta no campo, as perdas podem ser mais ou menos severas. As podridões mais comuns são:

- Mofo cinzento -*Botrytis cinérea* Pers.Fr.
- Podridão Mole -*Rhizopus stolonifer* (Ehrenb. Fr.) Vuill.

Fatores de qualidade no morango durante a maturação

A maturação é um conjunto de mudanças físico-químicas e fisiológicas características de cada espécie de fruta. Os atributos sensoriais são fatores importantes na qualidade, entre eles a aparência (tamanho, forma e cor), o sabor a textura, o aroma e a ausência de defeitos. O sabor do morango é um dos mais importantes aspectos de qualidade exigidos pelo consumidor, sendo condicionado, em parte, pelo balanço açúcar/acidez da fruta. A avaliação desses atributos é feita através de análises para que haja um melhor controle, pois atualmente as exigências do consumidor têm sido de fundamental importância.

A cor atrativa do morango é devida à presença de antocianinas, que

são pigmentos naturais derivados de açúcares. Com o avanço da maturação, ocorre a destruição da clorofila (cor verde) e a síntese das antocianinas (cor vermelha). A presença deste pigmento é um indicador da maturação ideal para o consumo desta fruta.

A textura é determinada pela estrutura dos polissacarídeos (substâncias pécticas). A perda da firmeza, durante a maturação, é o principal fator que determina a qualidade do morango e sua vida pós-colheita. A complexa relação entre a composição dos carboidratos, a estrutura celular e as propriedades físicas dos tecidos fica mais complicada com o aumento do volume celular, o qual continua durante a maturação. Além disso, a síntese de poliuronídeos na maturação da fruta pode mascarar algumas mudanças ocorridas nos polímeros da parede celular.

Os ácidos podem alterar diretamente o sabor, sendo também importantes no processamento, pois podem ocasionar a perda do sabor e afetar as propriedades de geleificação das pectinas. Por outro lado, os ácidos regulam o pH celular e podem influenciar o aparecimento dos pigmentos da fruta. Os principais ácidos presentes no morango são os ácidos cítrico e málico. O morango também é uma excelente fonte de vitamina C, predominando sob a forma de ácido L-ascórbico ($60 \text{ mg } 100^{-1} \text{ g}$).

A glicose, sacarose e frutose compõem mais do 99% do total de açúcares no morango já maduro. Os minerais de maior predominância são o cálcio e o fósforo.

Estudos indicam que o conteúdo total de açúcares aumenta significativamente até que a fruta esteja totalmente madura; no entanto, a acidez total declina e o ácido ascórbico aumenta. É importante conhecer o estado ótimo de maturação da fruta. Por isso, têm sido feito esforços no sentido de correlacionar a maturação do

morango com os valores de acidez e o balanço açúcar/acidez. O sabor do morango está condicionado, em parte, pelo balanço entre os sólidos solúveis e a acidez titulável, quando a fruta está madura. Alguns pesquisadores têm tentado estabelecer um método simples para avaliar a qualidade do morango, obtendo uma boa correlação entre o sabor, o índice refratométrico e a acidez total.

Índices de maturação e manuseio na colheita

A época de colheita depende da cultivar e do clima na região de cultivo, variando de abril a outubro em regiões quentes, podendo estender-se até dezembro em regiões mais frias, como o Sul do Brasil .

A colheita do morango é uma das operações mais delicadas e importantes de todo o ciclo da cultura. Se feita de forma inadequada, poderá ser perdido todo o esforço realizado nas outras etapas do cultivo. As frutas do morangueiro são muito delicadas e pouco resistentes, devido à sua epiderme delgada, grande percentagem de água e alto metabolismo, o que exige muitos cuidados durante a colheita. Se colhidos com maturação avançada, poderão chegar com podridões ao mercado consumidor. Se forem colhidos com falta de maturação, terão alta acidez, adstringência e ausência de aroma. Em ambos os casos se chega ao mercado com produtos de baixo valor comercial.

A colheita começa aproximadamente aos 60/80 dias após o plantio das mudas, dependendo das condições climáticas, tipo de solo, tratamentos culturais, método de produção de mudas e cultivar, e pode-se prolongar por quatro a seis meses, em função do fotoperíodo, disponibilidade de água e qualidade fitossanitária.

A colheita realiza-se de forma manual, no ponto de colheita “maduro”

para fins industriais, e de $\frac{1}{2}$ maduro a $\frac{3}{4}$ maduro para comercialização in natura. A cor é o parâmetro mais importante para definir o ponto de colheita dos morangos. De modo geral, os morangos devem ter no mínimo 70% a 75% de cor vermelha brilhante na superfície da fruta, quando destinada para consumo fresco. O ponto de colheita pode variar também em função do tempo e distância de transporte, temperatura ambiente, cultivar e finalidade do produto (consumo in natura, industrialização, mercado interno, exportação, etc.). Dependendo das condições climáticas, a colheita pode ser realizada diariamente ou no máximo a cada três dias para se obter um ponto de maturação uniforme (Figuras 1 e 2). Isto é importante, pois como o morango é uma fruta de tipo “não climatérico”, deve ser colhido muito próximo à sua maturação de consumo para que suas características organolépticas se expressem de forma total. Quando colhido imaturo, permanecerá como tal, sem que aconteça a melhoria de sua qualidade comestível.



Figura 1. Diferentes estados de maturação em morangos.



Figura 2. Uniformidade de coloração em morangos.

Durante a colheita, o morango deve ser manuseado de forma muito cuidadosa. Devem ser evitados golpes, feridas ou outro tipo de danos na fruta, pois isto as deixa suscetíveis ao ataque de microrganismos. Assim, é fundamental que o pessoal que realiza a colheita receba treinamento adequado e adote procedimentos como ter as unhas aparadas, não usar objetos cortantes (anéis), dentre outros. Deve-se evitar colher a fruta nas horas de maior calor, deixar as frutas diretamente ao sol, ou colher em dias chuvosos e com muito orvalho. As frutas caídas no chão não devem ser colocadas com as que serão comercializadas, pois normalmente, estão infectadas com esporos de fungos que terminarão contaminando as frutas sadias. É muito importante realizar a colheita nas horas mais frescas do dia. As cestas de colheita normalmente são feitas de taquara ou madeira, com uma ou mais divisões para pré-classificação, e devem ser forradas com papel limpo e apropriado. As cestas utilizadas na colheita não devem ser muito grandes a fim de evitar o amassamento dos morangos. As frutas para consumo in natura devem ser colhidas com cálices para auxiliar na conservação.

As estradas no interior da propriedade rural devem estar em boas condições, sem pedras ou buracos, para permitir que o transporte seja realizado de forma suave, sem saltos que causem danos na fruta. Com a mesma finalidade, recomenda-se reduzir a pressão dos pneus do carroção de transporte e circular em baixa velocidade. Para industrialização, os morangos podem ser colhidos com ou sem cálices. É recomendável a utilização de locais protegidos do sol durante a embalagem das frutas, as quais devem ser levadas rapidamente para o armazenamento refrigerado. A aplicação de fungicidas nessa etapa deve ser evitada, optando-se por tratamentos alternativos como a utilização de cálcio, por causa de seus efeitos desejáveis no retardamento da senescência e no controle de desordens fisiológicas.

Seleção, classificação e embalagem

O morango é uma das poucas frutas para a qual a colheita, a seleção, a classificação e a embalagem são realizadas pela mesma pessoa, em geral no campo. Assim, é aconselhável acondicionar os morangos diretamente nas embalagens finais de comercialização, ainda no campo. Com isto consegue-se evitar um manuseio excessivo, o qual causaria injúrias físicas ao produto, deixando a fruta suscetível ao ataque de podridões. A pré-classificação das frutas durante a colheita é muito importante, devendo ser eliminada toda fruta deformada, danificada por fungos ou insetos, ou muito madura. Na classificação é importante não misturar morangos com graus de maturação e tamanhos diferentes na mesma caixeta ou em caixetas (cumbucas) diferentes na mesma caixa.

A embalagem adequada é importante para evitar danos físicos ao produto, que aumentam a desidratação e o ataque de microrganismos, e possibilitar assim sua manipulação e transporte até o consumidor. Estas embalagens devem ser novas, limpas e não podem provocar alterações internas ou externas na fruta (Figura 3).



Figura 3. Embalagem apropriada para morangos.

Os materiais usados na divulgação comercial do produto não devem ser tóxicos. As embalagens utilizadas variam conforme o mercado de destino, mas de modo geral usam-se caixetas (cumbucas) de madeira, papelão ou poliestireno expandido, com a capacidade 200-800 g de frutas. Para mercados mais exigentes, usam-se caixas de plástico transparente, com perfurações e com tampa. Também é usada, para supermercados, uma embalagem com uma base de poliestireno e filme polimérico. Nestas embalagens as frutas são colocadas em fileiras com uma ou duas camadas. As frutas colocadas em embalagens menores, em caixas bem empilhadas, permitem um resfriamento mais eficiente.

Com relação à classificação, atualmente não existe uma Norma Oficial de Classificação para o morango estabelecida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Existe a Norma do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura elaborado pelo Centro de Qualidade em Horticultura da CEAGESP em São Paulo, sendo um programa de adesão voluntária. Segundo esta Norma, os morangos são classificados em duas classes (por tamanho, segundo o maior diâmetro transversal) e em três categorias (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Classes de Morango em função de diâmetro

Classe	Diâmetro (mm)
15	Maior ou igual a 15 até 35
35	Maior que 35

Fonte: Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura, Normas de Classificação do Morango, CEAGESP 2009.

Segundo esta norma, a diferença do maior fruto poderá ser no máximo, 50% superior ao diâmetro do menor fruto na mesma embalagem. Multiplique o diâmetro do menor fruto por 1,5 para ter o diâmetro permitido para o maior fruto

Esta mesma norma define as tolerâncias de defeitos aceitáveis em cada categoria.

Tabela 2. Limite de frutos com defeitos graves e leves por categoria, em porcentagem de frutos com defeitos.

Defeitos	Categoria		
Defeitos Graves	Extra	I	II
Podridão	0	1	5
Outros de defeitos graves	0	3	5
Total de defeitos graves	0	3	10
Total de defeitos leves	5	10	100
Total de defeitos	5	10	100

Fonte: Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura, Normas de Classificação do Morango, CEAGESP 2009.

Defeitos graves: podridão, passado, imaturo, deformação grave, ausência de cálice e sépalas, dano mecânico, lesão profunda.

Defeitos leves: coloração não característica, dano superficial cicatrizado, deformação leve, oco, presença de materiais estranhos.

Resfriamento rápido

O resfriamento rápido consiste em retirar imediatamente o calor que a fruta traz do campo, antes de alcançar sua temperatura de conservação definitiva. Com isto, reduz a taxa respiratória, prolonga a conservação do produto e diminui a desidratação. Em outros países produtores é uma prática essencial e quase obrigatória, embora de pouco uso no Brasil.

O resfriamento rápido do morango é fundamental para a manutenção da qualidade do produto até que chegue ao consumidor. Com isto, retarda-se a senescência e diminui-se a incidência de podridões, dois problemas-chaves no aumento da vida pós-colheita dos morangos. Também é muito importante que o resfriamento do morango, após a colheita, seja realizado o mais rapidamente possível. Atrasos superiores a duas horas entre a colheita e o resfriamento podem acelerar significativamente a deterioração da fruta e acarretar perdas de

vitamina C. Os produtores podem programar viagens mais frequentes ou enviar lotes pequenos de fruta do campo até a unidade de resfriamento.

O resfriamento por ar frio forçado é o método adequado para resfriar os morangos, porque além de ser uma forma rápida de resfriamento, evita a umidade sobre a fruta, que os morangos não toleram (Figura 4). Uma boa unidade de frio deve ser capaz de alcançar 7/8 do resfriamento em duas a três horas. Nestas condições a temperatura do morango poderia ser reduzida de 25 °C para 5 °C. A umidade relativa do ar deve ser de 95% para evitar desidratação do produto. Este resfriamento rápido retarda a deterioração e deixa a fruta pronta para o transporte até o mercado.



Figura 4. Aplicação do resfriamento rápido por ar frio forçado em morangos.

Armazenamento refrigerado

Em geral, as condições de conservação do morango são: temperatura de 0 °C com 90%-95% de umidade relativa durante 5-7 dias. As características físico-químicas dos morangos mudam entre a colheita e o armazenamento refrigerado, sendo maior quanto mais prolongado for o período de conservação (Tabelas 3 e 4). No Brasil, morangos Camino Real e Ventana apresentaram melhor qualidade que Aromas quando armazenados durante seis dias a 0°C e 90-95% de U.R. Com nove dias as três cultivares tiveram a qualidade comprometida. Frequentemente as câmaras frias de muitos produtores operam com temperaturas de 0°C - 4°C. Após esse período pode haver uma redução da qualidade, sendo basicamente diminuição do aroma, sabor, textura e brilho característico. O coeficiente de recirculação deve ser de 20-40. O coeficiente de recirculação é a relação entre o volume de ar gerado por hora pelos ventiladores em relação ao volume da câmara vazia. É importante que o frigorífico disponha de um bom sistema de frio, junto a um eficiente sistema de controle de temperatura e tenha operadores de frigorífico treinados. Para isto, é necessária a colocação de termômetros aferidos em locais adequados nas câmaras, que evitem uma temperatura anormal. Os sensores de temperatura devem estar ajustados para não permitir flutuações excessivas da temperatura. A umidade relativa da câmara deve ser ajustada para não permitir que seja muito baixa, pois isso desidrata o produto, ou muito alta, o que aumenta a incidência de podridões. A velocidade do ar que passa entre as embalagens deve ser adequada, pois se é muito alta desidrata o produto, e se é muito baixa pode não resfriar rapidamente a fruta.

Tabela 3. Valores das variáveis físico-químicas na caracterização das cultivares de morango Camino Real, Ventana e Aromas na colheita. Embrapa Clima Temperado, Pelotas – RS, 2007.

Cultivares	SST (°Brix)	ATT (% de ac. Cítrico)	Relação SST/ ATT	pH	Cor (H°)	Firmeza (N)	Vit. C (mg/100mL)	Antocianinas (abs.520nm)
Camino Real	7	0,8	8,75	3,23	39,81	3,13	57,5	11,58
Ventana	6,8	0,83	8,19	3,58	38,16	2,31	56,87	17,20
Aromas	6	0,63	9,52	3,3	35,10	2,88	48,12	13,80

Tabela 4. Firmeza da polpa, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, relação SST/ATT, pH e antocianinas em morangos cultivares Camino Real, Ventana e Aromas, após três períodos de armazenamento refrigerado. Embrapa Clima Temperado, Pelotas – RS, 2007.

Variáveis	Cultivares	Períodos de armazenamento		
		P1	P2	P3
Firmeza da polpa (N)	Camino Real	4,36aA	4,48aA	4,67aA
	Ventana	4,21aA	4,45aA	4,52aA
	Aromas	4,30aA	4,42aA	4,41aA
Sólidos solúveis totais (°Brix)	Camino Real	6,10bA	6,20bA	6,00bA
	Ventana	7,45aA	7,10aB	7,00aB
	Aromas	6,40bA	6,05bA	5,8bA
Acidez titul. (ATT)	Camino Real	0,69bA	0,65bA	0,65bA
	Ventana	0,77aA	0,78aA	0,81aA
	Aromas	0,82aA	0,68bB	0,70bB
Relação SST/ATT	Camino Real	8,78bB	9,49aA	9,14aA
	Ventana	9,64aA	9,09aAB	8,72abB
	Aromas	7,81cB	8,9aA	8,24bA
pH	Camino Real	3,51aA	3,55aA	3,51aA
	Ventana	3,45aA	3,53aA	3,45bA
	Aromas	3,46aA	3,50aA	3,42bA
Antocianinas (abs. 520nm)	Camino Real	24,82aA	21,93aA	23,5aA
	Ventana	21,72aA	23,79aA	22,63aA
	Aromas	21,12aA	19,53aA	20,39aA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste DMS ($p \leq 0,05$). Período P1) 3 dias a 0°C + 1 dia a 10°C; P2) 6 dias a 0°C + 1 dia a 10°C; P3) 9 dias a 0°C + 1 dia a 10°C.

Atmosfera modificada e tratamentos com dióxido de carbono (CO₂)

O armazenamento em atmosfera modificada, utilizando filmes poliméricos, de espessura e permeabilidade controlada, tem sido considerado uma técnica promissora, de baixo custo e fácil de utilizar, que prolonga a vida pós-colheita de frutas e hortaliças. Mas, nesta técnica, é essencial a manutenção da cadeia do frio, caso contrário podem ocorrer sérias perdas de qualidade. O frio é responsável por 70% de uma boa conservação. Assim, as atmosferas modificadas ou enriquecidas com CO₂ complementam, mas não substituem, o bom uso do frio.

O morango pode ser transportado até o mercado mediante um sistema de atmosfera modificada. O palete completo é coberto com uma sacola de filme plástico de permeabilidade adequada, que é fechado hermeticamente (Figura 5). Após o fechamento, é injetada uma mistura de dióxido de carbono e oxigênio (O₂), sendo esta mistura balanceada com nitrogênio. Nos Estados Unidos, são injetadas misturas de até 15% de CO₂ e até 5% de O₂. No Brasil, morangos da cv. Camarosa tratados com 10% CO₂ e 3% de O₂ apresentaram boa qualidade. Se a selagem for feita corretamente, a atmosfera pode ser mantida durante o transporte, pois o CO₂ produzido pela fruta compensa o CO₂ perdido na sacola. A sacola é colocada após o resfriamento da fruta e antes do transporte. O tratamento com CO₂ pode ser benéfico no controle do fungo *Botrytis cinerea*, quando a temperatura durante a colheita, por algum motivo, for superior a 5 °C, e após um tempo chuvoso ou de serração.



Figura 5. Utilização de filme polimérico em embalagem de morangos.

Também podem ser usados filmes poliméricos que envolvem as frutas sobre uma base de isopor (200g-350g). Nesse caso, também se gera uma atmosfera modificada no interior da embalagem que, dependendo do tipo de filme utilizado, pode acumular distintos conteúdos de CO_2

e O_2 em função de sua permeabilidade diferenciada para esses gases. A concentração de O_2 e CO_2 em morangos pode variar em função dos tipos de filmes e temperaturas usadas durante a frigoconservação (Figura 6).

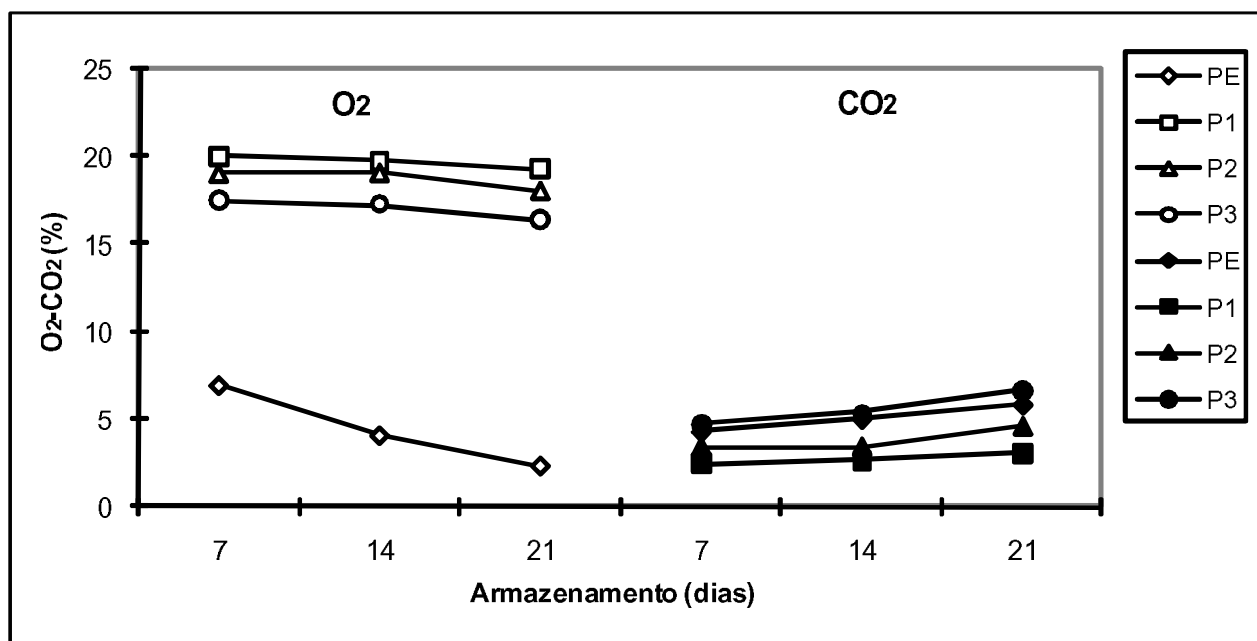


Figura 6. Variação dos níveis de O_2 e CO_2 em morangos cv. Pájaro armazenados por 7, 14 e 21 dias a $0^\circ C$ + 3 dias a $8^\circ C$.

P1 = filme Pplus 160 de 35 μ ; PE = polietileno de baixa densidade de 35 μ ; P2 = filme Pplus 120 de 35 μ ; P3 = filme Pplus 90 de 35 μ .

Tanto os filmes poliméricos como os tratamentos com CO_2 podem alterar o metabolismo, produzindo elevações nos conteúdos de etanol e acetaldeído indicando desvios da respiração aeróbica em anaeróbica, sendo maiores na medida em que aumenta o período de conservação. Aplicações superiores a 20% de CO_2 podem aumentar o conteúdo de etanol dependendo do filme polimérico utilizado (Figura 7).

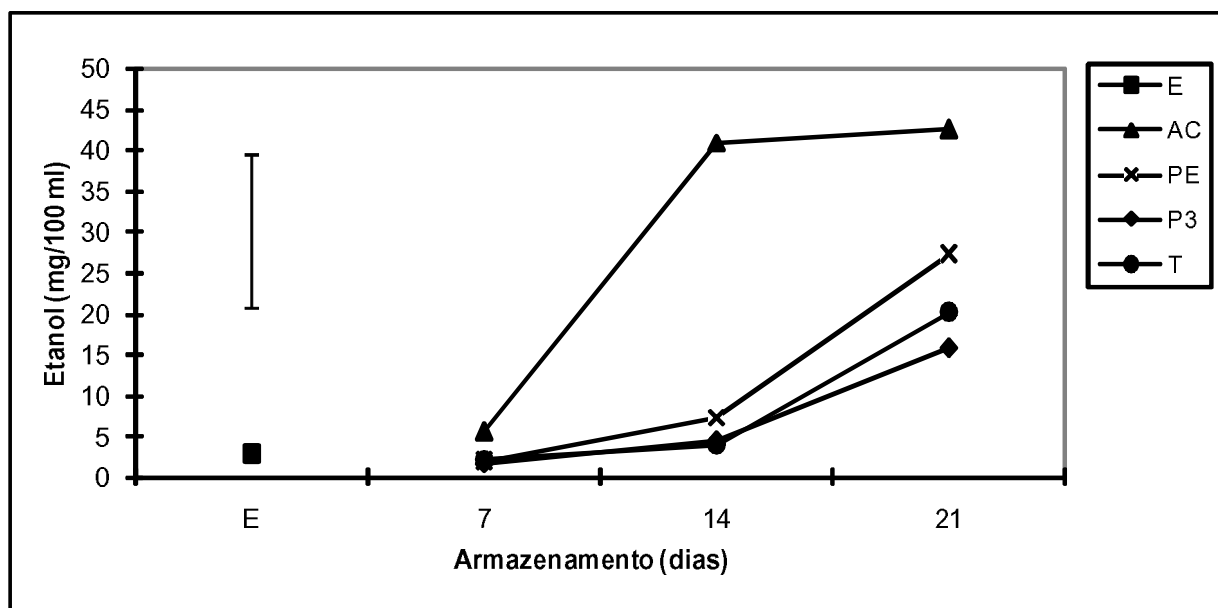


Figura 7. Variação dos níveis de etanol em morangos cv. Pájaro armazenados por 7, 14 e 21 dias a 0°C + 3 dias a 8°C.

AC = atmosfera controlada 25% CO₂ + 5% O₂ T = testemunha

PE = polietileno de baixa densidade 35 μ E = colheita

P3 = filme plus 90 de 35

Barra vertical = intervalo LSD (P < 0.05)

À medida em que aumenta o período de armazenamento, aumenta a perda de qualidade, que se reflete nas alterações da cor, perda de sabor, textura e aspecto; todavia, os filmes poliméricos e a atmosfera controlada, enriquecida com até 20% de CO₂ podem retardar este processo (Figura 8).

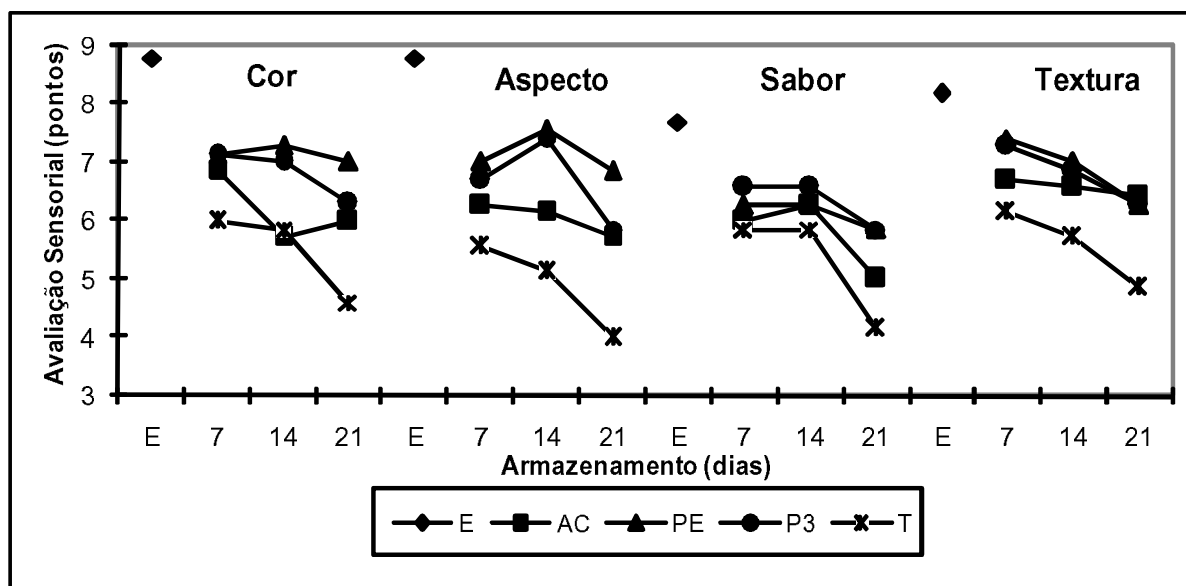


Figura 8. Avaliação sensorial em morangos cv. Pájaro, armazenados por 7, 14 e 14 dias a 0°C + 3 dias a 8°C.

AC = atmosfera controlada 25% CO₂ + 5% O₂ T = testemunha

PE = polietileno de baixa densidade 35 μ

E = colheita

P3 = filme Pplus 90 de 35

Transporte

O sucesso do uso dos vários meios de transporte para condução dos produtos até o mercado depende principalmente da temperatura de trânsito do produto, da utilização adequada dos veículos, de pessoal bem treinado e da capacidade de empilhamento adequada.

Recomenda-se que os morangos sejam transportados em unidades paletizadas (Figura 9). Os paletes, constituídos por uma base de madeira de 1,0 m x 1,2 m em cima do qual são colocadas as caixas de papelão contendo as cumbrucas de morango, podem ser montados no campo e colocados sobre um caminhão ou carroção de transporte, imediatamente após a colheita. O empilhamento máximo, em altura

do paleta, depende da resistência da caixa que contém as cumbucas. Esta caixa ou flat, como é denominada nos Estados Unidos, contém 12 cumbucas. No Brasil é pouco utilizado um flat de encaixe para garantir firmeza e estabilidade ao conjunto paletizado. As caixas de madeira para meia dúzia de cumbucas, utilizadas por alguns produtores, são inadequadas para a montagem de um paleta. Na montagem do paleta com as caixas de papelão é importante que a altura e principalmente as perfurações das caixas coincidam de forma que haja boa penetração



Figura 9. Embalagens de morango pale zado

do ar frio para o interior da caixa para, assim, atingir de forma eficiente a fruta, evitando haver formação de áreas no interior do palete com temperatura mais elevada, o que prejudicará a conservação do produto.

Esta unidade paletizada permanecerá sem sofrer sobreposição até o final da distribuição no mercado, facilitando a mobilização da carga para o resfriamento e para outras operações de manuseio, até a distribuição final do produto.

Transporte terrestre

A produção de morango, nos principais países produtores do mundo, é transportada principalmente via terrestre. Estudos têm comprovado que caminhões com suspensão de ar podem reduzir em mais de 50% as vibrações durante o transporte do morango e, com isso, reduzir o potencial de danos mecânicos no fruto. Por outro lado, muitos caminhões não podem manter a temperatura do morango abaixo de 5°C, mantendo uma temperatura muito alta para o transporte desta fruta, ou têm equipamentos de frio que não propiciam segurança para manter a temperatura correta, podendo causar um congelamento do produto. O baú frigorífico do caminhão não é construído para resfriar as frutas, apenas pode manter a temperatura com a qual a fruta entrou no caminhão. Antes de carregar os morangos, o baú do caminhão deve estar com a temperatura não superior a 3°C. Isso significa que as frutas também devem estar com temperatura inferior a 3°C. Os locais de carregamento dos caminhões devem estar com lonas protetoras ou plásticas para evitar a exposição das caixas ao calor excessivo exterior. A circulação do ar é limitada no interior do caminhão; portanto, se o morango não é resfriado corretamente antes do carregamento, durante o transporte não se resfriará. Para melhorar o desempenho durante o transporte refrigerado é importante atentar para alguns detalhes na estrutura do baú e do carregamento (Figura10). Assim como no armazenamento refrigerado, no carregamento em caminhões frigoríficos

deve ser evitado que ocorram caminhos preferenciais da corrente de ar frio que vem do evaporador. Nas laterais da carga o espaço deve ser mínimo para forçar a passagem do ar de retorno do evaporador por entre todas as caixas dos paletes. Para que o ar refrigerado que sai do evaporador atinja o lado oposto, a colocação de dutos de ar frio facilita o desempenho da refrigeração.



Figura 10. Transporte refrigerado de morangos.

Transporte aéreo

Por este meio, transporta-se um volume menor de morango, em geral para exportação ou mercados distantes. Neste caso, o morango deve ser resfriado antes do carregamento, sendo imediatamente colocadas

as sacolas no palete para posteriormente aplicar CO_2 . Durante o transporte aéreo podem ocorrer longos períodos de tempo nos quais o fruto fica sem refrigeração adequada, tanto no avião como nos aeroportos de embarque. Assim, nos Estados Unidos, ocorrem mais perdas por deterioração dos morangos no transporte aéreo do que durante o transporte terrestre, apesar do menor tempo de viagem no primeiro caso.

Comercialização

Muitos locais de comercialização do morango não oferecem condições adequadas de temperatura e manuseio das embalagens, ocasionando perdas significativas do produto. Os comerciantes deveriam ser orientados sobre os cuidados adicionais que devem ser tomados ao trabalhar com um produto altamente perecível, visando a diminuir as perdas para manter uma qualidade aceitável do produto até sua chegada à mesa do consumidor.

Algumas orientações para diminuir perdas nos postos de venda ao consumidor são importantes. Principais recomendações:

- manter a cadeia do frio, pois a refrigeração deve estar presente nos locais de venda dos morangos. A cadeia do frio é essencial para preservar a qualidade da fruta (Figura 11). Esta refrigeração existe na maioria dos varejos, falta apenas a decisão de também colocar os morangos nos balcões frigoríficos;
- evitar o manuseio do consumidor. Embora o consumidor tenha o direito de examinar o que compra, o manuseio excessivo das frutas provoca perdas. Por isso, o produtor deve manter o padrão de qualidade para que o comprador possa levar o produto para casa sem a desconfiança de que está levando morango de má qualidade, ou seja, sem a necessidade de apalpar os frutos.



Figura 11. Aspecto de uma gôndola refrigerada para frutas e hortaliças em um supermercado.

Referências

ALAVOINE, F.; CROCHON, M. Taste quality of strawberry. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 265, p.449-452,1989.

BERTOLA, N; MUGRIDGE, A.; CHAVES, A.; ZARITZKY, N. Efecto de la temperatura y película de envase en la conservación de frutillas refrigeradas. **Horticultura Argentina**, v.13, n. 34-35, p. 44-52, 1994.

CANTILLANO, R. F. **Estudio del efecto de las atmósferas modificadas durante el almacenamiento y comercialización de algunas frutas y hortalizas**. 1998. 276 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Politécnica de Valencia, Departamento de Tecnología de Alimentos, Valencia.

CANTILLANO, R. F. Fisiologia pós-colheita e armazenamento de morangos. In.: DUARTE-FILHO, J.; CANÇADO, G. M. A.; REGINA, M. de A.; ANTUNES, L. E.; FADINI, M. A. M. **Morango: tecnologia de produção e processamento**. Caldas: Epamig, 1999. p. 187-204.

CANTILLANO, R. F.; BENDER, J. R.; LUCHSINGER, L. L. Fisiologia e manejo pós-colheita. In: CANTILLANO, R. F. **Morango pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 14-24. (Frutas do Brasil;42).

CASTANEDA, L. M. F. **Qualidade físico-química e sensorial em pós-colheita de morangos sob armazenamento refrigerado e de laranjas em atmosfera modificada**. 2007. 90 f. Dissertação (Mestrado em Fruticultura de Clima Temperado) - Univ. Federal de Pelotas, Pelotas .

GUICHARD, E.; CHAMBROY, Y.; REICH, M.; FOURNIER, N.; SOUTY, M. Influence de la concentration en dioxyde de carbone sur la qualité aromatique des fraises après entreposage. **Sciences des Aliments**, v. 12, n.1, p. 83-100, 1992.

KADER, A. A. Postharvest and technology: an overview. In: KADER, A. A. **Postharvest of horticultural crops**. 2. ed. Davis: University of California, 1992. p. 15-20.

KADER, A. A. Quality and its maintenance in relation to the postharvest physiology of strawberry. In: DALE, A.; LUBY, J.J. **The strawberry into the 21st century**. Portland: Timber Press, 1991. v. 29, p. 145-152.

LARSEN, M.; WATKINS, C. Firmness and concentration of acetaldehyde, ethyl acetate and ethanol in strawberries stored in controlled and modified atmospheres. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.5, p. 39-50, 1995.

LIMA, L. C. de O. Qualidade, colheita e manuseio pós-colheita de frutos de morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p. 80-83, 1999.

LIZANA, A.L. Factores fisiológicos relacionados con el deterioro de frutas y hortalizas después de cosechados. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO, CALIDAD, COSECHA Y POST-COSECHA DE FRUTAS Y HORTALIZAS, 9., 1975, Santiago. **Anais...** Santiago: Universidad de Chile, 1975. p. 6-18.

MANIKEN, K. K.; SÖDERLING, E. A quantitative study of mannitol, sorbitol, xilitol and xilose in wild berries and commercial fruits. **Journal of Food Science**, Ottawa, v. 45, p. 367-371, 1980.

MITCHELL, G. Cooling horticultural commodities need for cooling. In: KADER, A. A. **Postharvest of horticultural crops**. 2. ed. Davis: University of California, 1992. p. 53-68.

MITCHELL, G. F. Postharvest handling systems: small fruits (table grapes, strawberries, kiwifruit). In: KADER, A. A. **Postharvest of horticultural crops**. 2. ed. Davis: University of California, 1992. p. 223-231.

MONTERO, T. M.; MOLLÁ, E. M.; ESTEBAN, R. M.; LÓPEZ-ANDRÉU, F. J. Quality attributes of strawberry during ripening. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 65, p. 239-250, 1996.

MORAS, P. H.; CHAPON, J. F. **Entreposage et conservation des fruits et légumes frais**. Paris: CTIFL, 1983. 243 p.

PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA. **Normas de classificação do morango**. São Paulo: CEAGESP, 2009. (Documentos, 33).

SHAMAILA, M.; BAUMANN, T. E.; EATON, G. W.; POWRIE, W. D.; SKURA, B. J. Quality attributes of strawberry cultivars grown in British Columbia. **Journal of Food Science**, Ottawa, v. 57, n. 3, p. 696-699, 1992.

SHAW, D. V. Response to selection and associated changes in genetic variance for soluble solids and titratable acids contents in strawberries. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 115, n. 5, p. 839-843, 1990.

SMITH, R. B.; SKOG, L. J. Enhancement and loss of firmness in strawberry stored in atmospheres enriched with carbon dioxide. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 348, p. 328-333, 1993.