PN-ABM-166
79122

MANEJO POSTCOSECHA EN CULTIVOS HORTICOLAS

Proexant

Promoción de Exportaciones Agrícolas No Tradicionales

1992

CONTENIDO

Capítulo

Generalidades sobre la tecnología y biología de la post-cosecha. 1
Preparación de los productos para el mercado fresco 2
Preparación para la venta en estado fresco de productos hortofrutícolas. II. Hortalizas 3
Factores de calidad; definición y evaluación para productos hortofrutículas frescos 4
Estandarización e inspección de frutas y hortalizas frescas 5
Uso de etileno en la biología y tecnología de post-cosecha 6
Envases y operación de embalaje 7
Enfriado de frutas y hortalizas 8
Principios, métodos, operaciones y diseño de sistemas de pre-enfriamiento para un manejo efectivo de las temperaturas de post-cosecha en los cultivos hortícolas 9
Operaciones de enfriado: evaluacion de la eficiencia 10
Selección del método de enfriado 11
Sistemas de almacenaje 12
Atmósferas modificadas y sistemas de baja presión durante el transporte 13
Enfermedades de post-cosecha. Principios e importancia del manejo sobre la sanidad de la fruta almacenada 14
Estrategias para el control de enfermedades post-cosecha para productos selectos 15
Tratamiento de post-cosecha para el control de insectos 16
Transporte de productos hortofrutícolas frescos 17
Manejo de productos hortofrutícolas frescos en los puertos y en los mercados de destino 18
Sistemas de manejo post-cosecha: hortalizas de hoja, maíz y tallo 19
Organos vegetativos suculentos 20
Manejo post-cosecha de espárragos 21
Sistemas de post-cosecha de hortalizas de fruto 22
Manejo post-cosecha de melones 23

Anexos

- Guía general para rotular productos comestibles
- Operaciones de importancia crítica: el movimiento de productos agrícolas perecederos del comprador al consumidor

Presentación

La capacitación del empresario, especialmente del sector agrícola, es una de las principales gestiones que cumple el programa de Promoción de Exportaciones Agrícolas no Tradicionales-PROEXANT. Es por tal motivo que se dictan cursos, tal es el caso del seminario sobre control de calidad y manejo post-cosecha de flores, frutas y hortalizas, lo cual demuestra la gran vocación de ayuda que guía a PROEXANT.

Esta publicación que constituye un valioso aporte para el manejo post-cosecha en los cultivos no tradicionales de exportación, fue recopilada por el Dr. José Emilio Suadi, Asesor Internacional del Manejo post-cosecha y Control de Calidad, con el propósito de promocionar entre los agricultores, inversionistas y exportadores ecuatorianos un adecuado manejo post-cosecha.

El manejo post-cosecha en los cultivos de flores, vegetales y frutas juega un papel crítico en el proceso de exportación, no solo en aquellos que se exportan frescos, sino también en los cultivos agroindustriales, en los que la materia prima debe ser transportada a la planta procesadora y, en muchos casos, deberá ser almacenado por algún tiempo antes del proceso. En ese período de tiempo el manejo post-cosecha adquiere un papel importante.

En esta publicación se resumen los aspectos más importantes del manejo post-cosecha para productos perecederos desde generalidades del manejo post-cosecha, empaque y embalaje, manejo de la temperatura, transporte y manejo de sistemas de post-cosecha para productos específicos.

Estamos seguros de que este ejemplar será de gran ayuda para todos aquellos que están o desean ingresar a la actividad exportadora ya que fue elaborado basándose en el principal objetivo de PROEXANT, el de servir lo más posible a la iniciativa privada dirigida a exportar productos agrícolas.

GENERALIDADES SOBRE LA TECNOLOGIA Y BIOLOGIA DE LA POST-COSECHA *

Durante el período entre la cosecha y el momento de ser consumido un producto hortícola, éste sufre pérdidas tanto cualitativas como cuantitativas. La magnitud de estas pérdidas de post-cosecha en vegetales y frutas se ha estimados entre el 5 y 25 por ciento en los países desarrollados y entre el 20 a el 50 por ciento en los países en desarrollo, dependiendo del producto. Nuestro objetivo consiste en reducir dichas pérdidas y para lograr este propósito debemos: (1) comprender los factores biológicos ambientales involucrados en el proceso de deterioro y (2) emplear la tecnología de post-cosecha adecuada para retrasar el deterioro y mantener la mejor calidad posible. Este capítulo incluye una reseña breve sobre el tema 1) y la introducción al tema (2), el cual será cubierto en detalle en los capítulos subsiguientes de este libro.

Las frutas frescas, verduras y ornamentales están compuestas de tejidos vivos sujetos a cambios constantes después de ser cosechados. Visto desde el punto de vista del consumidor algunos de estos cambios resultan deseables pero la mayoría no. Estos cambios no pueden evitarse pero sí retrasarse dentro de ciertos límites.

La senescencia es la etapa final en el desarrollo de los órganos de las plantas durante la cual se suceden una serie de eventos irreversibles que conllevan al rompimiento celular y por último a la muerte de la planta.

Los productos hortícolas frescos varían en su estructura morfológica (raíces, tallos, hojas, flores, frutos y otros) en su composición y en su fisiología general. Por lo tanto, lo tanto, los requisitos para cada cultivo y las recomendaciones para lograr una mayor duración después de cosechado varía entre los diferentes grupos de cultivos. Todas las hortalizas frescas tienen un contenido alto de agua y por lo tanto están sujetos a desecación (marchitamiento, acorchamiento) y a los daños mecánicos. También están expuestos al ataque de bacterias u hongos, los cuales causan daños patológicos.

---

* Adel A. Kader Lectura complementaria del Curso Manejo Post-cosecha de Cultivos Hortícolas,

Factores biológicos involucrados en el deterioro

Respiración

La respiración es el proceso por medio del cual los materiales orgánicos almacenados (tales como carbohidratos, proteínas, grasas) son descompuestos hasta formar productos simples, con la consiguiente liberación de energía. El oxígeno (O_2) se usa en el proceso y el anhídrido carbónico (CO_2) se produce en la planta. La pérdida de las reservas de alimento almacenadas en la planta significa que: (1) El envejecimiento se acelera a medida que se van gastando las reservas que proveen energía par la vida de las plantas. (2) Hay pérdida de valor alimenticio (valor energético) para el consumidor. (3) Hay reducción en la cantidad del sabor, especialmente en cuanto a dulzura y (4) Hay pérdida de peso seco vendible (el cual es especialmente importante para los productos destinados a ser deshidratados). La energía liberada como calor, mejor conocida como calor vital es muy importante y debe tomarse en cuenta para la tecnología de post-cosecha según los requisitos de ventilación y la refrigeración.

La tasa de deterioro (marchitez) en los productos cosechados es generalmente proporcional a la tasa de respiración de los mismos. En la tabla 1 se muestra una clasificación de los productos hortícolas de acuerdo a sus respectivas tasas de respiración. Las frutas se pueden colocar dentro de dos grupos dependiendo de sus patrones de respiración y producción de etileno durante el proceso de maduración y sazonamiento. Estos grupos son (tabla 2): grupo de frutas climatéricas y no climatéricas. Las climatéricas exhiben un alza considerable en las tasas de producción de etileno (C_2H_2) y CO_2 que coincide con el proceso de maduración, mientras que las no climatéricas no muestran cambios en sus tasas de producción de CO_2 y C_2H_2 de por sí bajos durante la maduración.

Producción de etileno

El etileno es el compuesto orgánico más simple que tiene efecto sobre los proceso fisiológicos de las plantas. Es un producto natural que proviene del metabolismo de las plantas y lo producen todos los tejidos de las plantas mayores y algunos micro-organismos. El etileno es considerado como la hormona que actúa como agente del envejecimiento y la maduración natural; también está activo fisiológicamente en cantidades de traza (menor de 0.1 ppm). También juega un papel importante en el absición de los órganos de las plantas.

Se ha incluído una clasificación de los productos hortícolas de acuerdo a sus tasas de producción de etileno en la tabla 3. No existe una relación consistente entre la capacidad de una planta en la producción de C_2H_2 y su perecebilidad. Sin embargo, exponer la mayoría de los cultivos al C_2H_2 acelera su envejecimiento. Generalmente las tasas de producción de C_2H_2 aumentan con la cosecha ya madura, los daños físicos, la incidencia de enfermedades, el aumento en la temperatura hasta 30 grados C (86 grados F) y el stress por pérdida de agua. Por otro lado se han reducido las tasas de producción de etileno en los productos hortícolas frescos al almacenarlos a las temperaturas más bajas seguras para cada producto y al reducir el nivel del O_2 (a menos del 8%) y luego al elevar el nivel de CO_2 (a más del 2%) en el producto. (Véase tabla 1)

Cambios en la composición

Muchos cambios de pigmentación se llevan a cabo durante el desarrollo y la maduración del producto en la planta.

Los siguientes cambios pueden continuar después de la cosecha y en algunos casos son ventajosos pero en otros no.

1. Pérdida de clorofila (color verde) ventajoso en el caso de las frutas pero no para las verduras.

2. Desarrollo de carótenos (colores amarillo y anaranjado) el cual es ventajoso en frutas tales como los duraznos y limón. El color rojo en los tomates se debe a un caroteno específico llamado Lycopene; el beta-caroteno es un productor de vitamina A y por lo tanto tiene una calidad nutritiva muy importante.

3. Desarrollo de antocianinas (colores rojo y azul) beneficioso en frutas tales como manzanas (las de cultivo rojo), cerezas, fresas y bayas de arbusto. Estos pigmentos son solubles en agua y muchos menos estables que los carotenos.

4. Los cambios en las anticianinas y otros compuestos fenólicos pueden producir un color café en los tejidos, lo cual no resulta favorable desde el punto de vista de calidad y apariencia.

Los cambios en los carbohidratos incluyen: (1) conversión de almidón a azúcar (indeseable en las papas pero deseable en las frutas), (2) conversión de azúcar a almidón (indeseable

en las arvejas y maíz dulce) y (3) la conversión de los almidones y azúcar a CO_2 y agua a través de la respiración.

La descomposición de las pectinas y otros polisacáridos dan como resultado el ablandamiento de las frutas, lo cual aumenta la susceptibilidad a los daños mecánicos. El aumento en el contenido de lignina es el responsable del endurecimiento de los espárragos y verduras de raíz.

Los cambios producidos en los ácidos orgánicos, las proteínas, amino-ácidos y lípidos pueden influir en la calidad del sabor del producto. La pérdida del contenido vitamínico, especialmente del ácido ascórbico (vitamina C), va en detrimento de la calidad nutritiva. La producción de volátiles del sabor asociados con la maduración de los frutos es muy importante para su calidad de comestible. (Ver tabla 2)

Desarrollo y Crecimiento

Al retoñar las papas, cebollas, ajos y tubérculos, minimizan su valor utilizable y aceleran su deterioro. Lo mismo sucede cuando echan raíces las cebollas y los tubérculos. Las puntas de espárragos continúan creciendo después de cosechadas. Si al colocarlas horizontalmente se observa una elongación y curvatura en las mismas, se verá también que esto produce endurecimiento y pérdida de sabor.

Los mismos resultados geotrópicos ocurren en los gladiolos y la flor de dragón cuando éstas se almacenan horizontalmente. Desde el punto de vista de la calidad es bastante indeseable que las semillas germinen dentro de las frutas como tomates, chiles y limones.

Transpiración o pérdida de agua.

La pérdida de agua puede ser una de las causas principales de deterioro ya que no sólo hay pérdida cuantitativa directa (pérdida de peso vendible, sino que también pérdida en cuanto a presentación debido a marchitez y acorchamiento) y calidad de la textura (ablandamiento, flacidez, pérdida de frescura y jugo) además de pérdida en la calidad nutritiva.

El sistema dermal (cubiertas externas protectoras) juega un papel importante en la regulación de la pérdida de agua en el producto hortícola. Este sistema incluye la cutícula, las células epidermales, el estoma, los lantículos y los tricomas (pelos). La cutícula está compuesta por ceras superficiales, la cutina enclavada en la cera y una capa de mezcla de cutina, cera y polímeros de carbohidratos.

El grosor y la composición química de la cutícula varían grandemente entre los productos hortícolas y entre las diferentes etapas de desarrollo de los mismos. La velocidad de la transpiración depende o está influenciada por factores internos (características morfológicas o anatómicas, proporción entre la superficie y el volumen, golpes superficiales, y etapa de madurez) y los factores externos o ambientales (temperatura, humedad relativa, velocidad del aire y presión atmosférica).

La transpiración (evaporación del agua en los tejidos de la planta) es un proceso que puede ser controlado por medio de varios tratamientos aplicados al producto (ej. cubiertas superficiales y envolturas de plástico fino) o por medio de la manipulación del ambiente (ej. mantenimiento de la humedad a un nivel relativamente alto y el control de la velocidad del aire en circulación). (Véase tabla 3)

Descomposición Fisiológica

La exposición del producto a temperaturas inadecuadas pueden ocasionar desórdenes fisiológicos.

1. Daños por congelación. Productos mantenidos a temperaturas más bajas que las requeridas para su congelación.

2. Daños por frío. Productos (principalmente los tropicales y subtropicales) mantenidos a temperaturas por sobre el punto de congelamiento y más bajo de los 5 a 15 grados C (41 grados a 59 grados F) según sea el producto.

Los síntomas de daños fisiológicos son: decoloración superficial e interna, pequeños hundimientos en la superficie, áreas empapadas de agua, maduración desigual, o falta de maduración, pérdida del sabor y una incidencia acelerada de moho superficial y putrefacción.

3. Daños por calor. Exposición a la luz del sol directa o a temperaturas excesivamente altas.

   Síntomas. Blanqueamiento, quemaduras superficiales o irritación, maduración desigual, ablandamiento excesivo y desecamiento.

Ciertos tipos de desórdenes fisiológicos se originan por desbalances nutritivos ocurridos antes de la cosecha. Por ejemplo: pudrición de la parte floral-terminal del fruto del

tomate y el bitter pit en las manzanas resultan por una deficiencia de calcio. El incrementar el contenido de calcio durante los tratamientos antes y después de la cosecha ayuda a reducir la susceptibilidad del producto a los desórdenes fisiológicos. Tanto una atmósfera con un contenido de oxígeno muy bajo (<1%) o contenido de anhídrido carbónico elevado (>20%) pueden ocasionar una descomposición fisiológica en la mayoría de los productos hortícolas. En ciertos productos la exposición al C_2H_2 puede inducir cierto tipo de descomposición fisiológica. Tanto las interacciones entre O_2, CO_2 y C_2H_4 como la temperatura y la duración del almacenaje influyen en la incidencia y severidad de los desórdenes fisiológicos relacionados con la composición atmosférica.

Daño Físico

Existen varios tipos de daños físicos (tales como lastimaduras superficiales, magulladuras por golpe o vibración entre otros) que contribuyen grandemente al deterioro del producto. Los daños mecánicos no sólo son invisibles, sino que aceleran la pérdida de agua, dan lugar a infecciones causadas por hongos y estimulan la producción de CO_2 y C_2H_4.

Descomposición patológica

Uno de los síntomas de deterioro más común y obvio proviene de la actividad de bacterias y de hongos. Generalmente, después del daño físico o descomposición fisiológica del producto en la fruta sobreviene el ataque de la mayoría de estos organismos. En unos pocos casos un patógeno ataca tejidos aparentemente sanos y se convierte en un foco principal de infección. Generalmente las frutas y verduras oponen una resistencia bastante considerable ante el ataque potencial de patógenos que perdura durante la mayor parte de su vida de post-cosecha. El comienzo de la maduración en los frutos y el envejecimiento de los productos da como resultado una mayor susceptibilidad a la infección causada por patógenos.

La tensión causada por daños mecánicos, enfriamiento y escaldadura por el sol, bajan la resistencia del producto ante el ataque de patógenos.

Factores ambientales que influyen en el deterioro del producto

Temperatura

La temperatura es el factor ambiental más importante que influye en la tasa de deterioro de los productos cosechados. Por cada 10 grados C aumentados (50 grados F) sobre el óptimo, la tasa de deterioro aumenta al doble o al triple (véase tabla 4). Como ya se mencionó anteriormente la exposición a temperaturas anormales da como resultado muchos desórdenes fisiológicos. La temperatura también influye en la manera como el etileno, la reducción de oxígeno y el anhídrido carbónico elevado pueden afectar al producto. De la misma manera la temperatura influye en la germinación de esporas y la tasa de crecimiento de los patógenos. Algunos patógenos tales como el hongo Rhizopus son sensibles a las temperaturas bajas, por lo tanto el enfriar el producto bajo 5 grados C (41 grados F) inmediatamente después de cosechado puede reducir considerablemente la incidencia de este patógeno. En la tabla 2.5 se muestra una comparación de los efectos de la temperatura según las respuestas de los productos hortícolas post-cosechados sujetos a enfriamiento. Ver tabla 4.

Humedad Relativa

La tasa de pérdida de agua en frutas y vegetales depende del déficit en la presión del vapor entre el producto hortícola y el aire ambiental que le rodea, el cual a su vez está influenciado por la temperatura y la humedad relativa. A una temperatura y tasa de movimiento de aire dados, la tasa de pérdida de agua del producto depende de la humedad relativa. A una humedad relativa dada, la pérdida de agua aumenta a medida que aumenta la temperatura. Ver tabla 5.

Composición Relativa

Tanto la reducción del oxígeno como la elevación de anhídrido carbónico ya sea de manera intencional (modificando o controlando el almacenamiento atmosférico) o no, pueden ya sea retrasar o acelerar el deterioro de un producto hortícola fresco. La magnitud de estos efectos depende del producto, el cultivo, la edad fisiológica, el nivel de O_2 y CO_2, la temperatura y el tiempo transcurrido antes de ser consumido.

Etileno

Los efectos producidos por el etileno en los productos hortícolas cosechados pueden ser negativos o positivos. Por lo tanto es de gran importancia para todos los que están en el negocio de las frutas, verduras y ornamentales. El etileno es de ayuda cuando se quiera proporcionar una maduración más rápida y uniforme en las frutas que se recogen en estado verde-maduro (sazón). Por otra parte, al exponer la mayor parte de los vegetales y ornamentales al etileno se obtienen resultados negativos que afectan la calidad de los mismos.

Luz

No se deben exponer las papas a la luz ya que se vuelven verdosas debido a la formación de clorofila y/o solarima (tóxica para los humanos), tampoco se debe inducir el color verde por medio de luz en la Endivia Belga.

Otros factores

Se pueden aplicar varios tipos de químicos (ej: fungicidas, reguladores de crecimiento) pueden ser aplicados a los productos hortícolas para afectar uno o más de los factores de deterioro biológico.

Procedimientos Tecnológicos de Post-Cosecha

Procedimientos del manejo de temperatura

El manejo de la temperatura constituye el arma más importante que se tiene para extender la vida de los productos hortícolas almacenados. El manejo de la temperatura adecuada comienza con la remoción rápida del calor de campo usando uno de los siguientes métodos de enfriamiento: hidroenfriamiento, añadir hielo en la caja, añadir hielo sobre la caja, enfriamiento por evaporación, enfriamiento del cuarto, enfriamiento por aire forzado, enfriamiento por aire forzado serpentino, enfriamiento al vacío y enfriamiento al hidro-vacío.

Las instalaciones para almacenamiento frío deben estar bien equipadas y diseñadas. Deben poseer (1) una buena construcción y aislante, incluyendo una barrera de vapor completa sobre el lado cálido (usualmente el lado exterior) del aislante. (2) pisos fuertes, (3) puertas adecuadas y bien ubicadas para permitir la carga y descarga, (4) distribución efectiva del aire refrigerado, (5) controles sensibles y bien ubicados (6) suficiente superficie de resortes de refrigeración para minimizar la diferencia que hay entre las temperaturas en los resortes de refrigeración y el aire y (7) capacidad para satisfacer necesidades futuras.

El producto hortícola debe ser almacenado en el cuarto frío dejando espacios de aire entre las paredes del cuarto y los trinquetes y también entre los trinquetes para estar seguros de tener una circulación de aire adecuado.

Los cuartos de almacenamiento no deben llenarse más allá de su capacidad para asegurar un enfriamiento adecuado. Al monitorear la temperatura se deberá usar la temperatura del producto y no la del aire.

Los furgones o vehículos de transporte deben enfriarse antes de cargar el producto. Se deben evitar los retrasos entre el período de enfriamiento después de la cosecha y el momento de cargar los vehículos de tránsito. Se debe mantener una temperatura apropiada a lo largo de todo el proceso de manejo del producto.

Control de la Humedad Relativa

La humedad relativa puede influir en la pérdida de agua, el desarrollo de la marchitez, la incidencia de algunos desórdenes fisiológicos y la uniformidad de la maduración del fruto. La condensación de la humedad sobre el producto (sudorización) por períodos largos de tiempo incide más directamente sobre el deterioro del producto y de manera más directa que la humedad relativa del ambiente. Una humedad relativa adecuada es del 85 a 95 por ciento para frutas y del 90 al 98 por ciento en vegetales exceptuando las cebollas secas y las calabazas (70% a 75%). Algunas verduras de raíz pueden mantenerse en buenas condiciones con una humedad relativa dle 95 al 100%.

Se puede lograr el control de la humedad relativa siguiendo uno o más de los procedimientos siguientes.

1. Añadiendo humedad al aire por medio de humedecedores (vapor o rociado de agua).

2. Regulando el movimiento del aire y la ventilación en relación con la carga de producto almacenados en el cuarto frío.

3. Manteniendo la temperatura de los serpentines de refrigeración dentro de los 1 grados C (2 grados F) de la temperatura del aire.

4. Teniendo barreras de humedad tales como cuartos de almacenamiento y paredes de vehículos de tránsito con aislantes, forros de polietileno dentro de los contenedores y películas plásticas para empaque.

5. Mojando el piso de los cuartos de almacenamiento.

6. Colocando hielo picado en los contenedores para embarque o en los mostradores de menudeo, si el producto en cuestión no se daña con esta práctica.

7. Rociando el producto en los mostradores con agua. Esto se puede hacer con las verduras con hojas, raíces o vegetales, frutas sazonas. (ej.: elotes, güisquiles, arvejas).

Suplementos en cuanto al Manejo de la Temperatura

Comercialmente se están usando muchos procedimientos tecnológicos en cuanto al manejo de la temperatura. Sin embargo, ninguno de estos procedimientos, ya sea por sí solor o en combinación pueden sustituir la temperatura óptima y la humedad relativa en la extensión de la vida de los productos hortícolas sobre los mostradores. Lo que sí es cierto es que pueden ayudar a alargar la vida de los productos más allá de lo que se cree solamente con la refrigeración.

Procedimientos suplementarios

Tratamientos que se aplican al Producto:

1. Curado de las raíces, bulbos o tubérculos de ciertas verduras. 2.Limpiar el exceso de humedad superficial. 3. Eliminar el producto defectuoso. 4. Cubrir con capas de cera u otros. 5. Tratamientos con calor (agua caliente y calor con vapor). 6. Tratamientos con fungicidas para la post-cosecha. 7. El uso de inhibidores de retoños. 8. Tratamientos químicos especiales (calcio, inhibidores). 9. Fumigación para el control de insectos y, 10. Tratamiento de etileno (quitar el color verde, maduración).

Tratamientos para manipular el ambiente:

1. Empaque. 2. Control del movimiento y circulación del aire. 3. Control de intercambio de aire o ventilación. 4. Exclusión o renovación del etileno. 5. Atmósferas controladas o modificadas y 6. Procedimientos de saneamiento.

Tendencias y desarrollos futuros en el manejo de perecederos

Continuamente se están llevando a cabo grandes esfuerzos por mejorar las tecnologías existentes y por probar nuevas ideas que ofrezcan alternativas a los procedimientos actuales.

1. Métodos de enfriamiento - mejorados, más eficientes energéticamente.

2. Monitoreo de temperatura y métodos de control, mejor tecnología de micro procesadores en vehículos de tránsito y cuartos de almacenaje.

3. Acelerar el manejo, transporte rápido sistemas de distribución más eficientes y un aumento en la comercialización directa.

4. Incremento en la mecanización de las cosechas, manejo del producto a granel desde el campo hasta el lugar de empaque y durante el transporte a los mercados y el uso de "pallets" al cargar el producto.

5. Tipos de contenedores para embarque. Reducción a unos pocos tamaños, cada uno adecuado para numerosos productos.

6. Se ha incrementado el uso de hojas de deslizado en los "pallets".

7. El uso de contenedores retornables de parte de los distribuidores y aumentar su uso dentro de un área geográfica o la organización.

8. Atmósferas modificadas, incremento en el uso en: el empaque para los consumidores, coverturas a los trinquetes, en vehículos de tránsito y cuartos de almacenamiento fríos; se pueden facilitar más embarques de cargas mezcladas.

9. Verduras y frutas parcialmente preparadas, aumento en el mercado de lechuga cortada, zanahorias y repollo, por ejemplo, tanto para uso institucional como del consumidor.

10. Otras modificaciones en los procedimientos de manejo para economizar mano de obra, el uso de energía y para proteger el ambiente.

Referencias

1. Organización de las Naciones Unidas para Alimentos y Agricultura 1981. Prevención en la pérdida de perecibles, FAO Servicio Agrícola. Boletín 43. Organización de Naciones Unidas para Comestibles y Agricultura. Roma - 22 páginas.

2. Grierson, W.J., W.F. Wardowski 1979. Efectos de la Humedad Relativa enla vida de frutas y verduras post-cosechadas. Hont Science 13:570-576

3. Harvey J.M. 1978. Reducción en la Pérdida de Frutas y Verduras Frescas para el Mercado. Anuario. Reo. Phytopath 16:321-41.

4. Instituto Internacional de Refrigeración 1979. Condiciones Recomendadas para el Almacenamiento en Frío de Perecibles.

5. Kader, A.A. 1983. Mantenimiento de la calidad de frutas y verduras post-cosechadas, en los países en desarrollo. En fisiología dela post-cosecha y preservación de la siembra, ed-M. Lieberman, 520-36. Nueva York: Plemnum.

6. Kader, A.A. J.M. Lyons y LL. Morris 1974. Calidad y respuesta de Post-cosecha de vegetales a temperatura de Precosecha. Hont Science 9:523-27.

7. Academia Nacional de Ciencias 1978. Pérdidas de alimentos post-cosechados en los países en desarrollo. Ciencias y Tecnología para el Desarrollo Internacional. Washington D.C.: NAS-202 pp.

8. Rhodes, M.J.C. 1980. La Maduración de los frutos sazones. En la Senectud de las Plantas. Ed. K.V. Thumann 157-205. Boca Ratón. F.L. C.R.C. Press.

9. 1980 b. La Base Fisiológica para la conservación de las siembras comestibles. Prog. Alimentos y Nutricicón. 4 (3-4): 11-20.

10. Tundall, H.B. y F.J. Prctor 1980. La Prevención de Pérdidas en los productos hortícolas en el trópico. Prog. Alimentos y Nutrición 4 (3-4): 25-40.

TABLA 1.- CLASIFICACION DE LOS PRODUCTOS HORTICOLAS DE ACUERDO CON SUS TASAS DE RESPIRACION

CLASE	VARIACION DE 5°C (41°F) Mg CO_2 1 Kg-hora	PRODUCTO
Muy bajo	LS	Nueces, dátiles, frutas secas y verduras.
Bajo	5 - 10	Manzanas, cítricos, uvas, kiwi (bayas chinas), ajo, cebollas, papa (madura), camote.
Moderado	10 - 20	Albaricoque, banano, cerezas, duraznos, manzana, higos (frescos), nectarino, ciruelas, repollo, zanahoria, lechuga, chile, tomate, papa (inmadura).
Alto	20 - 40	Fresa, mora, frambuesa, coliflor, frijol, lima, aguacate.
Muy Alto	40 - 60	Alcachofas, cebollas verdes, elotes, col de Bruselas, flores cortadas.
Extremadamente Alto	> 60	Espárragos, brócoli, espinacas, maíz tierno, hongos, arvejas.

* calor vital (Btu/24 hrs = Mg CO_2/Kg - hr x 220)

TABLA 2.- CLASIFICACION DE ALGUNAS FRUTAS DE ACUERDO A SU COMPORTAMIENTO RESPIRATORIO DURANTE LA MADURACION

FRUTAS CLIMATERICAS		FRUTAS NO-CLIMATERICAS	
Manzana		Mora	Naranjas .
Albaricoque	Melón	Cacao	Chile verde
Aguacate	Nectarino	Marañón	Piña
Banano	Papaya	Cereza	Granadilla.
Biriba	Duraznos	Pepino	
Frambueza	Pera	Uva	Mandarina .
Arbol de pan	Plátano	Toronja	Fresa .
Chirimoya	Níspero	Jujube	Pipianes .
Feijoa	Zapote	Limón	
Higo	Tomate	Lima	
Guayaba	Guanábana	Aceitunas	
Kiwi	Sandía		
Mango			

TABLA 3.- CLASIFICACION DE LOS PRODUCTOS HORTICOLAS DEPENDIENDO DE SUS TASAS DE PRODUCCION DE ETILENO

CLASE	RANGO A 20 GRADOS C (68 GRADOS F) Ml C2h4 Kg-hr	PRODUCTO
Muy bajo	Menos de 0.1	Alcachofas, espárragos, coliflor, cereza, cítricos, uva, jujube, fresa, granadilla, vegetales con hojas, vegetales con raíz, papas, flores cortadas.
Bajo	0.1 - 1.0	Arándano (mortiños), arándano agrio, pepino, berengena, okra, aceituna, chile, placaminero, piña, calabaza, frambueza, "tamarillo", sandía.
Moderamente alto	1.0 - 10.0	Banano, higo, guayaba. melón, mango, plátano, tomate.
Alto	10.0 - 100.0	Manzana, albaricoque, aguacate, cantaloupe, feijoa, kiwi (maduro), nectarino, papaya, durazno, pera, ciruelas.
Muy Alto	Más de 100.0	Chirimoya, manzana, mamey, zapote.

TABLA 4.- EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA TASA DE DETERIORO EN UN PRODUCTO SENSIBLE AL FRIO

TEMPERATURA °F	°C	Q 10* ASUMIDO	VELOCIDAD DETERIORO RELATIVA	VIDA RELATIVA DE ALMACENAMIENTO	PERDIDA DIARIA %
32	0	*	1.0	100	1
50	10	3.0	3.0	33	3
68	20	2.5	7.5	13	8
86	30	2.0	15.0	7	14
104	40	1.5	22.5	4	25

$$Q\ 10 = \frac{\text{TASA DE DETERIORO A UNA TEMPERATURA DE + 10°C}}{\text{TASA DE DETERIORO A T}}$$

TABLA 5.- CLASIFICACION DE LOS PRODUCTOS HORTICOLAS DEPENDIENDO DE SU SENSIBILIDAD AL DAÑO POR FRIO

GRUPO I Productos no susceptible °F °C al Daño por Frío	GRUPO II Producto susceptible al Daño por Frío
Daño por temperaturas altas	Daño por temperaturas altas.
Temperatura Optima para maduración de frutas Temperatura ideal para almacenamiento	Temperatura Optima para. maduración de las frutas Temperatura ideal para . tránsito y almacenamiento
Daño por congelamiento	Daño por frío Daño por congelamiento

Manzana *	Alcachofa	Aguacate	Ejote
Albaricoque	Espárrago	Banano	Pepino
Baya de arbusto	Frijol lima	Chirimoya	Melón mus..
Cereza	Remolacha	Cítricos	Aceitunas
Higo	Bróccoli	Feijoa	Chile verd
Uva	Col de Bruselas	Jujube	Papa
Kiwi	Repollo	Mango	Calabaza
Nectarino	Zanahoria	Aceitunas	Güisquil
Duraznos	Coliflor	Papaya	Camote
Pera	Apio	Piña	Tomate
Nípsero	Maíz tierno	Plátano	Melón
Ciruelas rojas	Ajo	Granadilla	
Ciruelas	Lechuga	Zapote	
Fresa	Cebolla		
Persimmon *	Arvejas		
	Rábanos		
	Espinaca		

* Algunas variedades son susceptibles a daños por frío.

PREPARACION DE LOS PRODUCTOS PARA EL MERCADO FRESCO *

La protección de las frutas frescas debe comenzar en el campo de la cosecha y debe continuar hasta su consumo. Muchos problemas de deterioro son el resultado de abusos en la fruta acumulados durante el período de manejo de post-cosecha. Por lo tanto, la protección en el campo y "packing" es vital, no solamente para evitar los síntomas inmediatos de deterioro sino que la aparición de los síntomas posteriores durante su distribución.

Cosecha

Envases cosecheros

La mayoría de los productos para mercado fresco son cosechados en la actualidad manualmente y puestos en baldes o bolsas y se depositan en bins para su posterior manejo. Los baldes cosecheros típicos se usan para las frutas más delicadas y para los frutos menos susceptibles a daños se utilizan bolsas cosecheras. Algunos frutos más delicados aún se trasladan posteriormente a cajas cosecheras (por ejemplo, uva de mesa). Frutos muy suaves y delicados pueden cosecharse, seleccionarse y embalarse dentro del mismo envase para embarque por el cosechador (por ejemplo, frutillas). A pesar del extensivo trabajo sobre cosecha mecánica, no existen actualmente sistemas de manejo mecánico para frutas frescas en California.

Las dimensiones de los bins en California son estándares y éstas son: 47 x 47 pulgadas (1.200 x 1.200 mm) exteriores y 24 pulgadas (600 mm) de altura interna. Mientras que la mayoría de los productos tolerarán esta altura, algunas cerezas se manejan en bins de 12 pulgadas (300 mm) de altura para evitar daños. Los bins son generalmente de madera terciada, recubiertos en su interior y con ventilaciones laterales y en el fondo para facilitar la circulación del aire.

Los bins deben estar limpios y con la superficie libre de asperezas para evitar el daño del producto. El lavado, vaciado e hidroenfriado frecuentes pueden causar endurecimiento de la superficie de madera terciada del bin lo que puede aumentar los problemas por daños. Se forra la

---

* F. Gordon Mitchell. Lectura complementaria del Curso Manejo Post-cosecha de Cultivos Hortícolas,

Previous Page Blank

madera con plástico en algunas ocasiones para realizar esos tratamiento. Se instalan a veces forros de plásticos separados en el bin si la fruta se va a vaciar inmediatamente. Estos forros son poco prácticos cuando se requiere ventilación para el enfriado de los productos, o cuando se hacen las prácticas de vaciado en agua.

Una supervisión muy cuidadosa es el factor primordial para proteger la fruta contra daños. Los daños físicos pueden ser resultado de procedimientos inadecuados de cosecha, caidas excesivas de los frutos en las cajas, el sobre-llenado de los envases, los golpes de los envases cosecheros (especialmente en las bolsas delgadas) con las escaleras, poco cuidado al trasladar los bins. Para evitar estos problemas se requiere una supervisión constante y estricta.

Transporte desde el campo

Existen diversas causas de daño físico como resultado de la operación de traslado del campo. Los daños por golpe suceden cuando se caen los bins. Los daños por compresión son el resultado de una estiba de envases llenados en exceso y deben existir restricciones de altura de llenado con algunos frutos más delicados. Los daños por rasapadura o vibración pueden producirse durante el transporte a raíz del movimiento de la fruta o raspaduras producidas por superficies ásperas o por el roce con otros productos.

Son muchos los lugares que requieren de supervisión para disminuir los daños físicos de los frutos. A pesar de la estricta supervisión que existe para disminuir los problemas durante la carga, pueden ocurrir daños considerables durante el transporte en camión. Algunos de los pasos a seguir para evitar estos problemas son los siguientes:

1. Evitar el movimiento prolongado del bin con la guía de la horquilla a través del campo, desde la cosecha al lugar de carga.
2. Supervisar la carga en los camiones para evitar caídas de los bins.
3. Mantener los caminos en buen estado para evitar baches y hoyos.
4. En lo posible debe elegirse rutas que estén en buen estado.
5. Restricción de la velocidad de transporte a una velocidad segura. Esto puede requerir diferentes límites de velocidad en las distintas rutas.
6. Reducir la presión de aire de los neumáticos en los camiones de transporte. Esto ayudará a reducir la transmisión del movimiento a la fruta.

7. En el caso de compra de un nuevo equipo, considerar la suspensión neumática. En los ensayos que se han hecho se comprobó que se han reducido en un 50% los daños por movimiento con los sistemas suspensión neumática.
8. Hacer ensayos en las superficies de los envases para comprobar si el enarenado, cubierta o forro reducen los daños. Bajo condiciones difíciles, se deben considerar bins de madera terciada forrados en plástico.

Control de la temperatura

La protección de la temperatura en el campo involucra protección contra calentamiento y un manejo rápido y enfriado para disminuir la exposición a altas temperaturas. Diversos ensayos hechos con frutos demuestran que la menor brisa producirá en los frutos recién cosechados, un alza de la temperatura cercana a la del medio ambiente. Las frutas expuestas al sol se calientan muchos grados más lados que la temperatura ambiental, dependiendo del color de la superficie.

La protección de la temperatura en el campo debiera comenzar por poner la fruta bajo sombre después de su cosecha. Esto significa trasladar los frutos cosechados hacia las sombras de los árboles, en espera de su transporte. Si no existe sombra disponible se pueden utilizar sombras portátiles logradas con los envases vacíos sobre los productos.

La velocidad en el manejo de la fruta es la única protección común durante el transporte. El traslado a tiempo de los productos cosehcados al lugar de embalaje o la cámara de frío, reducirá el calentamiento del fruto y por ende su deterioro. Cuando se realizan transportes prolongados se debiera cubrir la carga lo que resulta muy beneficioso. Cabe recordar que la fruta expuesta al sol se calentará muy rápidamente ya sea en el campo o en la parte de arriba de la carga en el camión. Es así que el flujo de aire a través de la carga durante su transporte puede calentar rápidamente la fruta a la temperatura ambiental. Los retrasos en el transporte de frutas frías y cosechadas temprano que impliquen esperar hasta el mediodía, el calentamiento producido acelerarán el deterioro y aumentarán el costo de enfriado.

Si se usa una carpa para cubrir la carga de fruta durante el transporte, ésta debiera ser de color claro (blanco o plateado) y debiera conservarse limpia con el fin de mantener una buena reflexión del calor. Si esta carpa se extiende

hacia abajo en los lados de la carga, el flujo de aire se bloqueará y puede prevenir el calentamiento del producto. El mojado de la carpa reducirá más aún la temperatura al proveer de una superficie de enfriado evaporativo. Se debe tener cuidado de que la carpa realmente evite el calor dentro de la carga, de lo contrario habrá un calentamiento acelerado de la fruta. Bajo condiciones difíciles de transporte, se puede utilizar el sistema de "top-ice" (hielo sobre la carga) en los productos resistentes al agua, en el campo antes de su transporte.

Preparación para el embalaje

Despacho al embalador

La mayoría de la fruta es vaciada en una cinta transportadora. Esto siempre se ha hecho en forma manual. Se inventó un sistema mecánico de vaciado de las cajas cosecheras para proveer un flujo uniforme de fruta. En algunos productos este vaciado será muy perjudicial por los daños que puede producir. Las uvas de mesa son embaladas directamente en el campo desde las cajas cosecheras sin usar vaciado. Algunas frutas de carozo con su madurez de consumo completa son embaladas para mercados especiales directamente de los baldes cosecheros. En California, las frutillas y otros "berries" nunca se ubican en una caja cosechera sino que se embalan directamente en envases para embarque durante la cosecha.

Dado que la mayoría de los frujos son manejados en bins, el bin adaptado para vaciado es el más común. Existen vaciados en seco y con agua. En los vaciados en seco normalmente el bin se cubre con un relleno amortiguador, se inclina el bin para darlo vuelta lentamente, y botar la fruta. Se usan correas controladas electrónicamente para lograr el vaciado de la fruta en forma uniforme hacia la línea de selección. Estos "vaciados en seco" con un diseño apropiado son capaces de vaciar la fruta en forma uniforme con daños mínimos.

Los vaciados en agua pueden ser de diferentes tipos, dependiendo de, si el producto se vaciará en agua o flotará dentro del bin. En el sistema de vaciado más comúnen el que las frutas flotan, los bins se sumergen completamente hasta que comienzan a flotar los productos. Existen bombas que circulan el agua del vaciado para transportar la fruta flotante a un elevador donde se enjabona y traslada a la línea de selección. Para que los furtos floten con una densidad mayor que la del agua se agrega sal al agua (por lo general sulfato de sodio).

La sanidad es importante en el vaciado en agua. El agua de vaciado desarrollará altas concentraciones de esporas fungosas las que se pueden introducir en las heridas producidas durante la cosecha y manejo de los frutos. Los tanques de vaciado debieran ser diseñados para lograr un vaciado y llenado rápido para su fàcil limpieza. Concentraciones de 50 a 200 ppm de cloro se mantienen generalmente en el agua de vaciado de los tanques como fungicida, aunque se debe conocer de antemano la resistencia del producto al cloro.

Línea de selección

Para lograr una operción eficiente de selección se deben cumplir con diversos requerimientos. La falta de un espacio adecuado de selección es probablemente el factor más limitante en las instalaciones de embalaje. Esto se ha hecho crítico a raíz de la adopción de las técnicas de embalaje a granel. Los requerimientos de selección incluyen:

1. Lugar de selección: En el diseño del lugar de selección no sólo interesa el rendimiento por hora sino que va a depender de las diferentes calidades de fruta que se quiere obtener a la salida de la línea (por ejemplo, grado 1, 2, etc.), dependiendo esto de los parámetros que se tomen en cuenta para la selección de los productos (color, forma, defectos y otros); asimismo como tamaño de la fruta y número de frutas por caja.

2. Capacidad de ajuste del flujo de la fruta: Se debe supervisar el control de velocidad de la correa de selección de tal forma de ordenar la fruta por calidad, tamaño, etc.

3. Asignación de responsabilidad: Cada trabajador debe tener una responsabilidad específica. Esto implica por lo general, un área o zona específica de la correa de selección. Cuando se debe tomar decisiones, se debe responsabilizar por cada decisión cada trabajador por separado.

4. Inspección del producto: Los trabajadores deben hacer un examen completo de todas las superficies del producto para lograr una selección eficiente. Se debe evitar el diseño que implique que la correa no sea vista por el trabajador. Se deben considerar diversos sistemas para activar los productos a medida que se alejan por la correa de selección. Una rotación lenta o movimientos

periódicos son recomendables. Los sistemas que rotan mueven periódicamente la fruta y proveen una mayor visibilidad. Es esencial una iluminación adecuada del producto.

5. Comodidades para el trabajador: Cabe recordar que los trabajadores deben operar eficientemente durante largas horas de trabajo. Esto no se puede lograr si no se cuenta con condiciones apropiadas para este trabajador. Se debe tener plataformas y ubicar los banquillos a una altura adecuada para cada trabajador y un diseño de la correa de selección apropiado de tal forma de evitar movimientos innecesarios.

6. Evitar daño del producto: El sistema aborcador de la fruta, la correa de selección y el sistema de distribución se deben diseñar de tal forma de evitar los daños. Se debe tener precaución con las caídas y fallas en el sistema. Las correas de selección activadas para una buena visibilidad del producto se hacen necesarias. También una limpieza de la instalación ayuda a reducir el daño de los productos.

7. Entrenamiento del trabajador y supervisión: Ningún sistema de selección dará buenos resultados si los trabajadores no están bien entrenados y supervisados. Los trabajadores deben saber claramente sus responsabilidades y tamibén deben conocer las categorías y límites de los defectos y separaciones. Los supervisores deben estar familiarizados con los límites de rendimiento de los trabajaodres y ser capaces de identificar ya sea una selección deficiente o aceptable. Los supervisores deben ser también capaces de adaptar el flujo del producto al rendimiento del trabajador.

Calibrado de la fruta

Los calibradores de fruta existen en el mercado en distintos tipos de diseño. Pueden ser calibradores de peso, tamaño o también pueden medir la fruta mediante puntos de contacto. El sistema de flujo de productos debe ser diseñado adecuadamente para que cualquier tipo de calibrador funciones eficientemente.

Se deben considerar 3 requerimientos importantes para seleccionar el calibrador.

1. Capacidad. El calibrador debe ser capaz de cumplir con los requerimientos de volumen de la operación de embalaje. Como regla general, se debe estimar la capacidad comercial del calibrador en dos tercios de la capacidad teórica.

   Dado que la capacidad del calibrador está relacionada con el número de frutos, es conveniente seleccionar la capacidad requerida sobre la base del calibre promedio menor.

2. Precisión. El calibrador debe ser capaz de seleccionar los frutos dentro de los requerimientos de precisión. Esto significa cumplir con requerimientos de uniformidad para un envase determinado para un tamaño comercial determinado, o simplemente para cumplir con los requerimientos legales de calibre.

3. Daño. Los calibradores deben estar capacitados para cumplir con los requerimientos antes mencionados sin dañar los frutos.

Tratamientos especiales

Pueden existir otros tratamientos especiales, dependiendo del producto a ser embalado. Estos pueden incluir:

1. Pre-calibrado. Los pre-calibradores se ubican, generalmente, inmediatamente después del tanque de vaciado y están diseñados de tal forma de eliminar todas las frutas que estén bajo el tamaño aceptable. Estos pre-calibradores se usan a menudo para disminuir el flujo del producto hacia la línea de embalaje. Existen diferentes tipos de pre-calibradores y tienen los mismos requerimientos que los calibradores salvo que se usan para hacer una sola reparación.

2. Limpiado y lavado. Muchos frutos pueden necesitar de limpieza y lavado para eliminar el aceite o ceras naturales. Lavados con detergentes se usan a menudo con escobillas suaves o esponjosas seguidos por un enjuague con agua limpia. Muchos duraznos se escobillarán para eliminar los tricomas (el "fuzz", pelo del durazno).

3. Encerado. Algunos frutos son encerados dentro de la operación de embalaje. Este encerado puede usarse para reducir pérdida de agua, para reemplazar las ceras naturales que se han perdido con el lavado, para cubrir los daños causados por el escobillado ("defuzzing") de los duraznos, también para actuar como portador de fungicidas o simplemente como elemento para mejorar la apariencia del fruto. Las ceras deben ser materiales aprobados por la norma de calidad. Ensayos realizados indican que este encerado no debiera reducir la tasa de pérdida de agua en más de un tercio debido a que interfiere en el intercambio de gas requerido para mantener una actividad respiratoria aeróbica normal del fruto.

4. Control de enfermedad. Algunos tratamientos de post-cosecha para enfermedad deben aplicarse durante el embalaje. El tratamiento de calor, especialmente el tratamiento por agua caliente, se ha ensayado en diversos frutos. Se usa en gran escala con papayas, generalmente justo antes o al comienzo de la operación de embalaje. Las aplicaciones de fungicidas son hechas cuando se necesitan, mientras el fruto es incorporado a la correa transportadora, a menudo luego del lavado. Como se explica anteriormente a menudo los fungicidas se aplican junto con la operación encerado de los frutos. Muchos informes indican que este procedimiento ayuda a lograr una aplicación de fungicida en forma uniforme sobre la superficie del fruto.

Embalaje del Producto

Propósitos del embalaje

El embalaje debiera considerarse una conveniencia dentro de los mercados organizados de frutas frescas. Cabe señalar que el envase para embarque provee de una unidad más grandes que el fruto individualmente, lo que facilita el transporte del producto de un punto de producción al lugar final de venta o consumo. Si esta unidad funciona en buena forma está preparada para proteger a los frutos individualmente.

Existen tres requerimientos importantes dentro del embalaje de frutas frescas para que éstas no sufran deterioro como consecuencia de su manejo.

1. Las frutas deben inmovilizarse dentro del envase. Si no se las inmoviliza, los productos pueden dañarse como

resultado del movimiento durante su transporte. Esta inmovilización se puede lograr cubriendo el producto, embalar frutos calibrados cuidadosamente, ubicándolos en diversas bandejas, o mediante diversas técnicas de llenado a granel (lo que se analizará más adelante).

Diseños adecuados de los envases y rellenos son esenciales para inmovilizar el producto.

2. Los frutos deben amortiguarse para evitar golpes. Los daños por golpe pueden ocurrir durante el embalaje como resultado de caídas innecesarias de los frutos. Después del embalaje, los daños por golpe pueden ocurrir a raíz de las caídas de los envases durante su manejo. El sistema unitizar el manejo de los frutos ha reducido en gran medida el remanejo de los envases individuales, y por lo tanto se han reducido los problemas por daños por golpe. Diversos materiales amortiguadores y de relleno han sido efectivos para reducir los golpes y daños de los productos.

3. Se debe proteger los frutos de la compresión. Los daños por compresión ocurren cuando los envases sobre-llenados se comprimen, ya sea durante su manejo o estiba. También es posible para el embalador que cause daño por compresión al tratar de calibrar el fruto. A menudo los daños por compresión resultan de fallas del envase después del embalaje, en cuyo caso la fruta sufre la compresión en la estiba. Por lo tanto, un diseño y especificaciones adecuados, seleccionados para una operación de embalaje determinada son vitales para prevenir el daño por compresión de los producto.

Línea de embalaje

La fruta depositada en la línea de embalaje debe tener la misma protección que en las otras operaciones. Es esencial que esta línea de embalaje sea diseñada de tal forma de reducir daños. Esto significa evitar las caídas lo más posible y hacer uso de rellenos cuando sea posible. También se debe tener precaución con el flujo de la fruta, ya sea en las correas transportadoras, correa de regreso y en los tambores de embalaje, para evitar la acumulación de frutos.

Se debería diseñar también la línea de embalaje de tal forma de permitir una re-selección de los frutos antes de su embalaje, dependiendo del procedimiento de embalaje. Esto puede ser especialmente importante en los casos de los

sistemas de embalaje a granel, en los que por la gran cantidad de frutos se necesita de una capacidad de selección adicional. Dado que la fruta ha sido calibrada antes de este punto, la selección final debe considerarse más propiamente un procedimiento de control de calidad, asegurando el cumplimiento de las normas de calidad requeridas.

Un despacho adecuado de los envases vacíos y materiales de embalaje a las estaciones de embalaje, e instalaciones adecuadas para trasladar los envases embalados es tan importante para el embalador com un flujo adecuado de frutos. Se hace posible el uso de varios sistemas mecánicos y manuales dependiendo del tipo y volumen de la operación. Se debe tener especial cuidado con el diseño eficiente de la instalación, para evitar los "cuellos de botella" durante la operación de embalaje.

Generalmente, los frutos que salen de los sitios de embalaje son inspeccionados antes del relleno y tapado final. Esta inspección es un procedimiento final de control de calidad para completar la operación de embalaje y sirve para asegurar que tanto las prácticas usadas para la fruta y embalaje cumplen con los requerimientos de categoría del "packing" y calidad. En lugares de embalaje (packings) más grandes, el inspector puede actuar en este punto para asegurar el cumplimiento con las normas y estándares. En esta etapa los envases tienen etiquetas que indican la información necesaria, variedad, tamaño, grado de calidad, etc.

Operaciones de embalaje manual

El embalaje manual de los frutos se hace para lograr un envase más atractivo, a menudo para embalar una cantidad fija, algunas veces para seleccionar por tamaños, y por lo general para inmovilizar los frutos dentro de los envases para embarque. Esto requiere de un calibrado regular de los frutos, por lo menos en una sola capa del envase. Para inmovilizar los productos se requiere generalmente de un ajuste lateral dentro del envase. En los envases en bandejas la presencia de un fruto sobrecalibrado puede evitar el contacto de los frutos pequeños con la bandeja, quedando sueltos en el alvéolo, provocando así daños en los frutos. Asimismo, la presencia de un fruto de bajo calibre puede afectar la acomodación adecuada de los frutos.

Los materiales de embalaje son importantes a menudo como patrones de embalaje que previenen daños de los frutos dentro del envase. Estos materiales de embalaje sirven generalmente como aislante y/o inmovilizadores de los frutos. Dependiendo del procedimiento de embalaje determinado, estos materiales de embalaje pueden incluir bandejas, cubiertas, forros, rellenos, etc. Esto aumenta significativamente el costo de los materiales de embalaje.

Las instalaciones de embalaje manual varían desde correas de "return flow" se usa generalmente para un calibrado visual, en el que el embalador selecciona el tamaño deseado de fruta desde la correa. Los tambores, cajones, etc. son llenados con fruta previamente calibrada de donde el embalador puede sacar frutos al azar.

En los sistemas más antiguos de embalaje manual los embaladores se ubican de tal forma de alcanzar fácilmente el fruto. Un sistema modificado de embalaje sin envoltorio es el llamado "embalaje rápido" en el que el área de trabajo está diseñada de tal forma de permitir que el trabajador tenga la fruta al frente para poder sacarla con más facilidad con ambas manos. Otra innovación reciente del embajale en bandejas es el llamado "embalaje en bandeja automático" en el que la bandeja pasa sobre una correa puesta bajo el vertedero de fruta. Con un sistema regulador de la correa, los frutos llenarán la mayor parte de los alvéolos. Se requiere de trabajadores para dirigir los frutos, llenar vacíos y evitar el exceso de frutos.

Embalajes mecánicos

El uso de embalaje mecánico para frutos está aumentando en California. Estos distribuyen frutos cuidadosamente seleccionados y calibrados y trasladan envases vacíos hacia cajas de llenado automático. Luego del llenado los envases pasan a través de la inspección de calidad, sellando y cerrando las operaciones, y se les pone un relleno adicional, amortiguador de vibración.

Estos embalajes mecánicos son normalmente capaces de manejar grandes cantidades de frutos a velocidades altas sin oportunidad de seleccionarlos en el vertedero de llenado. Por lo tanto, es esencial que los frutos hayan sido calibrados y seleccionados con anterioridad.

Estos embalajes mecánicos debieran adaptarse para llenar en forma correcta el total del envase. La mayoría de los llenadores están diseñados para usar el peso como una estimación del volumen de llenado. La mayoría de los llenadores no harán un llenado completo por lo que se debe hacer un ajuste final manual para completar los envases. Algunos llenadores están diseñados para llenar envases en su totalidad de tal forma que sólo es necesario un chequeo del peso.

El problema más frecuente de las instalaciones de llenado más nuevas es que la fruta de tamaño mayor excederá la capacidad del llenador mientras que otros llenadores operan a un volumen muy bajo. Para compensar esto, se deberán instalar uno o dos llenadores adicionales por lo que la capacidad de llenado de los tamaños mayores se debe duplicar. Dado que los tamaños mayores varían con la fruta, la variedad y el sistema de aborcado ser ajustable a los llenadores.

Un problema mayor de los llenadores mecánicos es la altura desde donde cae la fruta al envase. Esto se puede disminuir con un diseño adecuado del equipo de llenado. Modificaciones tales como la inclinación de los envases vacíos para reducir la altura de la caída de los frutos. También se puede reducir el golpe mediante amortiguadores ubicados en los vertederos, y cortinas desaceleradoras. Asimismo ayudan a reducir los daños por golpe los rellenos amortiguadores ubicados en la parte de abajo de los envases o en la parte de arriba si el llenado se hace desde abajo.

El embalaje ("tight-fill"*) es una modificación especial del llenado a granel el que se ha diseñado para asegurar la inmovilización de los productos durante el transporte. Este embalaje "tight-fill" involucra el llenado a granel de la fruta a un peso exacto, amortiguación de vibración para eliminar vacíos dejados durante el llenado, relleno en la parte de arriba el que cubrirá las frutas, y el ajuste de la tapa al envase en forma adecuada. Cuando se cumpla con las etapas antes mencionadas, y el envase sea deseñado de acuerdo al sistema de embalaje, los frutos se mantendrán muy bien acomodados sin sufrir daños por compresión. El embalaje "tight-fill" está descrito en la Circular No.548 de la Universidad de California (indicado en referencias).

* Ajustado.

Referencias

1. Kader, A.A., L.L. Morris and M. Cantwell, 1979. Postharvest handling and physiology of horticultural crops. A list of selected references. Vegetable Crops Series 169. See No. 409, 410, 411, 415, 416, 420, 421, 422, 425.

2. La Rue, J.H. and F.G. Mitchell. 1964. Bulk handling of shipping fruits. Calif. Agric. 18(6): 6-7

3. Mitchell, F.G., J.H. La Rue, J.P. Gentry, and M.H. Gerdts. 1963, Packing nectarines to reduce shrivel. Calif. Agric. 17(5):10-11.

4. Mitchell, F.G., N.F. Sommer, J.P. Gentry, R. Guillou and G. Mayer. 1968. Tight-fill fruit packing. Univ. of Calif. Agric. Exp. Sta. Ext. Ser. Circ. 548, 24 pp.

PREPARACION PARA LA VENTA EN ESTADO FRESCO DE PRODUCTOS HORTOFRUTICOLAS
II. HORTALIZAS *

Operaciones

La preparación para la comercialización comienza con la cosecha (selección de la madurez y algún control de calidad) y, dependiendo del producto, puede incluir alguna o todas las siguientes operaciones posteriores: acopio del producto, recepción, limpieza, recorte, selección, clasificación, calibraje, encerado, envasado, enfriado, iniciación de la maduración, curado, almacenamiento, unitización y embarque. La preparación debe ser hecha en su mayoría en terreno (lechuga, apio) o en galPones (la mayoría de las hortalizas) o en ambas partes (bróccoli, coliflor). Las hortalizas pueden prepararse completamente en el punto de embarque, parcialmente en el punto de embarque (la mayoría de los productos) y parte en el punto de destino (papas, tomates) o mayoritariamente en el punto de destino (papas y otros productos embarcados o pre-embalados en los puntos de destino). Los equipos e instalaciones modernas usadas son caras, por lo tanto, se hace un intento para extender la temporada de embarque lo más posible. El equipo para algunos productos (lechuga, apio) es portátil, o desarmable, y se usa en varios puntos de embarque cada año ya sea por el mismo agricultor-embarcador o arrendado de terceros. Esto amortiza los costos de los equipos por un período más largo cada año.

Cosecha

Selección de la madurez (a la cosecha). Seleccionar productos de una madurez deseada para los mercados a los que se desea llegar. La madurez de cosecha influye la susceptibilidad al daño por manipulación, madurez de consumo requerida (si la hay), vida útil, tamaño, duración de los ciclos de enfriado requeridos y disponibilidad de mercado.

---

* Robert F. Kasmire, Cooperative Extension (retired), Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, CA. 95616.Versión en inglés "Postharvest Technology of Horticultural Crops." Special publication 3311 (1985). Lectura complementaria del Curso **Manejo Post-cosecha de Cultivos Hortícolas,**

Previous Page Blank

Acopio de producto. Acopio para embalaje en terreno o para transportar a galpòn. Puede incluir una pequeña selección y clasificación (para productos que serán transportados a galpón) o clasificación final (para hortalizas que se embalan en terreno). También incluye el acopio de cargas para envases cosecheros (bins a granel, góndolas, cajas cosecheras) en las bodegas para operaciones posteriores.

Operaciones en galpón de embalaje

- Recepción. Descarga de los productos desde los envases cosecheros en una cinta transportadora o en estanques de agua para transportarlos a la bodega. Puede incluir un eliminador de productos de tamaño muy pequeño y algún tipo de selección para sacar los productos deteriorados. Las operaciones de vaciado en seco a menudo causan considerable daño al producto.

- Limpieza. Sacar la tierra y otros materiales extraños de la superficie del producto lavándolo, escobillándolo o (a veces) con ambos procedimientos. El agua de lavado puede estar o no con cloro. El agua que recircule siempre debe estar clorinada.

- Recorte. Sacar las hojas, tallos o raíces que sobran antes de la clasificación y embalaje (lechuga, apio, coliflor, espárrago, cebollas secas).

- Clasificación. Separar los productos por calidad requerida por el mercado (grados) antes o después de la selección.

- Selección. Seleccionar el producto por grado de madurez, forma, color u otro parámetro físico. Algunos productos son seleccionados mecánicamente. La generación de desecho es parte de la selección y clasificación.

- Curado. Algunos productos son curados (ajo, camotes, cebollas secas y papas) después de la cosecha y antes de almacenarlos o comercializarlos. Las cebollas y ajo son curados para secar los tallos y catáfilos exteriores. Los camotes y papas son curados para desarrollar peridermis sobre los cortes superficiales. El curado ayuda a cicatrizar daños producidos durante la cosecha, reduce la pérdida de agua y previene la entrada de organismos que causan deterioro/pudrición durante el almacenamiento. El curado puede ser hecho en terreno (ajo, cebollas), en cámaras de curado (camotes) o durante el transporte (papas).

- Calibraje. Separar las unidades de producto en tamaños físicos (peso, volumen, largo, diámetro u otros parámetros). La mayoría de los productos son calibrados mecánicos o electrónicos, pero muchos todavía se calibran manualmente.

- Encerado. Cubrir las superficies del producto con una capa protectora de cera para alimentos para reducir la pérdida de agua por aberturas de la epidermis. Las ceras generalmente se aplican sólo a hortalizas de fruto pero también se pueden aplicar a raíces (rutabagas). Se debe incorporar un fungicida a la cera.

- Envasado. Encerrar las unidades para consumidor de un producto en envases individuales (envoltorios, bolsas, mangas, bandejas u otras unidades) que luego son embaladas en envases master. La mayoría de los materiales usados para el envasado de unidades para consumidor son laminados flexibles (films plásticos compuestos de una combinación de dos o más tipos de material plástico). Pueden ser usados separadamente o como envoltorios sobre bandejas de poliestireno o de cartón amoldado. También se usan las bolsas de papel. Las unidades de producto en un envase destinado al consumidor deben ser de peso, tamaño, estado de madurez y grado comparables. Algunas veces el envasado involucra poner una sola unidad de producto (una cabeza de lechuga o coliflor) mientras que otras se requiere envasar varias unidades en un solo envase destinado al consumidor (papas, rábanos, repollitos de Bruselas, zanahorias). El envasado se hace ya sea manual o automáticamente y en el punto de embarque o en el mercado de destino.

- Embalaje. Juntar una cantidad dada (en número o en peso) de unidades de producto de tamaño comparable o para el consumidor en envases definitivos. Cuando se usan unidades por número, los productos se embalan de una manera especial dentro de los envases. El número, disposición y peso están a menudo especificados, y regulados, por varios códigos o normas gubernamentales y de la industria. Los envases definitivos pueden ser bolsas, cajas de cartón, jabas, cajones o bins. Algunos productos son embarcados a granel hacia los mercados, sueltos en camiones o vagones de ferrocarril.

- Unitización. Reunir envases ya embalados con producto en unidades más grandes (cajas de palets o cargas de parrillas) para lograr un manejo mejor y menos oneroso, para una buena estabilización de la carga y para obtener un mejor manejo de la temperatura durante el transporte.

- Iniciación de la maduración. Aplicar etileno o materiales que producen etileno, para estimular la maduración de tomates y melones Honey Dew.

- Enfriado. Antes del embarque o del almacenamiento prolongado o de someter los productos a un enfriado para sacar el calor sensible del producto. La reducción de la temperatura del producto (enfriado) prolonga su almacenamiento y vida útil de postcosecha.

- Carga. Cargar en vehículos de transporte el embarque.

Embarque

Transporte de productos. El transporte de los productos hacia mercados se hace en flotas privadas o comerciales (camiones, carros de ferrocarril, envases, barcos y aviones).

Almacenamiento

Entre la cosecha y la comercialización de los productos pasa mucho tiempo para satisfacer la demanda del mercado. En California, se almacenan principalmente las papas, ajo, cebollas secas, zapallos de guarda y camotes. Las zanahorias, apio y repollo y la mayoría de los productos de raíz se almacenan en otras regiones productoras. El almacenamiento se hace generalmente en instalaciones construídas especialmente para tal efecto. Sin embargo, el almacenamiento también puede ser hecho en el terreno (campos no intervenidos) antes de la cosecha, pero después que el producto está maduro (por ejemplo, la papa, en algunos distritos del sur de Californiay cebollas secas) Los productos pueden ser almacenados a granel (generalmente) y antes de las operaciones de embalaje, o en los envases definitivos. Algunos melones de otoño son almacenados por unas pocas semanas para permitir que los embarcadores saquen ventaja de los precios más altos del mercado, más tarde durante la temporada. El almacenamiento involucra riesgos económicos pero también proporciona una forma de posponer el embarque de productos hacia mercados ya sobreabastecidos.

Problemas

La mayoría de los problemas que involucra la preparación de hortalizas frescas para el mercado incluyen las comunicaciones entre y con los trabajadores, o están relacionados con el equipo o materiales usados. Los tipos más

importantes de problemas confrontados son los siguientes: (1) falta de entrenamiento y supervisión adecuados de los trabajadores; (2) falta de entendimiento por parte de los manipuladores de sus roles en la mantención de la calidad del producto total y de sus decisiones en la subsiguiente pérdida de calidad del producto; (3) falta de comunicación adecuada entre supervisores y entre manipuladores en la comercialización y distribución; (4) manipulación brusca cuando las operaciones se realizan muy rápidamente con el fin de reducir los costos de mano de obra; y (5) equipo o materiales no satisfactorios, no apropiados e inadecuados.

FACTORES DE CALIDAD; DEFINICION Y EVALUACION PARA PRODUCTOS HORTOFRUTICOLAS FRESCOS *

Cuadro 1. Componentes de calidad de frutas y hortalizas frescas.

Factores principales	Componentes
Apariencia (visual)	Tamaño: dimensiones, peso, volumen Condición y forma: proporción diámetro/profundidad, suavidad, compacticidad, uniformidad Color: uniformidad, intensidad Brillo: naturaleza de la cubierta cerosa. Defectos: externos, internos Morfológicos Físicos y mecánicos Fisiológicos Patológicos Entomológicos
Textura (tacto)	Firmeza, dureza, blandura Crujiente Suculencia, jugosidad Harinosidad, aspereza Terneza, fibrosidad
Sabor (gusto y aroma)	Dulzor Acidez Astringencia Amargor Aroma (componentes volátiles) Sabores y aromas extraños

... sigue

* Adel A. Kader, Professor, Department of Pomology University of California, Davis,CA 95616.Versión en inglés Postharvest Technology of Horticultural Crops. Special publication 3311 (1985). Lectura complementaria del Curso "Manejo Post-cosecha de Cultivos Hortícolas",

Previous Page Blank

... continuación

Factores principales	Componentes
Valor nutritivo	Carbohidratos (incluyendo fibra die . tética) Proteínas Lípidos Vitaminas Minerales
Seguridad	Materias tóxicas naturales . Contaminantes (residuos químicos, metales pesados). Micotoxinas Contaminación microbiana

La calidad está definida como "cualquiera de las características que hagan que algo sea como es" o "el grado de excelencia o superioridad". La palabra calidad se usa de muchas maneras con referencia a las frutas y hortalizas frescas, tales como calidad comercial, calidad comestible, calidad para postres, calidad de embarque, calidad de mesa, calidad nutritiva, calidad interna y calidad de apariencia.

La calidad de los productos hortofrutícolas frescos es una combinación de características, atributos y propiedades que entregan el valor del producto a los seres humanos como su alimento (frutas y hortalizas) y para su placer (ornamentales). Los productores se preocupan que sus productos tengan una buena apariencia y pocos defectos visuales, pero para ello, un buen producto debe tener un alto rendimiento, resistencia a las enfermedades, fácil de cosechar y buena calidad de embarque. Para los recibidores y distribuidores comerciales, la calidad de la apariencia es lo más importante, pero también se interesan mucho en la firmeza y que tengan una larga vida de almacenamiento. Los consumidores consideran que las frutas y hortalizas de buena calidad son aquellas que tienen buena apariencia, están firmes y ofrecen buen sabor y valor nutritivo. Aún cuando algunos consumidores compran en base a la apariencia y el tacto, su satisfacción y compras posteriores dependen de la buena calidad comestible.

Componentes de la calidad

Los diversos componentes de la calidad que figuran en el Cuadro anterior, se han usado para evaluar los productos en relación a especificaciones de grados y estándares, selección en programas de mejoramiento y evaluación del comportamiento a diferentes factores ambientales y tratamientos de postcosecha. La importancia relativa de cada factor de calidad depende del producto y el uso que se le va a dar (fresco o procesado). Los factores de apariencia son los atributos de calidad más importantes en los cultivos ornamentales.

Muchos defectos pueden influir la calidad en apariencia de los cultivos hortofrutícolas. Defectos morfológicos incluyen la brotación de las papas, cebollas y ajo, elongación de los espárragos, curvatura de espárragos y flores cortadas, germinación de semillas en el interior de los frutos, tales como tomates y pimientos, la presencia de floración en la coliflor y lechuga, cerezas dobles, apertura de las flores en el broccoli, etc. Los defectos físicos incluyen la deshidratación y marchitamiento de todos los productos; el secamiento interno de algunas frutas; daños mecánicos tales como perforaciones, cortes y rajaduras profundas, partiduras y aplastamiento, quemaduras y deterioro de la piel, deformaciones y machucones; grietas de crecimiento (radiales, concéntricas); etc. Desórdenes relacionados con la temperatura (congelamiento, frío, quemaduras de sol), hinchazón de tomates, pudrición del extremo floral en tomates, quemaduras en las puntas de las hojas de las lechugas, descomposición interna de frutas de carozo, corazón acuoso de las manzanas y corazón negro de las papas, son algunos ejemplos de los defectos fisiológicos. Los defectos patológicos incluyen deterioro causado por hongos o bacterias y manchas relacionadas con virus, maduración irregular y otros desórdenes. Otros defectos se producen por daños causados por insectos, aves, y granizo; daños químicos; cicatrices, costras y manchas variadas (ej: *russeting*, y manchas de cáscara).

La textura de los cultivos hortofrutícolas es importante en la calidad comestible y de cocción y es un factor de resistencia al *stress* de embarque. Las frutas blandas no pueden ser embarcadas a largas distancias sin sufrir grandes pérdidas debido a daños físicos. Por este motivo, muchas veces hay que cosechar la fruta antes de alcanzar el estado de madurez óptimo en función del sabor.

La evaluación de la calidad del sabor involucra la percepción de sabores y aromas de muchos componentes. La determinación analítica objetiva de los componentes críticos se debe hacer conjuntamente con evaluaciones subjetivas hechas por un panel de degustación para obtener información útil sobre la calidad del sabor de las frutas y hortalizas frescas. Este método se puede usar para obtener un nivel mínimo aceptable. Para obtener las preferencias de sabor del consumidor de un determinado producto, es necesario hacer degustaciones en gran escala con una cantidad representativa de consumidores.

Las frutas y hortalizas frescas son muy importantes en la nutrición humana, especialmente como fuentes de vitaminas (C, A, B_6, tiamina, niacina), minerales y fibra dietética. Las pérdidas de calidad nutricional de postcosecha, sobretodo del contenido de vitamina C, pueden ser substanciales y aumentan con el daño físico, almacenamiento prolongado, temperaturas altas, humedad relativa baja y daño por frío.

Los factores de seguridad incluyen niveles de materias tóxicas naturales en algunos cultivos (tales como glicoalcaloides en las papas) que varían según el genotipo y que son vigilados contínuamente por los mejoradores para que no sobrepasen los niveles de seguridad. Los contaminantes, tales como residuos químicos y metales pesados en frutas y hortalizas frescas, también son vigilados por diferentes agencias para que concuerden con los niveles establecidos de tolerancia máxima. Los procedimientos sanitarios durante las operaciones del manejo de la cosecha y postcosecha son indispensables para minimizar la contaminación microbiana. Se deben seguir procedimientos adecuados de manejo de pre-cosecha y postcosecha para reducir el crecimiento y desarrollo potencial de hongos que producen micotoxinas.

Correlaciones entre los componentes de la calidad

Es muy importante definir las correlaciones entre los componentes de la calidad del producto y correlacionar los métodos subjetivos y objetivos de las evaluaciones de calidad. Esta información es esencial para la selección de nuevos cultivares, para la elección de prácticas óptimas de producción, para definir la madurez óptima de cosecha, e identificar los procedimientos óptimos para el manejo de postcosecha. El objetivo de todo este esfuerzo es la de entregar frutas y hortalizas de alta calidad al consumidor.

Criterio de calidad en estándares para frutas y hortalizas frescas.

Existen criterios de calidad usados en los estándares de clasificación en los Estados Unidos y en el California Food and Agricultural Code. Hay que tomar nota del énfasis en los factores de apariencia en la mayoría de los productos. En muchos casos, la buena apariencia no necesariamente significa buen sabor o calidad nutritiva. Una fruta u hortaliza malformada o con manchas externas, puede ser igualmente sabrosa y nutritiva que aquella que tiene apariencia perfecta. Por esta razón, es importante considerar otros factores en el criterio de calidad y que reflejan las preferencias del consumidor. Tales índices de calidad no deben ser tan difíciles de evaluar, y se deben desarrollar métodos objetivos de evaluación.

Factores que influyen en la calidad

Muchos factores de pre y post-cosecha influyen en la composición y calidad de cultivos hortofrutícolas frescos. Estos son:

1. *Factores genéticos*
   Selección de cultivares, portainjertos

2. *Factores ambientales de precosecha*
   Climáticos: temperatura, luz, viento, precipitación, contaminantes.

   Condiciones culturales: tipo de suelo, abastecimiento de nutrimientos y agua, *mulching*, poda, raleo, productos químicos agrícolas, tiempo y método de cosecha.

3. *Cosecha*
   Etapas: madurez de cosecha, madurez de consumo, edad fisiológica.

4. *Tratamientos de post-cosecha*
   Factores ambientales (ej: temperatura, humedad relativa, composición atmosférica), métodos de manejo, duración entre cosecha y consumo.

5. *Interacción entre los diferentes factores mencionados arriba.*

Métodos de evaluación de calidad

Los métodos de evaluación de calidad pueden ser destructivos o no destructivos. Estos incluyen métodos objetivos (basados en información instrumental) y subjetivos (basados en juicios humanos, usando escalas hedonistas).

Calidad de apariencia (visual)

1. *Tamaño*

   Dimensiones: se miden con argollas o anillos, calibradores.

   Peso: generalmente la correlación entre el tamaño y el peso es buena; el tamaño también puede expresarse como el número de unidades de producto por unidad de peso.

   Volumen: se determina por desplazamiento de agua o por cálculo a partir de las dimensiones medidas.

2. *Forma*

   Relación de dimensiones: tales como la relación diámetro/profundidad; son usadas como índices de forma en frutos.

   Diagramas y modelos de forma: algunos productos modelos son usados como ayuda visual para los inspectores de calidad.

3. *Color*

   Uniformidad e intensidad: cualidades importantes en la apariencia.

   Combinación visual: cartas de color, guías, y diccionarios para combinar y describir los colores de las frutas y hortalizas.

   Medidor de reflectancia: mide el color en base a la cantidad de luz reflejada desde la superficie del producto; ejemplos incluyen medidores de diferencia de color Gardner y Hunter (colorímetros tristimulus) y el espectrofotómetro Agton ESW.

   Medidor de luz transmitida: mide la cantidad de luz transmitida a través del producto; puede usarse para

determinar el color interno y diferentes desórdenes, tales como el corazón acuoso de manzanas y el corazón negro de papas.

Determinación del contenido de pigmento: evalúa el color de productos hortofrutícolas según el contenido de pigmento, ej: clorofilas, carotenoides (caroteno, licopeno, xentófilos) y flavonoides (entocianinas).

4. *Brillo (pelusa, acabado)*

Plaquetas de cera: la cantidad, estructura y su colocación sobre la superficie de la fruta afectan la calidad del brillo; se miden usando un medidor de brillo o por evaluación visual.

5. *Presencia de defectos (externos e internos)*

La incidencia y severidad de defectos se evalúan usando un sistema de calificación de 1 a 5 (1=sin síntomas, 2=poco, 3=moderado, 4=severo y 5=extremo) que puede ampliarse a una escala hedonista de 1 a 7 ó 1 a 9, si se necesitan más categorías. Para reducir las variaciones entre los evaluadores, se pueden usar descripciones detalladas y fotografías, como guías para calificar un determinado efecto.

Calidad textural

1. *Calidad de rendimiento (firmeza, blandura)*

Probadores manuales: determinan la fuerza de la penetración usando probadores tales como el presionómetro Magness-Taylor y el penetrómetro Effegi.

Probadores montados en pedestal: determinan la fuerza de la penetración usando probadores con una velocidad más consistente de empuje tales como el Medidor de Firmeza para fruta UC y el penetrómetro Effegi montado en pedestal.

Ensayos de laboratorio: la firmeza de la fruta puede ser determinada midiendo la fuerza de penetración usando una máquina probadora Instron Universal o un sistema de

Medición de Texture o midiendo la deformación de la fruta usando un Medidor de Deformación.

2. *Fibrosidad y dureza*

Medidas en base a fuerza de palanca: usar un sistema Instron o un sistema de Texture Testing.

Resistencia al corte: determinado usando un Fibrómetro.

Análisis químico: contenido de fibra o de lignina.

3. *Suculencia y jugosidad*

Medición del contenido de agua: un indicador de suculencia o turgencia.

Medida de jugo extractable: un indicador de jugosidad.

4. *Calidades texturales sensoriales*

Evaluación de procedimientos sensoriales: evaluar aspereza, característica crujiente, harinosidad, ligosidad y oleosidad.

Calidad de sabor

1. *Dulzor*

Contenido de azúcar: determinado por análisis químicos para azúcares totales o reducidos o para azúcares individuales; papeles indicadores para una medición rápida de glucosa en ciertos productos, como las papas.

Contenido total de sólidos solubles: se miden usando refractómetros o hidrómetros; se puede usar como indicador de dulzor, porque los azúcares son el principal componente de los sólidos solubles.

2. *Acidez*

pH (concentración de ión hidrógeno) del jugo extraído: determinado usando un medidor de pH o un papel indicador de pH.

Acidez total o titulable: titulando un volumen específico de jugo extraído; NaOH 0,1 N a pH 8.1, entonces se calcula la acidez titulable como ácido cítrico, málico o tartárico (dependiendo sobre cual es el ácido orgánico predominante en un determinado producto).

3. *Tersor salino*

Frutas y hortalizas frescas: generalmente no es aplicable

4. *Astringencia*

Determinada por degustaciones o midiendo el contenido de taninos, la solubilidad y el grado de polimerización.

5. *Amargor*

Determinado por degustaciones o medidas de los alcaloides o glucósidos responsables del sabor amargo.

6. *Aroma (olor)*

Determinado por paneles sensoriales en combinación con la identificación de componentes volátiles responsables del aroma específico de un producto (usando métodos con cromatografía de gases).

7. *Evaluación sensorial*

Seres humanos: juzgan y miden características combinadas sensoriales (dulzor, acidez, astringencia, amargor, intensidad global del sabor) de un producto.

Paneles de laboratorio: detectan y describen diferencias entre las muestras; determinan cuáles son los componentes volátiles organolépticamente importantes en un producto.

Paneles de consumidores: indican las preferencias de calidad.

Valor nutricional

Existen diferentes métodos analíticos para determinar carbohidratos totales, fibra dietética, proteínas y aminoácidos individuales, lípidos y ácidos grasos individuales, vitaminas y minerales que contienen las frutas y hortalizas. Varias compañías desarrollan un esfuerzo contínuo para automatizar estos procedimientos analíticos, para ser usados cuando se requiere el etiquetado nutricional y cuando rutinariamente hay que analizar un gran número de muestras.

Factores de seguridad

Existen procedimientos analíticos, usando cromatografía de capa fina, cromatografía de gases y cromatografía líquida a alta presión, para determinar cantidades minúsculas de las siguientes substancias tóxicas:

1. Toxinas naturales: tales como glucósidos cianógenos en frijoles lima y yuca, nitratos y nitritos en hortalizas de hoja, oxalatos en ruibarbo y espinaca, tioglucósidos en hortalizas crucíferas, y glicoalcaloides (solanina) en las papas.

2. Contaminantes naturales: tales como toxinas fungosas (micotoxinas), toxinas bacterianas y metales usados (Hg, Cd, Pb).

3. Tóxicos sintéticos: tales como contaminantes y polucionantes ambientales y residuos de productos químicos agrícolas.

ESTANDARIZACION E INSPECCION DE FRUTAS Y HORTALIZAS FRESCAS *

Introducción

Las normas de calidad han sido desarrolladas para identificar el grado de calidad de un cierto producto, lo que sirve de base para establecer su uso y valor. Estas normas son herramientas importantes en la comercialización de frutas y hortalizas frescas por las siguientes razones:

1. Entregan un lenguaje común de comercialización entre los productores, manipuladores, procesadores y recibidores en los terminales de mercado.

2. Ayuda a los productores y manipuladores a preparar y etiquetar adecuadamente los productos hortofrutícolas frescos para el mercado.

3. Entregan incentivos de pago para lograr una mejor calidad

4. Sirven como base de informes de mercado. Precios y ofertas cotizados en distintos mercados sólo son significativos si están basados en productos de calidad comparable.

5. Ayudan a solucionar problemas por reclamos de daños y discusiones entre compradores y vendedores.

Normas de Calidad de los Estados Unidos

Las normas de calidad de los EE.UU. para frutas y hortalizas frescas son de aplicación voluntaria, excepto cuando son solicitadas por las disposiciones locales o estatales, por "marketing orders" (estatales o federales), o para el mercado de exportación. También son usadas por muchas agencias privadas o gubernamentales para la compra de frutas y hortalizas frescas. El Servicio de Sanidad y Calidad (FSQS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) es el encargado del desarrollo, rectificaciones y puesta en práctica de las normas de calidad.

---

* Adel A. Kader, Professor, Department of Pomology, University of California, Davis, CA. 95616.Versión en inglés "Postharvest Technology of Horticultural Crops." Special publication 3311 (1985). Lectura complementaria del Curso Manejo Post-cosecha de Cultivos Hortícolas,

Las primeras normas de calidad de los EE.UU. fueron desarrolladas para las papas en 1917. En la actualidad existen más de 150 normas que cubren 80 productos diferentes.

El número y nombre de los grados incluídos en las normas norteamericanas para cada producto varían según los distintos grados de calidad que la industria generalmente reconoce y establece. Actualmente, estos grados incluyen tres o más entre los siguientes: U.S. Fancy, U.S. N°1, U.S. N°2, U.S. N°3, U.S. Extra N°1, U.S. Extra Fancy, U.S. Combination, U.S. Commercial, etc. El FSQS generalmente considera los primeros cuatro grados como los más uniformes para calificar los mejores niveles de calidad de las frutas y hortalizas frescas.

Pasos a seguir para el establecimiento o corrección de las normas de los EE.UU.

1. Demostrar necesidad, interés y apoyo de la industria.

2. Analizar características físicas, factores de calidad, y los rangos normales del producto en las principales áreas de producción.

3. Consultar a todas las partes interesadas para la recolección de información.

4. Desarrollar un procedimiento de uso práctico.

5. Publicar los procedimientos en el "Federal Register", publicitarlo y someterlo a comentarios. Se pueden efectuar reuniones públicas, con el mismo propósito.

6. Corregir los procedimientos con base en los comentarios recibidos.

7. Publicar las normas establecidas en el Federal Register, especificando la fecha en que se harán efectivas (por lo menos 30 días después de la fecha de publicación).

Aplicación de las normas

Los inspectores del USDA se localizan en los puntos de embarque y en los mercados terminales. En muchos casos existen acuerdos entre el USDA y los distintos Estados para permitir que la calificación federal-estatal sea efectuada por los inspectores del Estado licenciados por el USDA. Algunos inspectores son empleados de planta, mientras que otros son empleados temporales que se contratan durante la temporada de producción en una cierta localidad.

Los métodos de inspección incluyen:

1. Inspección continua. Uno o más inspectores son asignados a una planta de embalaje. Ellos hacen frecuentes controles de calidad del producto en las líneas de embalaje y examinan muestras del producto envasado para determinar si cumple con las especificaciones americanas para el grado. El inspector entrega informes orales o escritos a la administración para corregir problemas.

2. Inspección con base en muestras. Se seleccionan muestras representativas de un cierto número de cajas de un lote y se inspeccionan para determinar la calidad y la condición del producto según las especificaciones del grado. Algunos sistemas automáticos de muestreo son usados para algunos productos que se manejan en "bins" o carros de arrastre tales como tomates, uvas y duraznos destinados al proceso.

   Cuando se ha completado la inspección, el inspector emite certificados de acuerdo a las normas oficiales aplicables a cada situación. Los inspectores del USDA también pueden inspeccionar la calidad o condición basándose en el grado del Estado u otras especificaciones acordadas por las partes involucradas. Los costos de inspección son cancelados por la parte que solicita el servicio.

   Se permite una tolerancia dentro de cada grado representada por un porcentaje de unidades individuales que componen un lote que no cumplen con las normas. Esto se ha dado ya que existen limitaciones prácticas en la selección precisa de los productos perecederos en grados dentro de un tiempo limitado. Las tolerancias, o el número de unidades defectuosas o tipos de defectos tolerados, son más restringidos en el grado U.S. N°1 que en el grado U.S. N°2. La sanción por no cumplimiento con el grado especificado de un envase dado, puede ser rechazo, re-selección y re-embalaje, o una reclasificación en un grado menor.

Para asegurar la uniformidad en la inspección, se ha establecido:

1. Que los inspectores estén entrenados para aplicar las normas.

2. Ayudas visuales (cartas de color, modelos, diagramas, fotografías, etc.), que son usadas al máximo que sea posible.

3. Métodos objetivos para determinar la calidad y la madurez cuando es factible y práctico.

4. Ambientes gratos de trabajo con buena iluminación.

Normas de California

California es uno de los pocos Estados en los EE.UU. que posee normas de calidad para los cultivos hortícolas producidos dentro del Estado.

Las normas para las frutas y hortalizas frescas en el California Agricultural Code son normas de requerimientos mínimos. El cumplimiento de estas normas está a cargo del Departamento de Alimentos y Agricultura de California (CDFA), División de Servicios de Inspección, Control de Calidad de Frutas y Hortalizas, a través de comisiones agrícolas de cada Condado. El costo de esta inspección es pagada por los contribuyente. El no cumplimiento de las normas resulta en la destrucción del producto o su re-selección y re-embalaje para cumplir con los requisitos mínimos.

Los pasos a seguir para establecer nuevas normas o revisar las existentes son similares a las mencionadas anteriormente para las normas de calidad de los EE.UU., con la diferencia que son aplicadas a nivel del Estado. El establecimiento, modificación y aplicación de estas normas es de responsabilidad del CDFA, División de Servicios de Inspección, Control de Calidad de Frutas y Hortalizas.

La uniformidad de la inspección está asegurada por métodos similares a los mencionados para las normas de calidad de los EE.UU.

Normas industriales

Algunas industrias establecen sus propias normas de calidad o especificaciones para un determinado producto. Como ejemplo se incluyen los damascos, duraznos, tomates de proceso y las nueces. Estas normas son establecidas según acuerdos entre los productores y procesadores que pagan los costos de aplicación. La inspección se lleva a cabo por agencias independientes como la Asociación de Fruta Deshidratada de California y el Servicio de Inspección Federal-Estatal.

Algunas compañías, cooperativas y otras organizaciones tienen grados de calidad que son aplicados por su personal de control de calidad. Como ejemplo se incluyen los grados de calidad para plátanos, papayas, piñas y pistachos.

Normas internacionales

Las normas internacionales para frutas y hortalizas fueron definidas por el Mercado Común Europeo, en Ginebra, en 1954. Desde entonces se han introducido muchas normas, principalmente por la Organización para el Desarrollo y Cooperación Económicos (OECD), con el mismo propósito. Las pirmeras Normas Internacionales Europeas fueron promulgadas en 1961 para las manzanas y peras. En la actualidad, existen normas para 37 productos. Cada una incluye tres tipos de calidades con tolerancias apropiadas:

1. *Clase extra* = calidad superior
2. *Clase I* = calidad buena
3. *Clase II* = calidad comerciable.

La Clase I cubre casi la totalidad del producto destinado al comercio internacional. Estas normas, o sus equivalentes, son exigencias mínimas de calidad en los países del Mercado Común Europeo para la importación y exportación de frutas y hortalizas frescas. La inspección y la certificación es hecha por los países importadores/ exportadores del Mercado Común Europeo.

USO DE ETILENO EN LA BIOLOGIA Y TECNOLOGIA DE POSTCOSECHA

Michael S. Reid, Ph: D *

En la fisiología de postcosecha de la mayor parte de los cultivos hortícolas, la fitohormona de Etileno juega un importante papel, frecuentemente con un efecto nocivo, aumentando la velocidad de envejecimiento y reduciendo la duración en el anaquel, algunas veces como un agente benéfico mejorando la calidad del producto antes de la distribución al menudeo. Esta conferencia está relacionada con las propiedades de este gas, y la forma en que sus efectos benéficos son aprovechados o su acción nociva eliminada durante el manejo de postcosecha de productos perecederos.

I. Propiedades del gas Etileno

A. Propiedades físicas

El Etileno es el primer miembro de los compuestos no saturados o series de olefinas de hidrocarburos y sus propiedades están resumidas en la Tabla siguiente:

Tabla I. Propiedades físicas del gas Etileno

Apariencia:	Incoloro, gas de hidrocarburo, con un tenue olor dulzón que es fácilmente detectable en concentraciones de partes por millón.
Peso molecular:	28.05
Punto de ebullición:	
a 760 mm . Hg.	-103.7°C
a 300 mm . Hg.	-118.°C

* Profesor Asociado y Especialista en Extensión del Medio Ambiente en Horticultura. Universidad de California, Davis.

Previous Page Blank

a 10 mm . Hg.	-153.°C
Δ b.p./Δ p de 750 a 770 mm Hg.	0.022°C por mm Hg
Punto de congelamiento a presión de saturación (punto triple)	-169.2°C
Tensión superficial a – 103.7°C	16.4 dinas/cm
Límites inflamables en el aire *	
Inferior	3.1% por Vol.
Superior	32 % por Vol.

* Todos los compuestos entre los límites más bajos y los más altos son inflamables y pueden ser explosivos.

B. Propiedades Toxicológicas

El Etileno es un gas con un olor característico, sofocante y dulzón. Es a la vez anestésico y asfixiante. Altas concentraciones de vapor pueden causar rápida pérdida de la conciencia y quizá hasta la muerte por asfixia. Cambiándolo por aire fresco generalmente se produce la pronta recuperación de la persona, si ésta todavía respira. Cuando el gas es manejado en forma líquida, pueden resultar quemaduras en los ojos y en la piel por el contacto con el líquido. En los casos en que el Etileno líquido haga contacto con los ojos se debe acudir al médico.

C. Reglamento de la Dirección de Alimentos y Medicinas

El uso de gas Etileno para provocar la maduración de las frutas y legumbres es sancionado bajo la reglamentación de la DAM No. 120, 1016. El Etileno está exento del requerimiento de tolerancia cuando es usado como regulador de plantas ya sea antes o después de la cosecha.

D. Propiedades Explosivas

El Etileno en combinación con el aire puede originar mezclas explosivas cuando la concentración de etileno se eleva sobre el 3.1 % por volumen. Esta concentración es por lo menos30,000 veces la concentración necesaria

para la maduración de la mayoría de frutas y legumbres. Por encima del 32 % por volumen, el gas no es explosivo.

A. Historia

El empleo del Etileno como material para acelerar la maduración de las frutas, data de la antigüedad. Muchos ejemplos se han citado e incluyen la maduración de manzana en la región del sur de Italia, empleando emanaciones de membrillos maduros, y la maduración de mangos en la India, en una atmósfera de rastrojo quemado. En la época actual, el descubrimiento de la naturaleza hormonal del Etileno estuvo asociada con intentos para usar equipos generadores de Etileno para madurar frutas y se observó que las frutas maduras por sí solas tenían el mismo efecto sobre frutas semejantes.

B. Fisiología

Las concentraciones de Etileno, requeridas para la maduración de diferentes productos varía (Tabla II), pero en la mayoría de los casos están en el rango de 0.1 a 1 parte por millón (ppm). El tiempo de exposición para iniciar la maduración completa puede variar, pero normalmente tiempos de exposición de 12 horas o más surtirán efecto. La maduración total puede tomar varios días.

Tabla II. Punto de iniciación de la acción del etileno en varias frutas

F R U T A S	CONCENTRACION DE UMBRAL
AGUACATE (var. Coqueto)	0.1
PLATANO (var. Gros Michel)	0.1–1
(var. Lacatan)	0.5
(var. Silk fig)	0.2–0.25
MELON (var. P.M.R. No. 45)	0.1–1
MELON Honeydew	0.3–1
LIMON (var. Ford Meyers)	0.1
MANGO (var. Kent)	0.04–0.4
NARANJA (var. Valencia)	0.1
TOMATE (var. VC–243–20)	

G. Consideraciones prácticas

Un tratamiento correcto del uso del gas etileno en maduración se tomó de un folleto sobre Etileno, producido por la Union Carbide Corporation:

El Etileno además de sus usos en la producción de numerosos derivados de Etileno, es empleado extensamente para acelerar la coloración de frutas maduras, melones y legumbres.

Ventajas del uso de Etileno. Proceso de coloración.

- El Etileno acelera el proceso natural de coloración. Remueve el pigmento, la clorofila, en frutas verdes y legumbres. Esto permite que aparezcan los colores naturales (sobre los cuales el Etileno no tiene ningún efecto).

- El Etileno acelera el proceso químico natural, por el cuál la fécula es cambiada por azúcar. Esto con frecuencia hace al producto más sabroso que cuando toma color en forma natural después de la cosecha.

- El Etileno no tiene ningún efecto sobre el contenido vitamínico.

- El Etileno no reduce el valor alimenticio de la fruta o legumbre.

- Las vitaminas que se incrementan con la edad, continúan aumentando con el tratamiento de Etileno. Aquellas que se incrementan solamente con la exposición a la luz del sol, permanecen en la misma proporción.

- El Etileno no produce ningún sabor ni olor a frutas y legumbres.

- El Etileno, en las bajas concentraciones utilizadas para la coloración de las frutas, no tiene ningún efecto sobre el cuerpo humano ni provoca molestia alguna para el trabajo.

- El Etileno se esparce rápidamente en todo el cuarto y penetra el embalaje, cajas y canastas.

Modo de empleo:

El Etileno coloreará prácticamente todos los tipos de frutas o legumbres coloreadas de verde. El grado de madurez, no obstante, afecta materialmente los resultados. El Etileno será empleado únicamente con frutas y legumbres maduras. El dato presentado aquí para cada tipo de fruta y legumbre supone que se va a emplear con un producto maduro.

Tomates: Uno de los más populares alimentos sanos en todas las estaciones, es el tomate rojo maduro. Excepto en verano, los tomates deben ser embarcados verdes para evitar la pudrición excesiva. Para producir tomates rojos se requieren de 12 a 14 días en bodega, pero con Etileno, generalmente se obtiene un hermoso producto uniforme en 6 días. Los tomates coloreados con Etileno, están más aproximados en valor alimenticio a un producto coloreado en la planta, que aquellos coloreados por cualquier otro método. Los efectos del Etileno significan un enorme ahorro en tiempo minimizando las pérdidas causadas por mermas o descomposición.

La mejor temperatura para el tratamiento de tomate está entre 65 y 75°F, con una humedad entre el 85 y 95 %. Una concentración de una parte de Etileno para 4,000 partes de aire (por volumen) se recomienda para cuartos cerrados herméticamente. Si el cuarto no estuviera bien construido, se empleará una parte de Etileno para 1,000 partes de aire. Los tomates pueden ser tratados en canasta o en huacales. Se ha encontrado que los tomates, generalmente colorean mejor, si son cosechados cuando aparecen las venas de color rojo sobre la superficie.

Plátanos: Esta fruta ofrece un problema distinto de comercialización, que la mayoría de las otras frutas, porque el plátano maduro es un producto perecedero y aún cuando madure de la mejor manera posible, requiere una rápida distribución a los revendedores y consumidores. El plátano debe ser madurado uniformemente y coloreado para tener aceptación por el consumidor y estos dos procesos ocurren simultáneamente.

Las características de maduración y coloración del plátano varía enormemente, y la fruta es generalmente clasificada en relación a ésto, como "rápida", "intermedia" o "lenta". El Etileno, generalmente no es requerido para la maduración "rápida" y coloración rápida, a menos que se desee acelerar este proceso. En la fruta intermedia, el Etileno, no sólo acelera la coloración, sino que estimula la maduración; de esta manera se producen resultados uniformes en todas las frutas. Las frutas de maduración lenta, frecuen-

temente fallan totalmente para madurar o colorear bajo tratamiento normal y el Etileno es esencial para obtener resultados satisfactorios en este tipo de frutas.

Generalmente, es imposible detectar el porcentaje de frutas rápidas, intermedias o lentas en un lote. De esta manera el empleo del Etileno, lleva a los dos últimos tipos, a obtener color y madurez. Conjuntamente con el tipo rápido, con lo cual se asegura la uniformidad en todo el lote.

La concentración deberá ser aproximadamente de un pie cúbico de Etileno, para 1,000 pies cúbicos de espacio en la habitación y será introducido en intervalos de 12 a 24 horas.

La temperatura del cuarto de tratamiento de plátanos será entre 65 y 75°F. El Etileno será aplicado tan pronto como sea posible, después de que la fruta ha sido puesta dentro del cuarto y se ha establecido la temperatura deseada. La fruta será rápidamente calentada después de que haya sido colocada en el cuarto. La humedad deberá ser mantenida entre el 90 y 95 % durante la maduración y el período de coloración para prevenir la pudrición. Cuando se emplea Etileno, la maduración y coloración, generalmente toma de 3 a 4 días, dependiendo, en cierto modo, de la condición inicial y tipo de la fruta.

Frutas cítricas: En ningún producto es más necesario el buen color que en la naranja, limones y toronjas. A las frutas cítricas de excelente calidad, pero de color inferior, se les puede dar el económico tratamiento de Etileno. En consecuencia promediarán mejor clasificación y alcanzarán precios más elevados.

Para los cuartos herméticos de coloración, una concentración de una parte de Etileno por 1,000 o 5,000 de aire es suficiente. Por lo menos, se deben dar dos dosis al día, una en la mañana y otra en la noche, con buena ventilación, durante una hora antes del tratamiento. Si es empleado el sistema intermitente, la ventilación, así como el fluído de Etileno, deberán ser constantes.

El mejor color de las naranjas se obtiene en temperaturas de 80 a 90°F, con una humedad aproximada del 90 % ; sobre los 90°F existe el peligro de marchitamiento. Para los limones, la mejor temperatura de coloración es aproximadamente de 70°F, y es necesaria una ventilación frecuente para mantener correctamente el proceso. La humedad será del 80 al 85 %.

El período normal de coloración de las frutas cítricas con Etileno, es de 2 1/2 a 5 días. La fruta seguirá coloreando después de ser sacada del cuarto cerrado, de tal manera que no es necesario continuar el tratamiento hasta que el color completo haya sido obtenido.

Frutas tropicales: Mangos, aguacates, papayas, guanábanas y otras frutas tropicales menos conocidas, raras veces son embarcadas porque se reblandecen y son susceptibles a la descomposición. Para resistir el embarque, las frutas deben ser consistentes. Los distribuidores han tenido grandes dificultades para hacer llegar las frutas en condiciones apropiadas hasta la mesa del consumidor, y consecuentemente ha prestado poca atención a estas limitaciones.

El Etileno abre un vasto mercado para estas frutas, haciendo posible al distribuidor suministrarlas en la condición correcta a la mesa.

Los mangos son coloreados con Etileno en 3 o 4 días, la guanábana en 2 o 3 días. La técnica es esencialmente aquella utilizada para los plátanos. El equipo de catadores, informa que el sabor de las frutas coloreadas con Etileno, es igual al de las frutas coloreadas antes del empaque.

Dátiles: Los dátiles son también rápidamente coloreados por Etileno. El antiguo método consistía en mantener los dátiles verdes en cuartos calentados a 95°F por 12 días para destruir el tanino amargoso y cambiar el color al característico café obscuro. El Etileno acelera la remoción del tanino y reduce el tiempo de coloración a menos de la mitad que el requerido bajo proceso de exudación. Además, se ha reducido bastante la descomposición.

Persimonios: Los persimonios verdes, ceden al tratamiento del Etileno en dos días, menos de un tercio del tiempo requerido por otros procesos. Una parte de Etileno por 1,000 partes de aire a 65°F es la dosis apropiada. En todos los casos, las pérdidas por descomposición son disminuidas en forma importante.

Piñas: Esta fruta es generalmente cortada antes de que sea coloreada totalmente. Desgraciadamente, la maduración de la piña no puede ser controlada por los procedimientos normales y con frecuencia el comerciante al menudeo, vende las piñas demasiado pronto, para evitar las pérdidas por pudrición. El Etileno colorea las piñas verdes en 3 o 4 días. El proceso es tan rápido que todos los huacales colorean uniformemente y las piñas

tratadas con Etileno son superiores en sabor. La dosis es de una parte de Etileno por 1,000 de aire y la mejor temperatura es de 65°F. La humedad será mantenida mucho más baja que para los plátanos, porque las piñas están expuestas a enfermedades producidas por hongos en la corteza.

Etileno para la coloración de frutas maduradas, melones y legumbres

Manzanas: La mayor parte de las manzanas son recolectadas maduras, con tolerancia para ablandarse y hacerse paladeables en el almacenamiento. La demanda de verano, sin embargo, puede ser satisfecha con un producto mucho mejor, tratando los primeros especímenes con Etileno. La remoción del exceso de acidez da dulzura al producto, resultando en la mejor aceptación por el consumidor.

Peras: Estas también son recolectadas aún de color verde y tolerancia de ablandamiento en almacén, las variedades duras, pueden ser ablandadas y coloreadas en 4 u 8 días con Etileno, produciendo frutas maduras en cualquier momento que el mercado lo demande. Es esencial la ventilación adecuada.

Melones: El melón de agua, melón dulce y melón casava, son usualmente recolectados cuando han alcanzado una adecuada etapa de madurez, aunque no necesariamente el color apropiado. Sólo de 3 a 4 días se requieren para el tratamiento y una dosificación de una parte de Etileno por 1,000 de aire es suficiente. La temperatura deberá ser mantenida en 65°F aproximadamente.

Apio: El blanqueo del apio, cubriendo los tallos con tierra o sombreándolos con tablas o papel, requiere de mucho tiempo y trabajo para obtener un producto no siempre aceptable por las amas de casa. El Etileno, tiene muchas ventajas para el cultivador de apio.

En los estados del norte de los Estados Unidos, el apio se puede dejar crecer en el campo hasta pocos días antes de la primera helada y después puede ser blanqueado en celdas de almacenaje o en cuartos de tratamiento especial. Así se pueden embalar y blanquear grandes cantidades rápidamente, y venderse a altos precios.

Con Etileno, se puede obtener un producto superior en sabor y textura, manteniendo sus cualidades, en 6 días, (para variedades claras) y de 10 a 12

• días para las variedades verde obscuro. El Etileno, remueve la materia de color verde, clorofila, sin reducir el contenido de azúcar.

La habitación en que se hace el blanqueo será conservada a 65°F aproximadamente. Una concentración de una parte de Etileno por cada 1,000 de aire es suficiente para locales normales, pero en una cámara hermética, ésta se puede reducir a una parte por cada 10,000 de aire. Una dosis mayor de 1 a 1,000 será dañina para el apio.

Nueces: Se encontró que el tratamiento de Etileno, es el más sencillo y el método más efectivo de ablandamiento del hollejo en la variedad de nuez llamada cáscara pegada "Stick Tight". La temperatura de la habitación deberá ser mantenida entre los 70 y 80°F y la dosis recomendada de Etileno de una por cada 1,000 pies cúbicos de espacio en el cuarto. La habitación deberá ser perfectamente ventilada cuando menos dos veces al día para remover la humedad acumulada. Los hollejos son generalmente ablandados de 36 a 84 horas.

Los procedimientos y métodos para el proceso de coloración con Etileno descritos aquí, han sido comprobados por la experiencia actual en el campo. El Etileno puede ser utilizado con relativa seguridad, siempre que el operador esté familiarizado con sus propiedades y características, si las precauciones razonables son observadas. Debido a los numerosos factores que afectan los resultados y sobre los cuales no tenemos ningún control, como es el estado de la fruta, tipo y condición de los cuartos de tratamiento, temperatura y humedad; no garantizamos los resultados indicados aquí.

El Etileno es de fácil empleo

Uno de los mejores aspectos del método de coloración con Etileno, es la facilidad con que el gas es utilizado. Las frutas o legumbres pueden ser tratadas en habitaciones comúnmente empleadas para exudación. No es necesario que los cuartos estén herméticamente sellados, pero deben ser tan impermeables como sea posible, para prevenir las fugas del gas. Se deberá poner atención especial en las rendijas o cuarteaduras alrededor de puertas y ventanas, principalmente si el cuarto es utilizado con frecuencia. Las cooperativas, empacadoras y distribuidores pueden acondicionar cuartos a un costo relativamente bajo para la operación económica del procesamiento con Etileno, o pueden instalar cámaras construídas con control automático de temperatura, humedad y ventilación.

Cantidad de gas necesaria

Cada aplicación de Etileno, consistirá en no más de un pie cúbico de Etileno por cada 1,000 pies cúbicos de espacio en el cuarto. El uso de una cantidad adicional de Etileno, no acelerará el proceso de coloración. La cantidad excesiva de Etileno, puede resultar en la acumulación de una mezcla de aire–gas inflamable y explosiva que deberá ser evitada.

Antes de iniciar el tratamiento, es necesario determinar la capacidad del cuarto, multiplicando el largo por el ancho y por la altura. Ninguna tolerancia se hará para el espacio ocupado por la fruta. Por ejemplo: un cuarto de 20 pies de largo, 15 pies de ancho y 10 pies de altura, contiene 3,000 pies cúbicos y requiere un máximo de 3 pies cúbicos de gas Etileno, por tratamiento.

Temperatura adecuada

El mantenimiento de la temperatura entre 65 y 90°F, dependerá del tipo y condición de la fruta. Si el cuarto llegara a estar más frío de los 65°F, el proceso de coloración sería lento. A temperaturas sobre 90°F, se puede acelerar el desarrollo de bacterias y de descomposición.

Cuando el cuarto deba ser calentado, lo más aceptable es un sistema de tubería de agua caliente o vapor. Nunca se empleé fuego abierto. El calentamiento puede hacerse con un calentador eléctrico o de gas, registrados y reconocidos para su aplicación por la "Corporación de Laboratorios Underwriter". Ningún otro calentador deberá ser utilizado en el cuarto. Si la habitación está demasiado caliente, puede ser enfriada rociándola con agua que absorbe el calor y se evapora. En los cuartos de exudación permanente, se puede instalar un termómetro de vástago largo, de indicación a distancia, con el elemento en el centro del cuarto y la escala en el exterior para facilitar su lectura.

Prevenciones contra incendios

El Etileno cuando se mezcla con aire u oxígeno en ciertas proporciones, es inflamable y puede incendiarse o explotar.

Todas las instrucciones con que deben ser ejercidos los cuidados necesarios para el manejo del etileno se deben cumplir con eficiencia y seguridad.

- No se permiten fuegos abiertos, aparatos que produzcan chispas o fuegos próximos en cuartos que contengan gas Etileno, o cerca del cilindro.

- Se colocarán letreros de NO FUMAR en el interior de los cuartos de exudación y en el lado exterior de todas las puertas, lo mismo que en los lugares próximos a los cilindros y aparatos de medición.

- Un aparato o medidor aprobado para la medición precisa del gas debe ser acoplado en la válvula del cilindro o línea de gas, cuando se descargue el gas del cilindro.

- Mantener la válvula del cilindro cerrada cuando no esté en uso, ya sea que el cilindro esté lleno o vacío.

- La válvula del cilindro está equipada con una conexión de unión especial con cuerda izquierda y se requiere una tuerca de unión especial para hacer la conexión.

- Es necesaria una adecuada descarga a tierra en toda la tubería para prevenir los riesgos de descargas electrostáticas (fig. 3).

- No calentar el cilindro.

- El Etileno mezclado con el aire puede reducir la concentración de oxígeno.

- Debe evitarse la prolongada respiración del gas.

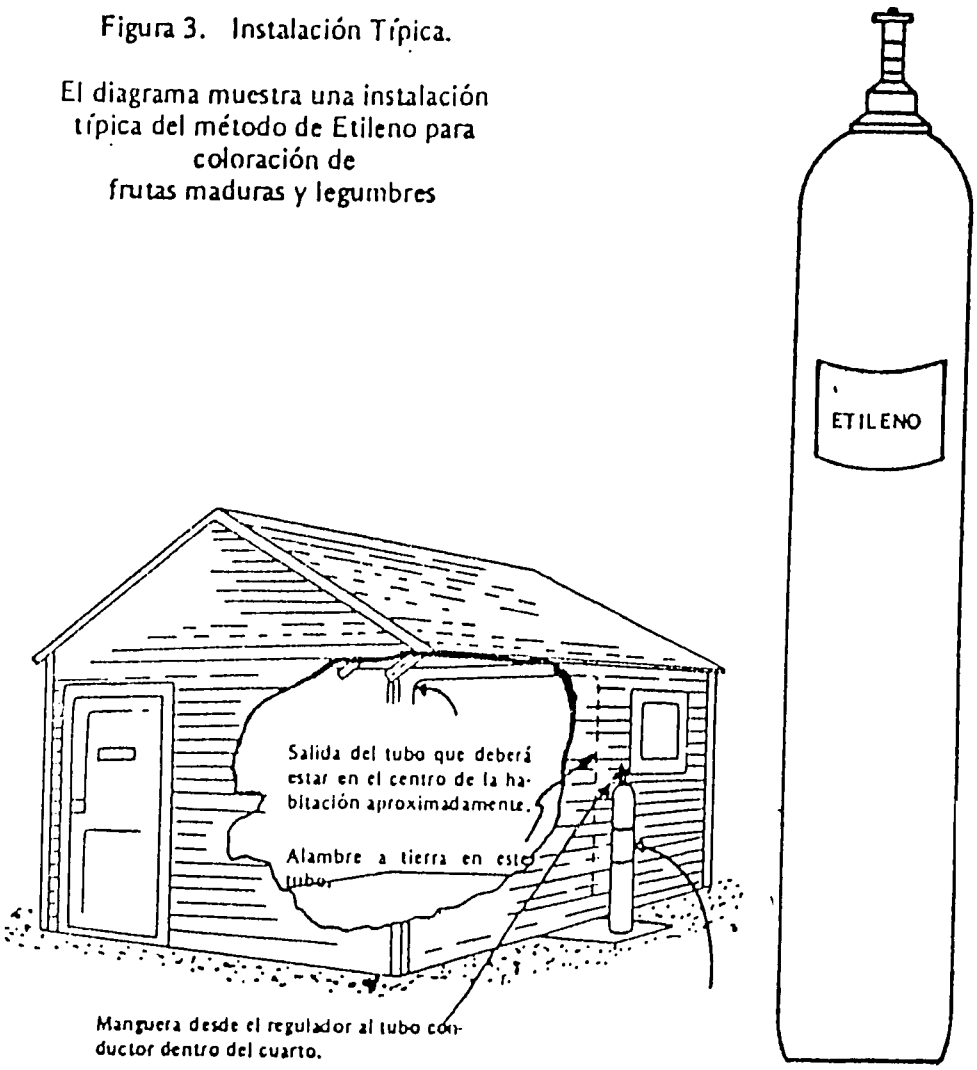
- La dosis más densa, requerida para cualquier producto es de un pie cúbico de gas Etileno para 1,000 pies cúbicos de aire. Esto es aproximadamente 1/27 de la concentración mínima en la cual el gas puede llegar a ser inflamable. Nunca será necesario emplear más de esta cantidad de Etileno. Frecuentemente con menos de esta cantidad se hará el trabajo con la misma rapidez.

- Emplee el gas Etileno de acuerdo con estas instrucciones y las normas de la National Board of Fire Underwriters, así como los requerimientos de cualquiera otra autoridad de reglamentación que pueda tener jurisdicción sobre las observaciones anteriores. Cumplir además con todas las leyes estatales o municipales aplicables, ordenanzas y reglamentos.

ETILENO PARA COLORACION DE FRUTAS MADURAS, MELONES Y LEGUMBRES

Figura 3. Instalación Típica.

El diagrama muestra una instalación típica del método de Etileno para coloración de frutas maduras y legumbres



- Los cilindros que contegan gas Etileno, deberán ser almacenados únicamente de conformidad con todas las instrucciones y normas de la National Board of Fire Underwriters.

- Se pueden comprar instrumentos que detecten la concentración de Etileno en el aire y estos pueden ser colocados con alarmas abajo del límite inferior inflamable.

- Las normas de la National Board of Fire Underwriters, están contenidas en su panfleto No. 57, titulado "SEGURIDAD RECOMENDADA PARA LA COLORACION Y MADURACION DE FRUTAS Y LEGUMBRES". que puede ser obtenido en la Board en 85 John Street, New York, N. Y. 10038.

Introducción del Etileno, dentro del cuarto de Exudación

Sistema de Disparo

En el sistema de disparo, el Etileno es introducido dentro del cuarto, en cantidades medidas con precisión a intervalos regulares de tiempo.

El gas deberá ser conducido desde el cilindro a través de un regulador hacia el cuarto de tratamiento por medio de un tubo de acero como se ilustra en la Fig. 3.

El regulador ilustrado y descrito en la Fig. 1 y 2 en la siguiente página, será operado como sigue:

1. Contectar el regular al cilindro "A" como se muestra en la Fig. 1, (observar, que la cuerda en la válvula es izquierda). Ver que la tuerca de unión "B" sea apretada hasta el tope, para evitar cualquier fuga en este punto. El agua de jabón aplicada en este punto, detecta las fugas, por las pompas que se forman con la jabonadura. Nunca use cerillos o flama alguna para checar las fugas de gas inflamable.

   Un manómetro que indique la cantidad aproximada de gas en el cilindro, puede ser suministrado cuando se ordene específicamente. Cuando este medidor sea utilizado, el tapón "C" será removido y el medidor se insertará en este punto. El medidor "D", el cual registra

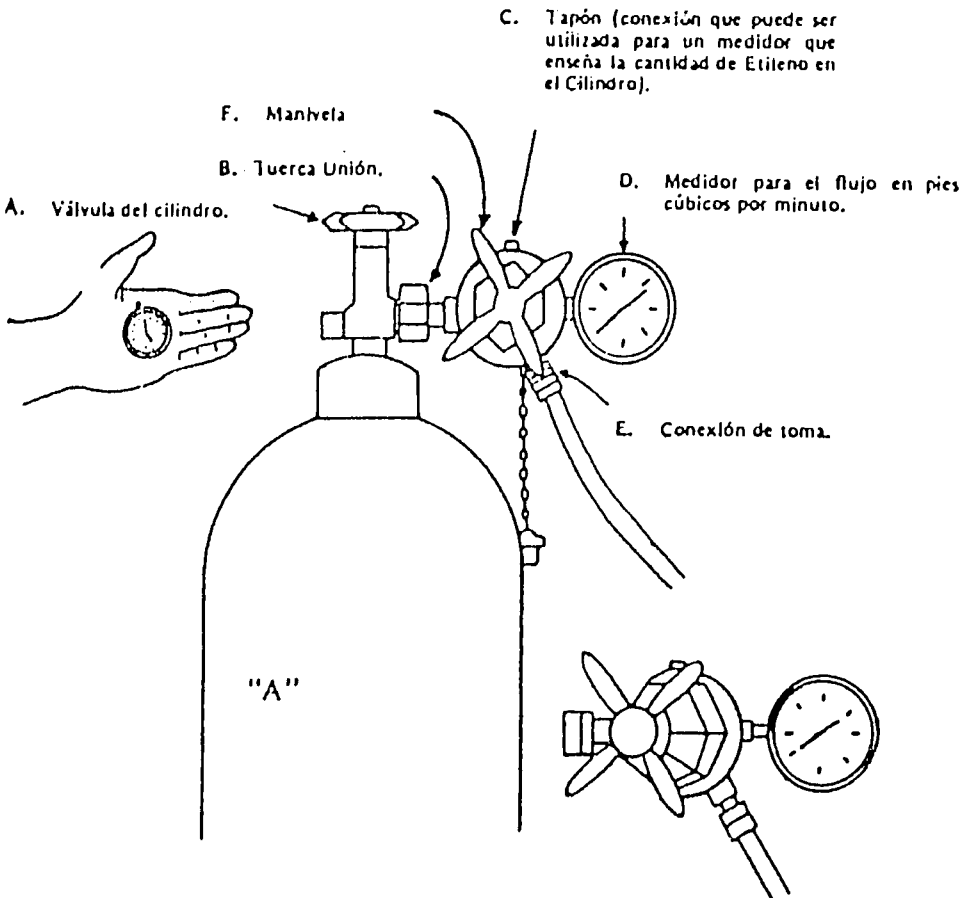


Fig. 1. Operación del regulador de Etileno y Medidor

Fig. 2. Regulador de Etileno y Medidor

la descarga de Etileno en pies cúbicos por minuto, deberá estar en el lado que se indica.

2. Unir una manguera desde la conexión exterior "E" en el regulador, hasta la tubería que conduce hacia el interior del edificio como se muestra en la Fig. 3. Observar que esta tubería conductora interior, esté conectada a tierra.

3. Ver que el volante "F" en el regulador esté apoyado hacia atrás, para que al girarlo hacia la izquierda quede suelta. Abrir la válvula del cilindro "A" girándola hacia la izquierda totalmente.

4. Se supone que el cuarto de exudación es de 20 pies de largo, 15 de ancho y 10 de altura, o sean 3,000 pies cúbicos de volumen. Este requerirá generalmente de 3 pies cúbicos en Etileno. Sosteniendo un reloj en una mano, como se ilustra, y el tornillo del volante hacia dentro "F" hasta que la aguja empiece a moverse. Desde este momento se inicia la distribución, con el tornillo del volante hacia dentro; empezar a girarlo hacia la derecha hasta que la manecilla indique que 1/2 pie cúbico de Etileno está fluyendo del cilindro cada minuto. Se dejará fluir el Etileno, durante 6 minutos (6 minutos por medio pie cúbico por minuto, igual a 3 pies cúbicos), luego gire a la inversa el volante "F" hasta que quede libre.

   Después cierre la válvula del cilindro "A", apretándola.

5. Separe la manguera del regulador de tal manera que sea imposible en cualquier forma que llegue más Etileno al interior del cuarto de maduración.

   Una baja proporción del flujo, será más deseable, que una proporción elevada, así como el mayor tiempo requerido, asegurarán una mayor precisión en la medición del gas. Las proporciones de flujo recomendadas, son las siguientes:

   Para cuartos hasta 5,000 pies cúbicos de volumen: 1/2 pie cúbico por minuto.

   Para cuartos entre los 5,000 y 10,000 pies cúbicos: 1 pie cúbico por minuto.

Para cuartos de 10,000 pies cúbicos en adelante: 2 a 2.1/2 pies por minuto.

La perfecta ventilación es esencial.

Es costumbre tratar las frutas o legumbres dos veces al día, generalmente en la mañana y por la noche. En muchos casos se obtienen mejores resultados de cuatro tratamientos por día con intervalos de 6 horas.

Ventilar el cuarto antes de cada aplicación de Etileno, principalmente si el cuarto está bien sellado. Las frutas y legumbres "respiran" y como los humanos, sienten la necesidad de bastante oxígeno. El aire puede ser cambiado, abriendo las puertas y ventanas durante media hora, antes de que cada tratamiento sea hecho. En las habitaciones especialmente construídas o en grandes cuartos para exudación, la aereación se puede hacer por medio de ventiladores. Un ventilador es también útil para la circulación del aire y de la mezcla de Etileno, pero sólo en cuartos herméticos de construcción especial. Esto ayuda al Etileno a penetrar profundamente en las frutas empacadas y reduce el tiempo de coloración. En los cuartos no herméticos, el ventilador rápidamente sacaría el Etileno y por eso nunca deberán ser utilizados.

Todo el equipo eléctrico, incluyendo luces, motores de ventiladores, switches, etc., deberá cumplir con el Código Nacional de Electricidad para la Clase I, Grupo D, instalaciones y equipo.

El sistema de goteo

En el sistema de goteo, el Etileno es introducido dentro del cuarto continuamente, más bien que intermitentemente, como en el sistema de disparo. La tubería de conducción interior deberá estar conectada a tierra. Como el fluído de Etileno es muy pequeño, tiene que ser regulado cuidadosamente. Esto se logra generalmente reduciendo la presión del cilindro por medio de dos reguladores, uno de los cuales baja la presión a casi 50 libras por pulgada cuadrada y el otro adelante la reduce de 2 a 3 pulgadas de presión de agua. La cantidad de Etileno es controlada usualmente por un pequeño orificio en la línea de conducción, dentro del cuarto y es medida por medio de un manómetro.

El sistema de goteo generalmente incluye sopladores, ductos, humidificadores, control automático de temperatura y arreglos especiales.

De 2,000 a 4,000 pies cúbicos de aire recirculan por minuto y por unidad de carga del cuarto. Las bovinas calefactoras son usualmente instaladas en los ductos de circulación y ya sea vapor o agua, es rociada dentro del ducto para mantener la humedad apropiada. Una provisión suficiente de aire fresco es introducida dentro de los ductos para proporcionar un cambio completo de atmósfera en el cuarto cada hora. El flujo de Etileno es generalmente regulado en un punto donde 1 a 2 pies cúbicos de gas son introducidos por 1,000 pies de espacio por 24 horas.

Estas cantidades, desde luego, varían con frecuencia y de acuerdo al tipo y condición de la fruta o al tipo y dimensión del cuarto.

Todo equipo eléctrico en tales sistemas, incluyendo luces, motores de ventiladores, switches, etc., cumplirán con el Código Nacional de Electricidad para Clase I, Grupo D, de equipos e instalaciones.

Los sistemas completos de goteo, descritos anteriormente, son suministrados e instalados por varias firmas del ramo en California y Florida.

Otras tecnologías para el uso del Etileno o derivados

El uso del Etileno descrito arriba, puede no ser siempre el adecuado para la tecnología disponible o el régimen de manejo de un producto perecedero en especial. Se han desarrollado otras estrategias para maduración de frutas, y más adelante, se resumen algunos métodos provechosos.

1. Ethrel

El Ethrel (ácido 2–cloretano fosfónico) tiene gran capacidad de acidez, diluído en agua. Cuando el compuesto es expuesto a condiciones sobre un PH de aproximadamente 5, el Etileno es liberado. El Ethrel está disponible en forma comercial y registrado para el uso en varios productos y puede ser empleado para controlar el proceso de desarrollo o propiciar la maduración. Como material para acelerar la maduración de frutas cosechadas, tiene la desventaja de tener que ser aplicado a la fruta en solución de agua, ya sea rociado o por inmersión, que significa una etapa más en el manejo con tendencia al peligro de la infección microbiana. En contraste al tratamiento del Etileno, no obstante, no se requieren arreglos especiales de acomodación o ventilación para madurar frutas con Ethrel, a condición que la temperatura ambiental esté dentro del rango requerido para madurar el producto.

2. Carburo de Calcio

Desde hace mucho se sabe que la floración de las piñas (inducida por el rociado de las plantas con carburo de calcio) puede ser sincronizada por el gas acetileno. Este efecto es debido a que los tejidos de las plantas responden lo mismo con etileno que con el acetileno, (Tabla III), (o quizá a las impurezas de Etileno producidas durante la hidrólisis del carburo de calcio). El carburo de calcio es producido por la combinación de óxido de calcio y carbón (ambos materiales fáciles de obtener) en un horno, el acetileno se produce cuando se mezcla con agua. Generadores sencillos para producir acetileno para lámparas, están disponibles para ser utilizados en espacios particularmente ventilados, para maduración o para quitar el color verde de las frutas.

Tabla III

Efectividad comparativa del Etileno y Análogos en chícharos
Ensayos de la sección del tallo (de grupo a grupo)

Compuestos	Actividad relativa: Moles/unidad efectiva
Etileno	1
Propileno	130
Cloruro de Vinilo	2,370
Monóxido de Carbono	2,900
Acetileno	12,500
Buteno	140,000

3. Generadores de Etileno

Recientemente se tiene a disposición del comercio, líquidos que por calentamiento producen Etileno. El líquido (que es un producto de patente)

parece que contiene ethanol y otros agentes que catalizan su deshidratación. El generador combina una unidad simple que produce calor con un sistema para coplar una botella del líquido generado. En operación, el sistema proporciona un flujo constante en una concentración de aproximadamente 200 partes por millón.

4. Empleo en Frutas

Tradicionalmente, la maduración de frutas con frecuencia ha sido estimulada encerrándolas con otras frutas que están ya casi maduras. Esta técnica, aplicada en forma adecuada, forma la base de un método económico y sencillo de maduración de frutas. La Tabla IV muestra el rango de producción de etileno conocida para un grupo de frutas comunes. Las frutas maduras en las categorías de alta producción de etileno pueden ser utilizadas en operaciones comerciales de menor escala para madurar o quitar el color verde de otras frutas, en la misma forma que cualquier sistema de generación de etileno.

Tabla IV

Promedio de producción de etileno por frutas a 20°C

Rango	Productos
0.1–0.1	Cerezas, cítricos, uvas, fresas.
0.1–1.0	Arándano, pepino, grosella china, quimbombo, piñas, frambuesa.
1.0–10.0	Plátano, higo, melón honeydew, mango, tomate.
10.0–100.0	Manzana, aguacate, melón cantaloupe, nectarina, papaya, duraznos, pera, ciruela.
> 100	Chirimoya, granadilla, zapote

5. Mezclas de Etileno a prueba de explosión

El peligro de explosiones debidas al suministro en exceso de etileno, a un cuarto de maduración puede ser eliminado empleando mezclas de etileno y gas inerte. La proporción de gas inerte (nitrógeno es buena selección) será tal que en altas concentraciones de etileno haya un remanente insuficiente de oxígeno en el espacio de maduración como para proporcionar una mezcla detonante.

III. Efectos dañinos del etileno en perecederos

Los potentes efectos del etileno sobre el crecimiento de las plantas, desarrollo y senectud, significan que este gas, que generalmente se encuentra en el medio ambiente, puede reducir considerablemente la vida de los productos perecederos sensibles a él. Las técnicas para moverlo o evitar sus efectos, son por lo tanto de considerable importancia para la tecnología de postcosecha.

A. Efectos indeseables del Etileno

Los efectos importantes del etileno, para acelerar el deterioro de los productos perecederos incluye:

- Senectud acelerada y pérdida de color verde en algunas frutas no maduras (pepinos, calabazas, etc.) y legumbres con hojas.
- Maduración acelerada de frutas durante el manejo y almacenaje.
- El moteado castaño en lechugas.
- Principio de formaciones amargas (isocoumarin) en zanahorias.
- Retoños en las papas.
- Absición de hojas (coliflor, repollo, ornamentales de follaje, etc.)
- Endurecimiento de espárragos.
- Vida breve de almacenaje y reducción de la calidad en las flores (por ejemplo: marchitamiento en claveles).

— Desórdenes fisiológicos en bulbos de floración.

B. Orígenes del Etileno en el medio ambiente

Los orígenes del Etileno en el medio ambiente, como un contaminante del aire durante el manejo de postcosecha de perecederos, son múltiples, pero indiscutiblemente lo más importante son los motores de combustión interna, cuartos de maduración de frutas y frutas en maduración.

La que sigue es una breve lista de otras fuentes:

Escapes de aeronaves.

Balastre de fluorescentes.

Descomposición de productos.

Humo de cigarrillos.

Materiales de caucho expuestos al calor o rayos ultra–violeta.

Plantas infectadas de virus.

C. Protección de productos sensibles al Etileno

Se han desarrollado varias técnicas para proteger los artículos sensibles a los efectos del Etileno. La selección del método adecuado, obviamente depende del producto, y de la técnica de manejo en su comercialización.

1. Remoción del Etileno

Donde sea posible, la extracción del Etileno de la atmósfera que circunda al producto, es el método preferible para evitar el deterioro de los productos sensibles a este gas. Distintos métodos están disponibles, los más sencillos y económicos son en muchos casos los más efectivos.

a) Eliminando las fuentes de Etileno

En la gran mayoría de los casos, los altos niveles de Etileno en almacenaje y áreas de manejo, pueden ser evitados mediante la remoción

de las fuentes de Etileno. Particularmente, el manejo de ductos sensibles a este gas, deberá ser realizado con elevadores eléctricos. Los vehículos estarán aislados de las áreas de manejo y almacenaje y los motores no se deberán dejar encendidos en espacios cerrados durante las operaciones de carga y descarga. Una rigurosa atención higiénica será sacar el producto pasado de madurez y descompuesto que signifique una fuente de Etileno.

b) Ventilación

Donde la atmósfera que circunda las áreas de almacenaje y manejo no está contaminada, la simple ventilación de estas áreas puede reducir las concentraciones de Etileno.

Un intervalo de un cambio de aire por hora, puede ser proporcionado rápidamente instalando un ventilador pequeño, con entrada y salida. El costo del uso de tal sistema (ignorando la pequeña inversión de capital inicial) puede ser determinado mediante la ecuación:

Costo/año (dólares) = 0,000539 X volumen de enfriamiento

(pie^3) x (temperatura exterior – temperatura de enfriado ^oF).

Esta ecuación supone un costo de energía de 4 centavos por kilowatt hora (U.S. dollar)

c) Remoción química

El Etileno puede ser removido por medio de varios procesos químicos y los más importantes son descritos abajo:

i. Permanganato de Potasio

Los materiales comerciales tales como el "Purafil" utilizan la capacidad del permanganato de potasio, para cambiar el Etileno a CO_2 y H_2O.

Los requerimientos para tales materiales son una gran área de superficie cubierta con el permanganato y permeabilidad dispuesta para gases. Muchos materiales porosos han sido utilizados para fabricar absorbentes de permanganato, incluyendo

vermiculita, pumita (piedra pómez) y ladrillo. El tipo de material utilizado depende de los propósitos para el cual el absorbedor es requerido. Las pequeñas piezas de ladrillos impregnados con permanganato, son muy adecuadas para colocar en bolsas de polietileno. Para extraer el Etileno del aire de los cuartos, probablemente el más efectivo sea el material especial puesto en varias charolas.

ii. Ozono

El ozono, es un potente agente oxidante y puede también ser utilizado para remover Etileno de la atmósfera. El efecto del ozono sobre las frutas y legumbres, puede ser, sin embargo, muy peligroso. Scoot, encontró que algunas lámparas germicidas pueden destruir el Etileno, sin producir concentraciones peligrosas de ozono, y ahora se sabe que el efecto es debido a la producción de ozono en emisiones de 184.9 nm desde la lámpara, a la oxidación del Etileno por el ozono y a la remoción del ozono restante por la emisión predominante de 253.7 nm. Se ha construido un aparato piloto a escala para obtener ventajas de este efecto. El aire del almacén pasa a través de las lámparas que producen principalmente radiaciones de 184.9 nm., después por las lámparas de paso que producen radiaciones de 254 nm. En los primeros prototipos, las lámparas se protegían una de la otra, pero esto no parece ser importante para alcanzar reducciones impresionantes en la concentración de Etileno en las atmósferas del almacén.

iii. Carbón de leña brominado o activado.

El carbón purifica el aire, especialmente si está brominado, y puede ser utilizado para absorber el Etileno del aire. Estos sistemas, están limitados a ser usados principalmente en el laboratorio, puesto que los absorbedores de permanganato de potasio son más baratos y su disponibilidad es más amplia.

D. Almacenaje Hipobárico

La remoción del Etileno endógeno, fue el primer beneficio atribuído al "sistema hipobárico de almacenaje". Fue claramente demostrado que los niveles endógenos de Etileno encontrados en las frutas en el almacenaje

hipobárico fueron muy reducidos, y que la mayor vida de almacenaje obtenido por éstos sistemas pudo ser reducida por la adición de Etileno a la atmósfera. Parece que existen pocos productos donde los beneficios de la reducción del contenido de Etileno en los tejidos, justifica el uso de este complicado y costoso aparato.

Muchos de los resultados obtenidos en almacenaje hipobárico, son atribuídos con más propiedad, a la reducción en la presión parcial de oxígeno, lo cual automáticamente conduce a la reducción en la presión atmosférica.

2. Inhibición de los efectos del Etileno

a) Atmósferas controladas

Se piensa que los efectos primarios del control de las concentraciones de O_2 y CO_2 en la atmósfera de almacenaje se deben a la reducción en la velocidad de respiración y de los procesos metabólicos asociados. Burg, y otros muchos autores han demostrado que la elevación en la presión parcial de O_2 y reducción de la presión parcial de CO_2, puede restringir en mucho la acción del Etileno en tejidos sensibles a esta hormona. La respuesta de las frutas al CO_2 elevado, puede ser un efecto en la respuesta al Etileno, como también un efecto directo sobre la velocidad metabólica. Por ejemplo: se ha probado que los plátanos podrían ser transportados en elevadas temperaturas ambientales con la introducción de un absorbedor de permanganato de potasio. Aún sin el absorbedor, la fruta así transportada estuvo en mejores condiciones que la fruta testigo. Es razonable suponer que el efecto principal de CO_2 fue el de prevenir la acción del Etileno sobre la fruta

b) Compuestos antietilénicos específicos

Los compuestos reportados recientemente para restringir la acción de Etileno incluyen Rhizobitoxina y sus análogas y el ión de plata. Mientras que la posibilidad de registrar estos compuestos para su empleo en comestibles es remota, su empleo con productos ornamentales está ya en uso comercial. Es de especial interés un complejo de plata y tiosulfato, el cual tiene muy baja "constante de estabilidad" y de esta manera se mueve más rápidamente desde la solución de florero hacia la parte superior de las flores cortadas. Las flores sumergidas en soluciones de este material, duran de 2 a 3 veces más que las flores testigo.

ENVASES Y OPERACION DE EMBALAJE *

Los envases para cultivos hortofrutícolas constituyen unidades convenientes para la comercialización y distribución del producto y pueden tener muchos requerimientos especiales. Los envases deben proteger el contenido contra daño indebido durante la distribución y deben mantener la forma y resistencia, sometidas a menudo por largos períodos a una humedad relativa cercana a la saturación y a veces a inmersión en agua. A menudo deben facilitar un rápido enfriado de su contenido desde altas temperaturas de terreno a bajas temperaturas de almacenamiento o transporte, y deben permitir la remoción del calor producido por el contenido. Debido a la frágil naturaleza de muchos productos hortofrutícolas, los envases generalmente deben soportar todas los *stresses* de estiba durante toda su distribución y debe ser adaptables a operaciones de altos volúmenes de embalaje. Si se usan para la venta al público, los envases deben ser atractivos para el consumidor.

Envases hortofrutícolas actuales

En los envases para productos hortofrutícolas existen muchos materiales, tamaños y formas. En los Estados Unidos actualmente se usan más de 500 diferentes envases. Los esfuerzos del pasado por lograr una estandarización han tenido un éxito limitado. Los principales cambios han sido en respuesta a consideraciones económicas: uso de materiales menos caros, adaptabilidad del envase a procedimientos de empaque y manejo menos caros, o capacidad para aumentar la densidad de la carga durante el transporte. En los Estados Unidos los mayores cambios han sido de envases de madera a cartón corrugado (con un uso limitado de envases plástico), de embalaje manual a operaciones mecánicas, y del manejo de envases individuales a manejo unitizado en palets. Estos cambios han forzado a una revisión general de los requerimientos de los envases para uso con productos hortofrutícolas.

---

* F. Gordon Mitchell, Cooperative Extension, Department of Pomology, University of California, Davis, CA. 95616. Versión en inglés "Postharvest Technology of Horticultural Crops." Special publication 3311 (1985). Lectura complementaria del **Curso Manejo Post-cosecha de Cultivos Hortícolas**

Requerimientos del producto

El exitoso desarrollo de un envase para productos hortofrutícolas está basado en el énfasis aplicado a los requerimientos del producto que será envasado. Estos requerimientos varían ampliamente dependiendo del producto, del programa de comercialización, del método de embalaje, etc. Sin embargo, existen muchos aspectos generales que son comunes a la mayoría de los productos.

Protección contra daños

Durante el manejo y distribución del producto se deben evitar todos los daños físicos en la medida que sea posible. Algunas heridas abiertas (cortes, pinchazos) normalmente ocurren antes del embalaje y deben ser eliminados mediante una buena supervisión y selección. Sin embargo, siempre ocurrirán machucones inevitables durante todas las etapas del manejo, incluyendo el embalaje y la distribución.

Machucones por impacto. El machucón por impacto es el resultado de la caída del producto sobre una superficie dura, ya sea solo o en grupos. Puede ser que este daño por impacto no sea visible a simple vista, por lo tanto se requiere un cuidadoso control de calidad. Una fuente común de daño por impacto durante el embalaje es la caída del producto en el envase. La incidencia y severidad de los machucones por impacto se puede reducir con el uso de almohadillas en los puntos de caída del producto, uso de cintas desaceleradoras en las canaletas de llenado y el diseño de llenadores que eleven los envases vacíos para reducir las alturas de caída durante el proceso de llenado automático. Una mayor protección se puede dar colocando almohadillas amortiguadoras en el fondo de los envases vacíos antes de comenzar el llenado automático.

Los productos envasados pueden recibir machucones por impacto por caídas excesivas durante la paletización, carga y descarga separación de productos, etc. La fuerza del impacto y los machucones se pueden reducir usando almohadillas amortiguadoras en el fondo de los envases. El manejo de unidades reduce el re-manipuleo del envase y por lo tanto reduce la cantidad de impactos. Sin embargo, aún el manejo con la grúa horquilla puede causas machucones; por lo que es esencial una cuidadosa supervisión para reducir efectivamente la exposición a daños por impacto.

Machucones por compresión. El machucón por compresión es el resultado de un envase no apropiado y de un proceso de embalaje inadecuado. Las dimensiones del envase deben ser cuidadosamente determinadas para acomodar el total del producto que se embalará; al diseñar el envase se debe seleccionar en forma cuidadosa el tamaño del producto para así evitar los daños por compresión durante el embalaje. Probablemente la causa simple más importantes de daños por compresión es el sobrellenado intencional para crear un envase abultado. Cualquiera que haya sido el significado histórico de la creación de este envase más pequeño que el requerido, un envase abultado no convencerá a los compradores modernos que están obteniendo algo gratis.

La compresión del producto después que ha sido envasado es la causa principal de machucones. El problema más obvio ocurre cuando se estiban envases sobrellenados. Debido a la distorsión del envase el producto absorbe gran parte de la fuerza de estiba. También ocurren machucones considerables cuando el envase no es lo suficientemente resistente para soportar más envases estibados sobre él. Los envases deben poder soportar el peso de envases adicionales.

Es necesario evitar la estiba de más envases que los indicados por el fabricante. No es económicamente factible diseñar envases de cartón corrugado para soportar estibas de tres o cuatro palets durante el almacenamiento; y aún más, las estibas de 2 palets debieran considerarse como una condición de almacenamiento temporal solamente y los exportadores deberían tener presente que esta estiba temporal se presentará durante la distribución. Para alturas de estiba de multipalets y para almacenamiento, las armazones para estibar palets *(pallet racks o crutches)* son más baratos que los envases extra resistentes.

Machucones por vibración/abrasión. Menos reconocido es el daño que resulta del libre movimiento de los productos dentro del envase durante el transporte. El machucón resultante por la vibración normalmente se restringe a la superficie del producto, excepto en ciertos productos muy blandos. Para prevenir el daño por vibración, se debe inmovilizar el producto dentro del envase. Esto se logra utilizando el envase del tamaño adecuado para el producto y ajustando correctamente la densidad de llenado.

En el embalaje manual el producto es inmovilizado logrando una compactación lateral dentro del envase. Los materiales de embalaje complementarios tales como envoltorios, bandejas,

alvéolos, forros y almohadillas pueden ser de utilidad. Los embalajes automáticos a granel se pueden inmovilizar poniendo un adecuado relleno, acomodando el producto y tapándolo. Un procedimiento especial llamado *embalaje compacto (tight-fill packing)* está diseñado específicamente para inmovilizar el producto después de llenado a granel.

Después de haber sido llenados, los envases deben compactarse adecuadamente si el producto debe permanecer inmovilizado. Cualquier prominencia del envase aflojará el contenido y facilitará la ocurrencia de daño durante el transporte. Por lo tanto, para inmovilizar el producto el envase debe ser suficientemente fuerte para resistir el manejo durante el período de distribución, aún durante el almacenamiento y el transporte en condiciones de alta humedad.

Facilidad en el manejo de la temperatura

El envase hortofrutícola debe dar cabida a los requerimientos especiales de temperatura del producto. Un buen manejo de la temperatura depende del contacto entre el producto y el ambiente externo. Para algunos productos puede ser suficiente la mantención del flujo de aire en la superficie. Generalmente se requieren orificios de ventilación para facilitar el flujo de aire a través del envase y lograr una rápida remoción del calor. Dentro de los límites, el aumento de la ventilación ayudará a acelerar el intercambio de calor. Para envases de cartón corrugado, será suficiente disponer de un 5% de orificios de ventilación en los laterales o cabezales para un rápido enfriado sin debilitar excesivamente el envase. Unos pocos orificios grandes es mejor que varios pequeños. Las ranuras verticales, mantenidas a al menos 5 cm de los bordes del envase, dan buen resultado.

Algunos frutos requieren lograr la maduración antes de llegar al mercado minorista. Para obtener una maduración uniforme y rápida es necesario calentarlos en forma pareja a la temperatura requerida para la maduración y a menudo requieren un tratamiento con etileno. Un envase que está provisto de los orificios correctos de ventilación para el enfriado responderá bien a ambos tratamientos (calentamiento y aplicación de gas).

Los orificios de ventilación no deberían estar relativamente restringidos por los materiales de embalaje internos. Los revestimientos, envoltorios, bandejas, tiras y almohadillas deberían estar diseñados y ubicados de modo de no entorpecer el flujo de aire a través del envase. Si estos materiales

restrictivos son esenciales para un embalaje exitoso, entonces será necesario aumentar el flujo de aire para compensar sus efectos.

Ocasionalmente los envases son diseñados intencionalmente para restringir el flujo de aire dentro de ellos; algunos envases usados para el transporte aéreo son diseñados sin ventilación para retrasar el calentamiento del producto durante el transporte sin refrigeración. Las cajas para flores están diseñadas de modo que los orificios de ventilación pueden ser cerrados después de ser sometidas a un enfriamente con aire forzado. Al usar el envase como barrera de calor, se debe reconocer que la restricción del flujo de calor será igual en ambas direcciones; por lo tanto, el calor de respiración del producto será retenido dentro del envase al mismo grado que el calor exterior es retirado. El empleo de hielo en el envase puede ser de utilidad en dicho tipo de sistema si el producto es envasado frío y ambos, el producto y el envase, toleran un prolongado contacto con el agua.

Protección contra la pérdida de agua

Muchos productos hortofrutícolas sufren deterioro (marchitez, arrugamiento y desecamiento) como resultado de la pérdida de agua durante el manejo y comercialización). La pérdida de agua ocurre debido a una gradiente de presión de vapor de agua entre el producto (normalmente en su punto de saturación (100%HR) y el ambiente que lo rodea (a una humedad relativamente más baja). Para minimizar la pérdida de agua durante el almacenamiento es aconsejable mantener la mayoría de los productos a una humedad relativa alta. Por lo general, durante el transporte y comercialización no se dispone de control de la humedad ambiental, por lo que el envase debe ser diseñado para constituir una barrera parcial contra el movimiento de vapor de agua del producto.

Se dispone de muchas barreras de humedad para envase. A menudo se han usado revestimientos plásticos normalmente diseñados con pequeñas perforaciones para permitir el intercambio gaseoso. Estos mantienen una atmósfera esencialmente saturada dentro del envase, la cual puede causas problemas de quebrajamiento de la superficie en algunos productos. Cortinas plásticas, las que se pueden mantener abiertas en los extremos del envase y plegadas alrededor de los costados y parte superior del producto, proporcionan una barrera parcial de humedad y han tenido éxito con algunas frutas. Los envases de cartón corrugado pueden ser tratados con diversos recubrimientos, los que

actúan como barreras de humedad. Como la mayoría de los materiales de embalaje son higroscópicos, los revestimientos superficiales también disminuyen la absorción de vapor de agua en los envases y retrasan su deterioro. El más usado, llamado *curtain-coating*, es una emulsión de polietileno-cera que se aplica a la superficie del cartón corrugado.

Las barreras de humedad dentro del envase no deben impedir el esencial flujo de aire a través de los orificios de ventilación. Los revestimientos de polietileno son particularmente problemáticos, pues bloquean completamente los orificios de ventilación del envase. En el caso de las cortinas de polietileno, pruebas efectuadas a duraznos envasados en bandejas han mostrado que un flujo de aire aumentado durante el enfriado y almacenamiento podría compensar este bloqueo. Los envases con recubrimientos superficiales pueden ser ventilados normalmente de modo que la barrera de humedad no afecte el movimiento del aire. En la mayoría de las condiciones, la ventilación del envase causará solamente un limitado aumento en la pérdida de agua del producto. Para propósitos de almacenamiento por períodos prolongados en este tipo de envase, la pérdida de agua puede ser reducida restringiendo parcialmente la ventilación, en compensación con un mejoramiento en los requerimientos de flujo de aire para el enfriado.

Facilidad en tratamientos especiales

Algunos productos están sujetos a tratamientos especiales, los cuales deben ser considerados en la selección y diseño de los envases. Algunos ejemplos son la fumigación con anhídrido sulfuroso de las uvas para el control de enfermedades y fumigación con bromuro de metilo de varios productos para el control de insectos. Estos tratamientos requieren envases bien ventilados a través de los que el fumigante puede fluir fácilmente. Normalmente el sistema de ventilación diseñado para un enfriado rápido es adecuado para la fumigación.

El gas etileno puede ser beneficioso o nocivo para muchos productos hortofrutícolas. Ya se ha mencionado la necesidad de ventilación del envase para lograr un calentamiento y tratamiento con etileno uniformes durante la maduración del fruto. A la inversa, algunos productos deben ser protegidos contra los efectos perjudiciales del etileno. Algunos procedimientos de remoción del etileno dentro del envase, que están siendo estudiados, pueden requerir modificaciones especiales del envase para lograr un uso efectivo. Otros removedores (scrubbers) de cámara que circulan el aire desde la cámara de almacenamiento a través de la unidad de remoción pueden requerir una buena ventilación del envase para ser efectivos.

El almacenamiento en atmósfera modificada ha sido logrado con algunos productos, especialmente con manzanas y peras, con el uso de revestimientos de polietileno parcialmente sellados. Según se ha informado, la acumulación de aproximadamente un 2-3% de concentración de anhídrido carbónico dentro de los revestimientos ha mejorado la vida de almacenamiento de la fruta. Debido a que dichos revestimientos de polietileno inhiben el intercambio de calor y hacen más lento el enfriado del producto, los beneficios reales bajo las condiciones modernas de manejo son cuestionables. El uso de esta técnica ha ido disminuyendo en los últimos años.

Compatibilidad con Sistemas de Manejo

El envase puede necesitar características especiales de diseño para hacerlo compatible con los equipos de embalaje y los procedimientos de manejo. Las aletas superiores del envase pueden ser una ventaja o desventaja de manejo, dependiendo del procedimiento de embalaje. El envase debe tener un tamaño que facilite la unitización y manejo de carga mixta. Los problemas de clima y contaminación que se puedan enfrentar deben ser considerados con anticipación. Los envases deben estar construidos con una variedad de materiales para satisfacer requerimientos especiales. Los envases de madera, por muchos tiempo un estándar en la industria hortícola, están todavía en uso en lugares donde se requiere un almacenamiento prolongado o se enfrentan severas condiciones de humedad.

Instalaciones de embalaje

Al diseñar un envase se debe considerar su compatibilidad con las correas transportadoras y otros equipos del sistema de embalaje. Realizar cambios de equipo para acomodarse a una nuevo embalaje es caro. En operaciones a granel, las aletas superiores del envase (que presentan problemas en el envasado manual) son a menudo una ventaja para mantener el producto durante el llenado. Esta ventaja puede justificar el costo de rediseñar el sistema de correa transportadora para acomodar la mayor altura de las aletas.

Un nuevo envase cosechero debe ser compatible con las condiciones de terreno. Algunos tratamientos, tales como recubrimiento con cera, pueden deteriorarse a altas temperaturas, decolorando el envase y perdiendo gran parte de efectividad. Algunos envases (poliestireno) son muy livianos cuando están vacíos y es necesario tomar precauciones para mantenerlos en su lugar cuando se presentan vientos fuertes.

Otros problemas de terreno tales como lluvias, rocíos densos o apilado de los envases requieren especial atención.

Cuando se introduce un nuevo envase, los problemas de existencias deben recibir especial atención. Los nuevos envases deben simplificar las operaciones dondequiera sea posible, por lo que se debe programar la eliminación de los envases existentes. Con una planificación cuidadosa el problema de existencias durante el cambio de envase se puede minimizar.

Manejo unitizado

Salvo unas pocas excepciones, los envases hortofrutícolas en los Estados Unidos deben ser adaptables de manejo unitizado. esto requiere un diseño para una paletización segura, ya sea en estibas sin traba o con traba. Esto es difícil de lograr con muchos envases abultados, de modo que al diseñar el nuevo envase se debe poner atención a los requerimientos correctos de masa/volumen del envase. El envase debe ser lo suficientemente resistente para soportar los *stresses* esperados en la columna de estiba. Si se estiban con traba, la ventilación debe estar ubicada de modo que facilite la circulación a través de todos los envases en el *palet*. Esto requerirá una relación geométrica entre las dimensiones horizontales del envase y la ubicación de los orificios de ventilación en los lados y extremos de los envases.

Las dimensiones del envase deben ser compatibles con las dimensiones del palet. Por muchos años las distribuciones han manifestado su deseo de estandarizar los palets en 1200 mm por 1000 mm. La tendencia hacia ese objetivo ha sido lenta, en parte debido a la mala utilización del espacio en los vehículos de transporte y por otra parte por muchos intereses creados en relación a tipos de envases y palets existentes, etc. Mientras se desean dimensiones estándares de los palets, la necesidad más importante es que el envase sea compatible con el tamaño del palet apto para ser usado con ese producto. Al seleccionar las dimensiones del envase es necesario verificar si su uso es permitido en las áreas de producción y comercialización.

Algunos envases están diseñados para facilitar la estabilización de los palets de embarque; por ejemplo, las lengüetas de estiba en ciertos tipos de envase. Muchos envases pueden pegarse entre capas en el palet con gomas paletizadores especiales de fácil desprendimientos *(break-away)*. Normalmente se requiere al menos un zuncho horizontal

de nylon o de acero para asegurar la estabilidad del palet que está unido con goma. Cuando no se utiliza goma, se necesitarán dos o tres zunchos verticales para estabilizar la carga de los palets.

Estandarización de envases

Cualquier persona que haya observado el manejo de productos en bodega distribuidoras se asombra de la gran cantidad de tipos, formas y dimensiones de envases actualmente en uso. Estos envases no están diseñados para ser compatibles al ser cargados y así los productos sufren daños innecesarios y continuos cuando son acomodados en cargas mixtas o para la venta al detalle. La mayoría de los productos cabría en envases de una pequeña serie de dimensiones horizontales. Esta necesidad ha desatado un serio esfuerzo por establecer una lista de envases de tamaño estándar. Al determinar estos estándares ha habido interés en hacer que las nuevas dimensiones cumplan con las dimensiones métricas internacionales.

Existen muchas consideraciones al desarrollar nuevos envases para el así llamado *palet métrico* (1200 mm por 1000 mm). Las dimensiones horizontales exteriores que han sido sugeridas para los productos hortofrutícolas norteamericanos incluyen 600 mm por 400 mm, 500 mm por 400 mm, 500 mm por 300 mm y 400 mm por 300 mm. Puede ser que se requieran algunas otras combinaciones que soporten una buena estabilidad y cobertura del área del palet para acomodar algunos productos. Por ejemplo, un envase de 400 mm por 333 mm se aproximaría a las dimensiones del amplio y actualmente usado *Los Angeles lug* y permitiría la conversión con un mínimo efecto sobre los equipos de embalaje y manejo.

Debido a la comba lateral, un envase con dimensiones completas no cabe en un palet de 1200 mm por 1000 mm. La magnitud de la comba que se puede permitir depende de las especificaciones del envase, incluyendo el peso del cartón, diseño y altura del envase y tamaño relativo del envase. Si los envases son muy anchos o largos, con comba, para caber en el palet, entonces las dimensiones del palet serán sobrepasadas y éste no sujetará algunas paredes del envase. Para compensar la comba será necesario enangostar las dimensiones del envase hasta en 10 mm. También ha habido esfuerzos para estandarizar las alturas de los envases para todos los productos. Esto representa muchos problemas màs serios para en el cumplimiento de los requerimientos de embalaje y comercializaciòn para proteger adecuadamente el producto.

Al seleccionar un nuevo diseño de envase es importante considerar cuidadosamente los requerimientos del producto. Si es necesario utilizar un envase telescópico (un envase de dos piezas con una tapa que cubre todo el cuerpo), entonces las dimensiones interiores serán menores que las de un envase de un solo cuerpo. La densidad del producto dentro del envase debe ser cuidadosamente calculada, basándose en el espacio interior útil del envase. Se dispone de información sobre densidad de llenado para varias frutas, con embalajes de llenado a granel y llenado compacto. Para cumplir satisfactoriamente, algunos de estos embalajes tienen requerimientos muy específicos de profundidad. Los envases de llenado compacto deben permitir una profundidad de llenado de 3 a 4 veces el diámetro de la fruta más grande que se va a embalar. Algunos productos blandos requieren embalajes de poca profundidad para evitar daños.

Las bandejas, en el caso de productos envasados en bandejas, deben ser rediseñadas para que calcen con las dimensiones del nuevo envase. En muchos productos se utilizan bandejas de 8 a 10 tamaños diferentes. Dado el costo de re-equipar el sistema en función de las nuevas bandejas, es esencial que se establezcan las dimensiones horizontales interiores exactas del envase antes de efectuar el cambio. Además, las bandejas pueden quedar mal ajustadas en envases de ciertas profundidades con la consecuente disminución en la densidad de embalaje. Todos estos requisitos deben ser cuidadosamente considerados para cada producto antes de la conversión a envases estandarizados.

Adaptabilidad a los requerimientos de manejo

El embalaje debe funcionar eficientemente bajo todas las condiciones de manejo que se presenten. Esto incluye no sólo la comercialización y distribución del producto, sino también las existencias y manejo de los materiales de embalaje.

Humedad

Algunos productos, especialmente ciertas hortalizas, se ve- enfrentadas al contacto con agua durante y después del embalaje. Los envases usados para estos productos deben poder soportar el contacto con el agua, a menudo por períodos prolongados. Tal contacto con agua puede ocurrir cuando un producto embalado es hidroenfriado, cuando se aplica hielo en el envase *(package-icing)* o cuando se espolvorea hielo sobre la carga *(top-icing)* durante el transporte. Los envases de cartón corrugado diseñados especialmente y fabricados para soportar dichas condiciones son bastante más caros.

La mayoría de los envases hortofrutícolas deben tolerar la exposición a la humedad relativa alta después del embalaje. Las instalaciones de almacenamiento pueden operar a una humedad relativa moderada (a menudo 85-95%), pero el agua que sale del producto creará alrededor de un 100% de HR dentro del envase. En los mercados de destino los envases al ser retirados de los vehículos de transporte o de las cámaras de almacenamiento pueden condensar agua de la atmósfera sobre sus superficies frías. Para que los envases puedan tolerar una exposición prolongada a estas condiciones de alta humedad se necesitan tratamientos especiales o cartón corrugado más resistente.

Alta temperatura

Los problemas de exposición de los envases al sol y a altas temperaturas en terreno ya han sido mencionados. Los envases que deberán ser expuestos a dichas condiciones deben ser diseñados para evitar tal deterioro. Las cajas de flores pueden ser aisladas para proteger las flores del calor o frío cuando no existe protección a la temperatura (por ejemplo, la entrega de una sola caja en un terminal de buses rural). Se ha informado que a ciertas existencias de envases de cartón corrugado que quedan de una temporada a otra expuestos a altas temperaturas ambientales, se les han separado las láminas de cartón, lo que es problema para su uso en la siguiente temporada.

Almacenamiento del producto

El envase debe soportar todas las condiciones ambientales necesarias durante toda la temporada de almacenamiento y comercialización del producto. Para minimizar los problemas durante el almacenamiento, se utilizan elementos que ayudan a la estiba, tales como marcos para los palets, soportes y *crutches* (esquineros rígidos de acero o madera colocados alrededor del palet cargado). Aún con estos elementos el envase debe poder soportar abusos en la manipulación en la fase final del período de almacenamiento y distribución.

Inspección

El envase debe poder hacer expedita la inspección de su contenido. Los envases telescópicos de cartón corrugado se pueden inspeccionar fácilmente con sólo sacar la tapa. Las tapas a presión y los orificios de inspección diseñados en otros estilos de envases también sirven para la inspección. Cualquiera sea el procedimiento, el envase se debe poder volver a cerrar y proteger el producto durante el resto del período de distribución.

Consideraciones económicas

Al considerar el costo de cualquier nuevo envase también se deben tener en cuenta todos los costos para adaptarlo al sistema de comercialización; esto incluye costos de materiales de embalaje, mano de obra, modificaciones en las operaciones de embalaje y manejo y potenciales cambios en la condición del producto.

1. Costo del envase

   - Costos de lo componentes del envase
   - Costos de armado del envase: mano de obra y materiales
   - Materiales necesarios para el interior del envase: recubrimientos, almohadillas, bandejas, envoltorios, etc.
   - Costos de almacenamiento de los componentes del envase.

2. Costos de embalaje

   - Adaptabilidad a la distribución mecanizada de los envases.
   - Efecto en la operación de embalaje
   - Efecto en la eficiencia de la mano de obra en el embalaje.
   - Número de etapas de embalaje requerido
   - Costos de modificación o conversión de las instalaciones de embalaje.

3. Costos de paletización y manejo

   - Efecto en la eficiencia de la estiba del palet
   - Efecto en los costos de materiales y mano de obra de enzunchado.
   - Adaptabilidad al engomado del palet
   - Adaptabilidad a los diferentes materiales del palet y sustitutos.

4. Costos de comercialización

   - Efecto sobre la densidad de carga en el almacenamiento y en vehículos de transporte.
   - Mano de obra o equipamiento extra requerido para el manejo.
   - Adaptabilidad del envase como unidad de exposición

5. Costos del valor del producto

   - Efecto del envase sobre la modificación del deterioro del producto.

- Valor de los ajustes debidos a fallas del envase
- Valor de la reputación de marca relacionada con el comportamiento del envase.

Pruebas de Transporte Simulado

La selección de buenos procedimientos de prueba es un aspecto importante de cualquier programa de desarrollo de un envase. La prueba objetiva de laboratorio es el primer paso para evaluar nuevos envases y procedimientos de embalaje. Dichas pruebas pueden reducir los costosos y demorados embarques de prueba y permiten una evaluación más precisa de un gran número de variables. Luego de estas pruebas de laboratorio se puede comparar un envase o tratamiento en desarrollo con uno estándar en un embarque de prueba. El uso de pruebas de laboratorio involucra un gasto mínimo de tiempo y entrega un alto grado de seguridad de que no se encontrarán con problemas de envergadura.

Bases para los procedimientos de prueba.

Para ser efectivos, los procedimientos de prueba en laboratorios deben cumplir con ciertas condiciones:

- Duplicar los tipos de abusos con que se encontrarán los productos en el transporte y manejo.

- El tratamiento en el laboratorio debe igualar un transporte y/o condición de manejo severos.

- El procedimiento de laboratorio debe permitir una prueba rápida sobre una gran cantidad de variables.

- Las pruebas deben poner énfasis en los efectos del transporte y manejo sobre el producto, los envases y materiales de embalaje.

Procedimientos de pruebas.

El procedimiento de prueba actualmente en uso en el Pomology Post-harvest Laboratory en Davis, incluye una serie de tratamientos de impacto y vibración.

- Prueba de impacto vertical. La cantidad y altura son ajustables, pero como estándar se emplean 30 impactos de una altura de 5 cm.

- Prueba de impacto horizontal. La cantidad e intensidad también son ajustables, pero también se usa un estándar de 30 impactos a 3,2 km. por hora.

- Prueba de vibración en el transporte. El movimiento, la frecuencia y el tiempo son ajustables, pero el estándar es una vibración de 30 minutos a 1,1 g de aceleración (usando 0,6 cm a una frecuencia de 550 ciclos por minuto).

- Prueba de transporte real. Normalmente se combinan los mejores componentes de todas las variables probadas en el laboratorio al diseñar el nuevo envase o método de embalaje. Este se compara primero en el laboratorio con el estándar de la industria. Si tiene buenas perspectivas, se prueba luego en un embarque de prueba y se compara con el estándar de la industria.

ENFRIADO DE FRUTAS Y HORTALIZAS *

Han ocurrido muchos cambios en el embalaje, manipulación, transporte, comercialización y distribución de cultivos hortofrutícolas que influyen directamente en los requerimientos y resultados del enfriado. Los nuevos envases y materiales de embalaje, métodos de embalaje y procedimientos de paletización a menudo hacen que el enfriado sea más difícil. El deseo actual de alcanzar mercados más distantes, prolongar su vida de almacenamiento y comercializar un producto que brinde una mejor satisfacción a los consumidores, a menudo requiere de un enfriado más uniforme o más rápido. Aquí se tratará algunos de estos cambios y su inferencia para los requerimientos de enfriado del producto y algunas posibles respuestas que pueden mejorar el sistema de enfriado.

La necesidad de enfriar

Una interpretación de los requerimientos de enfriado de los productos hortofrutícolas comienza con un conocimiento adecuado de sus respuestas biológicas. Todos los cultivos hortofrutícolas son organismos vivientes, que llevan a cabo los muchos procesos biológicos que son esenciales para la mantención de la vida; deben mantenerse vivos y sanos hasta que sean procesados o consumidos. La energía que se necesita para estos procesos vivos viene de las reservas alimenticias que se han acumulado mientras los productos estaban aún unidos a la planta (con algunas excepciones entre las flores).

El proceso por medio del cual estas reservas alimenticias son convertidas en energía se llama respiración. En una serie compleja de pasos, las reservas alimenticias almacenadas (almidones y azúcares) son convertidas en ácidos orgánicos, luego en compuestos de carbono más simples. El oxígeno del aire que los rodea es utilizado en el proceso y se libera el anhídrido carbónico. Si el oxígeno está severamente limitado, ocurrirá una respiración anaeróbico, se producirán aldehídos, alcoholes y otros materiales indeseables y finalmente el tejido morirá.

---

* F. Gordon Mitchell, Cooperative Extension, Department of Pomology, University of California, Davis, CA 95616 Versión en inglés "Postharvest Technology of Horticultural Crops." Special publication 3311 (1985). Lectura complementaria del Curso Manejo Post-cosecha de Cultivos Hortícolas,

Los productos hortofrutícolas no son los tejidos compactos, densos, cerrados que parecen ser, más bien tienen una estructura asombrosamente abierta, con una red completa de espacios de aire para interconección (llamados espacios intercelulares) por todas partes. Esto se puede ilustrar en muchos productos al inyectarles aire mientras el tejido intacto se mantiene bajo el agua. Casi instantánea y simultáneamente aparecen burbujas de aire por toda la superficie. La concentración de oxígeno en los espacios intercelulares en el centro de muchos productos es casi tan alta como en la atmósfera que los rodea, como resultado de su estructura.

Parte de la energía que se produce por la actividad respiratoria es utilizada en mantener los procesos de vida. El exceso de energía es liberado en forma de calor, llamado *calor vital*. La cantidad de calor vital varía según el tipo de producto, variedad, madurez o etapa de desarrollo, daños, temperatura y otros factores relacionados con el *stress*. Este calor debe ser considerado en cualquier programa de manejo de la temperatura.

La temperatura del producto es un factor determinante de la tasa de actividad respiratoria. Debido a que el resultado final de esta actividad respiratoria es el deterioro o senescencia del producto, normalmente se prefiere alcanzar una tasa respiratoria tan baja como sea posible sin peligro de dañar o matar el tejido. Una excepción sería la maduración controlada de la fruta. Cada 10°C (18°F) de disminución de temperatura reduce la actividad respiratoria en un factor de 2 a 4. Por ejemplo, la tasa respiratoria de un producto a 5°C (41°F) es sólo 1/4 a 1/16 de lo que sería a 25°C (77°F). Las buenas prácticas de enfriado y de manejo de la temperatura son, por lo tanto, críticas para disminuir la tasa de deterioro fisiológico.

Efectos del etileno

La temperatura afecta tanto la tasa de producción de etileno como la sensibilidad de los productos al etileno. El gas etileno es un material producido en forma natural en la mayoría, si no en todos, los tejidos de las plantas. Este simple compuesto químico es generalmente reconocido como una hormona de la maduración de la fruta. Puede tener importantes efectos beneficiosos o dañinos en los productos frescos, dependiendo de las necesidades de manejo. Para que estos efectos del etileno ocurran, se debe acumular una mínima concentración dentro de la atmósfera interna del producto y

la temperatura debe estar sobre el nivel mínimo. Estos niveles críticos de concentración y temperatura no están bien definidos. Sin embargo, dado que las tasas, tanto de producción como de acción del etileno son dependientes de la temperatura, un enfriado rápido y un buen manejo de la temperatura son vitales si se deben retrasar la maduración de la fruta y otros procesos de deterioro.

En términos de actividad respiratoria, los frutos, incluyendo hortalizas de tipo fruto, han sido agrupadas en dos grupos, *climatéricos* y *no climatéricos*. Los frutos climatéricos son aquellos que normalmente maduran después de la cosecha, período durante el cual los azúcares normalmente aumentan y se desarrollan constituyentes volátiles (sabores y olores). Un ablandamiento de la pulpa acompaña a la maduración; pero si dichos frutos son cosechados sin madurar, pueden ablandarse sin el desarrollo del dulzor y sabor. El etileno inicia la maduración, la que se ve acompañada por un rápido aumento en la actividad respiratoria de la fruta (llamado alza aumento climatérica). En este grupo se incluyen las manzanas, duraznos, papayas, melones cantaloup, tomates y muchas frutas.

Los frutos no climatéricos, que incluyen los cítricos, uvas, frutillas, entre otras, no maduran después de la cosecha y no muestran aumento en la actividad respiratoria. Aún bajo óptimas condiciones de maduración, la calidad de repostería no mejora en forma notoria. El etileno puede producir cambios de color en estos frutos; por ejemplo, la descomposición de la clorofila hace que las naranjas se *coloreen*. Sin embargo, los azúcares, ácidos y el sabor de la fruta no son influidos por el tratamiento.

El etileno está también implicado en una cantidad de problemas de daño y deterioro del producto. Entre éstos están las manchas "russet" en lechugas, somnolencia del clavel, absición foliar, picaduras en la cáscara de los cítricos, sabor amargo en las zanahorias, amarillamiento de los pepinos, ablandamiento de los kiwis, etc.

Pérdida de humedad

Los productos frescos pierden constantemente agua hacia el ambiente que los rodea. Después de la cosecha esta pérdida de agua no puede ser repuesta por la planta (excepto las flores) y hay una pérdida de peso. Muchos productos muestran signos de arrugamiento y marchitamiento después de perder un 3 a 5% de su peso inicial; pierden agua como resultado de un

gradiente de vapor de agua entre su atmósfera interna esencialmente saturada (dentro de los espacios intercelulares) y la atmósfera externa menos saturada. El vapor de agua se escapa en la dirección de la menor concentración, principalmente a través de aberturas naturales de la superficie de la fruta, pero también a través de daños de la superficie. La tasa de migración es controlada por la diferencia de presión de vapor entre el producto y su medio ambiente, el que es gobernado por la temperatura y la humedad relativa. El aire caliente puede mantener mucho más vapor de agua que el aire frío. La humedad relativa es una medida de la cantidad de vapor de agua en el aire, como un porcentaje de la cantidad que el aire puede mantener a esa temperatura. A 25°C (77°F) y 30% de humedad relativa, el producto perderá agua 36 veces más rápido que lo que lo haría a 0°C (32°F) y 90% de humedad relativa. Por lo tanto, la mantención de una baja temperatura del producto es esencial para reducir su pérdida de agua y su consiguiente arrugamiento y marchitamiento.

Organismos de pudrición

El manejo de postcosecha de productos hortofrutícolas frescos incluye en efecto dos sistemas vivientes: el producto y los microorganismos que lo atacan. De los miles de organismos potencialmente patógenos, sólo unos pocos causan problemas. Estos pocos organismos, sin embargo, causan una amplia pérdida directa de frutas frescas, hortalizas, flores y plantas ornamentales.

La temperatura afecta la tasa de crecimiento y disposición de estos microorganismos del mismo modo que afecta al producto: mientras más baja es la temperatura más lento es el progreso de sus procesos de vida. Ciertos organismos que pueden causar serias pérdidas no se desarrollan a bajas temperaturas de almacenamiento. Por ejemplo, la pudrición por *Rhizopus* se detiene cerca de los 5°C (41°F) y se ha descubierto que las esporas en germinación son sensibles a la refrigeración y que se mueren después de 2 días de exposición a 0°C (32°F). Otros organismos continuarán su desarrollo, pero a una tasa muy baja a temperaturas de almacenamiento prudentes cerca de 0°C. En estudios con *Botrytis* en frutillas durante un período de 7 días de comercialización, a 2°C (36°C) o menos, las esporas en germinación no penetrarían en la fruta y a 0°C el micelio (el crecimiento vegetativo de hongos) no penetraría a la fruta sana desde fruta contaminada de sus alrededores. Por lo tanto, el buen manejo de la temperatura juega un rol vital en la reducción de los problemas por pérdidas microbianas.

Daños

Los daños físicos pueden ser el resultado de maltratos en productos frescos a cualquier temperatura, pero la temperatura afecta la severidad de la respuesta del producto a esos daños. Los machucones y otras heridas provocan una mayor producción de etileno, la que puede acelerar la respiración, causar problemas de deterioro o iniciar la maduración de la fruta. Los machucones generalmente dañan las barreras naturales sobre la superficie del producto, aumentando las oportunidades de pérdida de agua y de ingreso de organismos de pudrición. Un enfriado hecho a tiempo y la mantención de bajas temperaturas reducen el resultado de daños, ya que afectan todos estos procesos.

Bajas temperaturas

El buen manejo de la temperatura es el único factor más importante para retrasar el deterioro del producto. El oportuno enfriado y la mantención de temperaturas adecuadas son partes esenciales del sistema de manejo de la temperatura. Para muchos productos esto significa mantener una temperatura tan baja como sea posible sin peligro de congelación. El punto de congelación variará con el contenido de sólidos solubles; para algunos productos se dispone de una guía del punto de congelación. La exactitud y sensibilidad de los controles de la temperatura, dependen de cuan cerca del punto de congelación se quiere llegar.

Muchos cultivos hortofrutícolas están sujetos al daño por enfriado a temperaturas considerablemente por sobre su punto de congelación. A menudo estos cultivos deben ser mantenidos a temperaturas modificadas. Los síntomas de daño por frío incluyen el pardeamiento interno o superficial, picado de la superficie, fallas para madurar, mayor susceptibilidad a microorganismos, cambios de textura (harinosa o lanuda) y pérdida de sabor. La mayoría de los cultivos de origen tropical o subtropical y aún algunos frutales de hoja caduca están expuestos a daño por enfriamiento. Se dispone de pautas con las temperaturas más bajas, seguras para diferentes productos.

Velocidad de enfriado

Muchos productos se benefician con un enfriado rápido y expedito. Por ejemplo, las frutillas experimentan pérdidas elevadas por deterioro si hay una demora mayor de una hora entre la cosecha y el enfriado. Existe un comportamiento

similar en las cerezas dulces cuando la demora es de más de 4 horas. Estos frutos se benefician con el enfriado aún cuando se recalientan durante las siguientes operaciones de manejo; el deterioro es proporcional al tiempo total de exposición a temperaturas más altas y no al patrón de enfriado y calentamiento.

Algunas peras *Bartlett* deben ser enfriadas a -0,5°C (31°F) dentro de las 24 horas de cosechadas para reducir pérdidas por un problema de pudrición enzimática llamada descomposición acuosa. Este problema es especialmente serio entre las frutas cosechadas en la mitad o al final de la temporada. Este rápido enfriado a baja temperatura también limita la pudrición y asegura una vida máxima de almacenamiento y, por lo tanto, es generalmente recomendado para todas las peras *Bartlett* que deben ser almacenadas.

Existen excepciones para esta necesidad de enfriado rápido después de la cosecha. Por muchos años los duraznos priscos cosechados frescos en Sudáfrica han sido mantenidos a temperatura ambiente por cerca de 36 horas antes de someterlos a frío. Esta fruta está expuesta a daño por frío (tejido seco y/o pardo) y el tratamiento tardío de frío demostró retrasar el comienzo del problema. Un informe reciente sugiere que un tratamiento similar puede ser útil para melones Honey-Dew si se les aplica etileno para iniciar la maduración antes del embarque frigorizado.

Mientras se espera que la mayoría de los frutos no sean dañados por la condensación de humedad durante el calentamiento, se ha informado que algunas uvas de mesa han desarrollado partidura de la baya (y la consiguiente pudrición) cuando la condensación de humedad ha permanecido en el racimo por períodos prolongados. Por esa razón, el enfriado rápido puede ser dañino a menos que se puedan mantener bajas temperaturas. Por lo tanto, es importante conocer el producto y sus requerimientos de temperatura y comercialización antes de seleccionar el programa de enfriado.

Cambios que afectan el enfriado

El enfriado es afectado por muchos factores diferentes durante todo el sistema de manejo, desde el huerto hasta el consumidor. Algunos cambios en el manejo han aumentado la necesidad de un enfriado más rápido y expedito. En esto se incluyen los deseos de comercializar productos más maduros, incluso en su madurez óptima de consumo, de extender el

período de almacenamiento, de abastecer mercados más lejanos y de satisfacer nuevos estándares de calidad del consumidor. Otros cambios han hecho que sea más difícil lograr este enfriado rápido y expedito y han provocado el desarrollo de nuevos procedimientos de enfriado. Aquí se incluyen los cambios de cajas cosecheras a "bins", nuevos diseños de envases, manejo unitizado y cambios en el equipo de transporte. Los efectos de estos cambios deben ser entendidos si se quiere lograr un mayor rendimiento del producto.

Vida más larga en el mercado

Los productores desean extender la vida de postcosecha de los productos hortofrutícolas frescos debido a una serie de razones. Los procesadores pueden almacenar y acumular producto para procesarlo, para proteger la calidad cuando las entregas exceden la capacidad de proceso, para mantener el producto los fines de semana para evitar complicaciones de mano de obra o simplemente para prolongar la temporada de proceso. El almacenamiento puede ser desde unos pocos días hasta varios meses.

Los embaladores pueden querer almacenar el producto para extender su temporada de comercialización, para acumular un "stock" para los períodos de fiestas, para facilitar una venta ordenada, para tratar de evitar caídas en los precios durante períodos de sobre oferta o para desarrollar mercados de exportación. Por lo tanto, se puede requerir una vida útil más larga. Debido a que el deterioro es una función de tiempo y temperatura, un enfriado más rápido puede extender en forma significativa la vida útil del producto.

Demandas del consumidor

Hay claras evidencias de que la satisfacción del consumidor con productos frescos está relacionada con ciertos aspectos de *calidad*, especialmente apariencia, sabor y estado de madurez, o la capacidad de madurar rápidamente después de la compra. Como los consumidores están comprando mayores cantidades de productos frescos, los comerciantes están ansiosos por hacer los cambios necesarios para afrontar la demanda de los consumidores. Para cumplir estos requerimientos, los embarcadores están enviando productos levemente más maduros, que han desarrollado más las características de aroma y sabor. El rápido enfriado y buen manejo de la temperatura son vitales para proteger estos productos.

Transporte

Los equipos de transporte refrigerado han cambiado durante la generación pasada desde el uso de hielo en barras a sistemas de refrigeración mecánica. El correcto uso del equipo de hielo en barra, que incluía patrones apropiados de carga, frecuentes recargas de hielo y una adecuada capacidad de circulación de aire, generalmente permitían un enfriado razonable de la mayoría de los productos durante el viaje. La mayoría de los equipos de refrigeración mecánica actualmente en uso están diseñados para mantener la temperatura, pero carecen de capacidad de flujo de aire y refrigeración necesario para un enfriado rápido. Aún más, los envases y patrones de carga han cambiado; se usan cargas de alta densidad para reducir los costos de transporte. Todos estos factores reducen el enfriado durante el transporte. Por lo tanto, es muy importante el enfriado expedito del producto antes de cargarlo y la protección contra el calor.

"Bins" paletizados

En las operaciones de cosecha, las pequeñas cajas cosecheras han sido generalmente reemplazadas por grandes "bins" paletizados, que a menudo tienen capacidad para media tonelada de producto. Esas cajas cosecheras estaban separadas por listones que facilitaban el flujo de aire cuando necesitaba enfriado. Por el contrario, las mayores dimensiones de los "bins" paletizados hacen que en gran parte del producto esté lejos de las superficies superiores o laterales del flujo de aire. Esto deja muy poca oportunidad al aire para que penetre al "bin" en operaciones normales de enfriado de cámara.

Envases

El cartón corrugado ha reemplazado a la madera en la construcción de envases. Los envases de cartón corrugado se pueden estibar en forma más compacta que los de madera y carecen de listones, los que en los envases de madera facilitan la circulación de aire durante el almacenamiento y transporte. Además, generalmente tienen mucho menos ventilación que los envases de madera que han reemplazado. Los materiales de embalaje interno, tales como envoltorios, bandejas, revestimientos, almohadillas y bolsas plásticas, además restringen la remoción de calor. A pesar de estas propiedades adversas, la estiba apropiada y el espaciamiento adecuado de los contenedores de cartón corrugado sobre los palets de almacenamiento, junto al suministro de mayor velocidad en el flujo de aire, pueden proporcionar una velocidad de enfriado razonable.

Unitización

En la actualidad la mayoría de los productos hortofrutícolas se manejan y embarcan en palets unitizados. Cuando los envases de cartón corrugado se estiban en forma compacta en un palet para un manejo unitizado, los problemas de enfriado se tornan más severos. Los orificios de ventilación de los envases, aunque tengan un tamaño adecuado, a menudo son bloqueados cuando los envases son estibados cruzadamente en los palets y gran parte del producto tiene muy poco acceso al aire frío. El enfriado de este tipo de unidades en cámaras convencionales es lento e irregular y a menudo poco apropiado si no se tiene algunas modificaciones en el diseño del envase y de la ventilación, en los patrones de estiba de los palets, en la operación del ventilador y/o en los sistemas de enfriado.

Enfrentando las necesidades de cambio

El conflicto entre la necesidad de lograr un enfriado más rápido y la creciente dificultad de enfriar parece imposible de resolver por medio del uso de procedimientos convencionales de enfriado de cámara. Sin embargo, se dispone de sistemas de enfriado rápido que pueden lograr buenos resultados si se usan correctamente.

Enfriado: Aspecto del sistema de manejo

Cuando se planifican las instalaciones de frío, debe considerarse el sistema completo de manejo del producto, ya que cualquier cambio en el sistema puede afectar la tasa, uniformidad y requerimientos del enfriado. El método de embalaje indicará cómo, y a veces cuando, se presente el producto para el proceso de enfriado. Los materiales y el diseño del envase influyen en el acceso del refrigerante al producto, y los patrones de estiba del palet influyen en el flujo del refrigerante a través y alrededor de los envases. Los patrones de carga, equipo de transporte y procedimientos de comercialización, todos ellos influyen en los requerimientos de enfriado. La vida máxima de venta de muchos productos puede ser alcanzada cuando los embarques de exportación de largas distancias se hacen por transporte marítimo refrigerado.

Enfriado y almacenamiento refrigerado: Dos operaciones separadas.

La capacidad de refrigeración para el enfriado rápido y para el almacenamiento en frío son algo diferentes. Por ejemplo,

se necesita cerca de 100 veces más refrigeración para enfriar peras en 24 horas que para almacenarlas en frío por 24 horas. Aun cuando la fruta es enfriada por un período de 6 días, la capacidad diaria de refrigeración durante el enfriado es casi 25 veces la requerida para almacenamiento en frío. Esto no incluye la refrigeración requerida para extraer el calor que penetra a las instalaciones a través de paredes, puertas, ventiladores y grúas horquilla.

Es necesario considerar también otras diferencias entre enfriado y almacenamiento en frío. Durante el enfriado rápido, la alta velocidad del aire no aumenta la pérdida total de agua del producto si ésta ocurre sólo mientras es el producto el que está siendo enfriado. Sin embargo, durante su posterior almacenamiento en frío, la alta velocidad del aire deshidratará los productos hortofrutícolas debido al largo período de exposición al aire que se mueve rápidamente. La alta humedad relativa del aire es esencial para evitar una excesiva pérdida de agua durante el almacenamiento en frío, pero no es tan importante durante períodos cortos de almacenamiento.

Por lo tanto, el enfriado y almacenamiento son operaciones separadas que tienen requerimientos muy diferentes. Los requisitos específicos para lograr un enfriado rápido y uniforme deben ser considerados independientemente de los requerimientos del almacenamiento refrigerado.

Métodos de enfriado

Se dispone de varios métodos de enfriado para uso en productos hortofrutícolas; el enfriado de cámara, enfriado por aire forzado, hidroenfriado, aplicación de hielo al envase y enfriado al vacío se usan antes del almacenamiento o embarque. Para el enfriado durante el transporte se usa la aplicación de hielo sobre el envase, hielo en banda y refrigeración mecánica en los vehículos. Pocos son los métodos de enfriado (por ejemplo, enfriado de cámara e hidroenfriado) que se usan en una amplia gama de productos, sino que la mayoría de ellos responde mejor a uno o dos de los métodos. En el Cuadro 1 incluye métodos de enfriado y los tipos de producto para los cuales pueden ser utilizados.

Consideraciones de tipo económico pueden decidir cuál método de enfriado se usa. Algunos métodos tales como el hidroenfriado, enfriado por aire forzoso y enfriado al vacío, requieren de considerables inversiones iniciales. Otros requieren menos inversión, pero pueden necesitar envases que

toleren el agua que son caros; también pueden tener mayores pérdidas de productos y costos operacionales más altos.

Enfriado de Cámara

Este método de enfriado ampliamente usado implica poner los envases de producto en una cámara de frío. La forma típica de operar de este método es soltando aire frío dentro de la cámara cerca del techo, el cual se mueve horizontalmente a través del techo y pasa más allá de los envases para volver a los intercambiadores de calor. Para mejores resultados, los envases deben ser estibados de modo que el aire en movimiento pueda tocar todas las superficies del envase. Para proporcionar la turbulencia necesaria para remover el calor se necesita un flujo de aire de al menos 61 a 122 metros (200 a 400 pies) por minuto. Los envases provistos de buena ventilación pueden acelerar el enfriado, al lograr algún intercambio de aire.

CUADRO 1

METODOS DE ENFRIADO Y PRODUCTOS EN LOS QUE PUEDEN SER UTILIZADOS

Método de Enfriado*	Productos	Comentarios enfriados
Enfriado de cámara	Todos los productos	Demasiado lento para muchos productos perecederos. Las velocidades de enfriado varían extensamente dentro de las cargas, palets y envases.
Enfriado por aire forzado (enfriado a presión)	Frutas, berries, hortalizas de fruto, flores, coliflores, tubérculos	Mucho más rápido que el enfriado de cámara; las velocidades de enfriado son muy uniformes si se usa en forma correcta. Los requerimientos de ventilación y estiba de los envases son críticos para un enfriado efectivo.
Hidroenfriado	Hortalizas de tallo y de hoja y algunas frutas y hortalizas de fruto	Enfriado muy rápido; enfriado uniforme a granel si se usa correctamente, pero puede variar mucho en envases definitivos con producto; una limpieza diaria y medidas sanitarias son esenciales; el producto debe tolerar el mojamiento; pueden requerirse envases que toleren el agua.
Aplicación de hielo al envase	Hortalizas de raíz, de tallo y algunas de flor, cebollas verdes, repollitos de Bruselas	Enfriado rápido; limitado. a productos que pueden tolerar el contacto con agua y/o hielo; es esencial disponer de envases que toleren el agua.

Método de Enfriado*	Productos	Comentarios enfriados
Enfriado al vacío	Hortalizas de hoja; algunas de tallo y de flor	Los productos deben tener una relación favorable superficie-masa para un enfriado efectivo. Provoca una pérdida de peso de alrededor de un 1% por cada 6°C enfriados. Un procedimiento que agrega agua durante el enfriado evita esta pérdida de peso, pero el equipamiento es más caro y se requieren en envases que toleren el agua.
Enfriado durante el transporte		
Refrigeración mecánica	Todos los productos	El enfriado en la mayoría de los equipos disponibles es demasiado lento y variable y generalmente no es efectivo.
Aplicación de hielo: Sobre el envase y en bandas	Algunas hortalizas de raíz, de tallo y de hoja, melones cantaloup	Lento e irregular, el peso del hielo en la parte superior del producto reduce el peso neto; se requieren envases que toleren el agua.

* Para que estos métodos sean efectivos se necesitan cámaras de almacenamiento refrigerado para mantener el producto después de ser enfriado.

El enfriado de cámara permite que el producto sea enfriado en el mismo lugar donde será almacenado, por lo que requiere menos manipulación. Una buena cámara de frío requiere, sin embargo, más espacio que el que se necesita para un buen manejo de almacenamiento; por lo tanto, la remanipulación puede ser necesaria para lograr una buena utilización del espacio de almacenamiento.

Los productos para los que se utilice la cámara de frío deben tolerar la remoción lenta del calor, puesto que gran parte del enfriado es por conducción del calor a la superficie del envase. Para dichos productos el enfriado de cámara representa una potencial economía, pues la carga de refrigeración es distribuída por un período más largo y porque los requerimientos de flujo de aire son a menudo menores que para un enfriado rápido. Debido a que la velocidad de aire requerida para el enfriado es mayor que la que se necesita para el almacenamiento, los productos almacenados en la cámara de frío perderán agua más rápido que cuando están bajo condiciones de almacenamiento más ideales.

El enfriado en cámara se ha vuelto cada vez más difícil a medida que un mayor número de productos se van manipulando en grandes bins o en contenedores que son dispuestos en forma compacta en palets. Esta dificultad creciente es el resultado de trayectorias más largas para conducir el enfriado y a la mayor dificultad de producir movimiento de aire dentro de las grandes unidades de producto.

Surtidores en el cielo

Esta modificación del enfriado en cámara dirige un flujo de aire por todas las superficies del envase para tratar de mejorar la remoción de calor. En la cámara se construye un cielo, con pequeños conos invertidos abiertos, instalados para dirigir el aire en el espacio sobre el cielo. Esto crea una presión levemente positiva la que hace que el aire fluya desde los conos. El piso de la cámara se marca cuidadosamente para estibar los palets o bins espaciados de modo que el aire que fluye de los conos baje hacia las esquinas de las unidades estibadas y se distribuya por los canales que se dejaron al formar las estibas. El plenum de retorno de aire extrae el aire en una dirección.

Compartimientos de enfriado

Tanto para el enfriado como para el almacenamiento, una sola cámara grande se divide en compartimientos instalando tabiques separadores en la cámara desde cada costado. Se construyen canales de suministro de aire para dirigirlo hacia cada compartimiento. Cuando un compartimiento es llenado con producto caliente, se pueden abrir los ductos de suministro para dirigir un gran volumen de aire frío detrás del producto. El retorno del aire generalmente ocurre desde el centro del pasillo de la cámara para la grúa horquilla. Una vez que se ha completado el enfriado, se puede reducir el suministro de aire en ese compartimiento específico para crear las condiciones de almacenamiento deseadas. Con este sistema un producto frío ubicado en un compartimiento no es calentado por productos calientes de otros compartimientos.

Enfriado por aire forzado (Enfriado a presión).

El enfriado por aire forzado, sistema que ha sido descrito en detalle en varias publicaciones, puede resolver muchos problemas difíciles de enfriado debido a que mantiene el movimiento de aire a través, más que alrededor, de los envases. El sistema, el cual crea un leve gradiente de presión para hacer que el aire fluya a través de los orificios de ventilación del envase, logra un rápido enfriado como resultado del estrecho contacto entre el aire frío y el producto caliente. Con un diseño apropiado se puede lograr un enfriado rápido y uniforme a través de las estibas de palets o de envases paletizados. Se pueden usar varios diseños de enfriadores, dependiendo de las necesidades específicas. La transformación de las instalaciones de frío existentes en un sistema de enfriado por aire forzado es simple y barata, siempre que se disponga de la suficiente capacidad de refrigeración y superficies de enfriado (por ejemplo, superficie del serpentin evaporador). Aquí se describen algunas variaciones en el diseño de enfriadores de aire forzado.

Túnel de aire forzado

Este es el sistema de enfriado por aire forzado más tradicional. Esencialmente se ubican dos hileras de envases paletizados o bins en cualquier lado de un ventilador aspirador dejando un pasillo entre las hileras. Luego se cubren el pasillo y el extremo abierto para crear un plenum de aire (Fig. 2). Con el ventilador aspirador operando, se crea una leve presión negativa de aire dentro del plenum. El aire frío de la cámara, entonces, se mueve a través de los orificios o entre los envases hacia la zona de baja presión, empujando el aire caliente desde los alrededores del producto a medida que se mueve. El ventilador aspirador puede ser una unidad portátil que se ubica para dirigir el aire caliente hacia el retorno de aire de la cámara de frío o puede ser una unidad fija que también hace circular el aire sobre la superficie de enfriado y lo hace volver a la cámara de frío.

Pared de frío

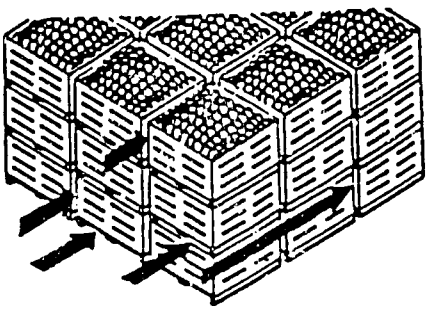
Este es un plenum de aire construído en forma permanente equipado con un ventilador aspirador. A menudo se ubica en un extremo o lado de la cámara de frío, con el ventilador aspirador diseñado para mover el aire sobre la superficie de enfriado. Las aberturas están ubicadas a lo largo del costado de la cámara del plenum contra la cual se colocan las

estibas. Se han desarrollado diferentes interruptores de modo que el flujo de aire es bloqueado excepto cuando un palet está en su lugar. Cada palet se empezará a enfriar tan pronto como esté ubicado en su lugar; por lo tanto, no hay necesidad de esperar por más despachos para completar un túnel. A menudo se construyen estanterías de modo que con este sistema de pueden enfriar multicapas de palets. Se pueden acomodar diferentes envases, y hasta palets parciales, con un diseño apropiado del sistema interruptor. Esto es beneficioso en algunas operaciones donde se maneja una gama o variedad de productos. Cada palet debe ser sacado oportunamente del enfriador, tan pronto como haya sido enfriado, para evitar una desecación innecesaria por un continuado flujo de aire rápido sobre el producto.

Enfriado de serpentín

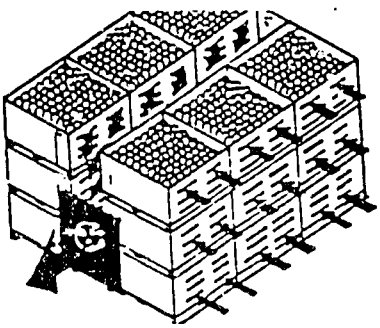
Este sistema es usado para producir enfriado por aire forzado en bins que están construídos con ranuras inferiores de ventilación, con o sin ventilación lateral. Requiere de una modificación del diseño de la pared fría para permitir que los espacios para las grúas horquilla entre los bins sean usados como aprovisionamiento de aire y plenums de retorno. El aire frío se mueve verticalmente a través del producto dentro de cada bin en respuesta a la pequeña diferencia de presión entre plenums (Fig. 3). Los bins pueden ser estibados en varias hileras de profundidad contra la pared fría, dependiendo de la velocidad de enfriado deseada y del flujo de aire disponible. La capacidad de flujo de aire de las aberturas para las grúas horquilla es la limitación principal. Para lograr el flujo de aire deseado, se han dejado aberturas adicionales en la pared fría para igualar las aberturas alternas de la grúa horquilla, empezando por el bin de más abajo. En los lados de los bins que dan a la cámara estas mismas aberturas se han bloqueado, así el aire que fluye hacia una ranura abierta entre los bins debe pasar por arriba o por abajo a través de un bin de producto para llegar a la pared fría. Este sistema no requiere espacio entre hileras de bins y no tiene limitación de altura. Se logra un enfriado rápido debido a que el aire fluye verticalmente a través de una capa poco profunda de producto.

Figura 1.-



Vista esquemática el paso del aire durante el enfriado de cámara de productos frescos en "bins". El aire que circula a través de la cámara pasa sobre las superficies y a través de las aberturas para las gruas-horquilla en su retorno hacia los serpentines de enfriado. En este sistema el aire toma el camino de menor resistencia en su recorrido por el producto. El enfriado desde la superficie hacia el centro de los "bins" es, en su mayor parte, por conducción.

Figura 2.-



Vista esquemática de un tunel de aire forzado. Los "bins" o los envases paletizados pueden colocarse de manera de forman un túnel desde donde se extrae el aire. La presión negativa, causa luego que el aire frío de la cámara pase a través de las ranuras de ventilación y tomar contacto directamente con el producto caliente.

Figura 3.-

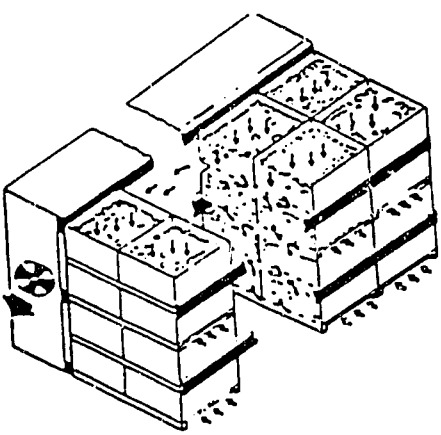


Diagrama del enfriado por aire forzado de serpentín, que muestra el patrón del flujo del aire. Este sistema es específico para el enfriado de frutas en "bins". mediante el bloqueo de las aberturas para las gruas-horquilla alternadamente en los lados que dan hacia la pared fría y hacia la cámara, los ventiladores en operación, el aire es forzado a pasar verticalmente a través de los "bins" para enfriar la fruta.

Ventilación del envase

Para que el sistema de enfriado por aire forzado funcione en forma efectiva es esencial una buena ventilación del envase. El aire frío debe poder pasar a través de todas las partes del envase. Para que esto sea posible, los orificios de ventilación del envase deben permanecer abiertos después de la estiba. Es por ello que los modelos de ventilación son importantes. Si los envases son paletizados sin traba, los orificios laterales o del extremo será suficientes, siempre que estén correctamente ubicados en relación a las bandejas, almohadillas, etc. Si se usa una estiba con traba, es necesario que los orificios de ventilación laterales y de los extremos calcen. Para envase de 400 mm x 300 mm estibados con traba en un palet de 1200 mm x 1000 mm, se deberán considerar ranuras de ventilación verticales en un radio de 100 mm alrededor del perímetro del envase, ya que ellos permanecerán calzados cuando son estibados con traba.

Si hay muy poca ventilación el flujo de aire se verá restringido; sí hay mucha, debilitará el envase. Una proporción razonable podría ser una ventilación de alrededor del 5% lateral y/o en los extremos. Algunas ranuras grandes de ventilación, son mas efectivas que muchas ranuras de ventiñación pequeñas para aumentar la velocidad del enfriado. La colocación de ranuras de ventilación a medio camino y de arriba hacia abajo es lo adecuado, a no ser que las bandejas u otros materiales de envase aislarán una parte del producto. Cualquier tipo de bolsa, forro, o división vertical en el interior del envase eliminará gran parte del efecto de las ranuras de ventilación. Las ranuras verticales, de por lo menos 12 mm (1/2 pulgadas) de ancho son más efectivas que las ventilaciones redondas.

Hidroenfriado

El uso de agua fría para lograr un enfriado rápido del producto, es un método antiguo muy eficaz para el enfriado de una gama amplia de frutas y hortalizas en bins y a granel antes del embalaje. Su uso es limitado para productos envasados, debido a la dificultad de obtener un flujo de agua adecuado a través de los envases, y porque los envases deben ser tolerantes al agua. Se dispone de pautas para el diseño y operación efectivos del hidroenfriador. El producto debe ser tolerante al mojamiento, no susceptible al daño producido por los golpes de agua, y si tolerante a los productos químicos que son usados para evitar la propagación de organismos patógenos que se encuentran en el agua del enfriador. La higiene, incluyendo la limpieza frecuente y la mantención de

una concentración baja de cloro, es importante. Se debe tener conocimiento de la tolerancia del producto al cloro. Los hoyos del panel de duchas deben ser limpiados diariamente para evitar que se produzca un flujo desparejo del agua sobre el producto.

También deben considerarse las limitaciones potenciales del hidroenfriado. Cuando el hidroenfriador está trabajando a toda su capacidad, el producto que viene llegando debe permanecer a temperaturas ambientales esperando el enfriado. Además, cuando el enfriado se ha completado, el producto debe ser transferido a una cámara fría para que no se produzca un recalentamiento rápido. Las operaciones de hidroenfriado pueden requerir una remanipulación de los bins, previa al embalaje o almacenamiento. La eficiencia del enfriado puede ser baja, a no ser que el hidroenfriador sea operado continuamente a su capacidad máxima, o en el interior de una cámara fría o una pieza aislada.

Aplicación de hielo en el envase

Algunos productos son enfriados llenando los envases con cantidades predeterminadas de hielo, dependiendo de la temperatura inicial del producto. Inicialmente, el contacto directo entre el producto y el hielo causará un enfriado rápido. Sin embargo, a medida que el hielo se comienza a derretir, la tasa de enfriado baja considerablemente. La aplicación de *hielo líquido* implica la distribución del hielo a través de todo el envase, logrando un mejor contacto entre el producto y el hielo. La aplicación de hielo en el envase requiere el uso de envases definitivos más costosos y tolerantes al agua. En operaciones pequeñas, el hielo se coloca manualmente o con palas en los envases; en operaciones de grandes volúmenes se hace automáticamente con dosificadores mecánicos. Los aplicadores de *hielo líquido* automáticos para las cargas en palets, hoy en día se usan para el enfriado de algunas hortalizas envasadas en el campo.

Enfriado al vacío

Las hortalizas que tienen una relación favorable de superficie-masa, tales como las hortalizas de hoja, pueden ser enfriadas rápidamente con este método. También se usa para el enfriado de coliflor, apio, algunos maíces dulces, zanahorias y pimientos. El uso con zanahorias y pimientos es principalmente para secar la superficie y los tallos, respectivamente, y para inhibir la pudrición de postcosecha.

El enfriado es obtenido reduciendo la presión atmosférica en el interior de una gran cámara de acero, de construcción sólida, donde se encuentra el producto. Reduciendo la presión atmosférica también se reduce la presión del vapor de agua dentro de la cámara. Cuando la presión del vapor de agua en la cámara se ha reducido más de la que existe en los espacios intercelulares del producto, el agua del producto se evaporará y produce el enfriado. El enfriado al vacío causa la pérdida de alrededor del 1% del peso del producto (mayormente agua) por cada 6°C de enfriado del producto. Esta cantidad de pérdida de peso puede ser perjudicial para el apio y algunas lechugas. En un proceso patentado que se encuentra en uso hoy en día, especialmente para el apio, la pérdida de peso se ha reducido notoriamente mediante la adición de agua en forma de un rocío fino durante el ciclo de enfriado al vacío.

Algunos enfriadores de vacío se encuentran en lugares permanentes. Sin embargo, en la actualidad, la mayor parte de los equipos de enfriado al vacío son portátiles y son utilizado en dos o más distritos cada año. Esto permite la amortización de los altos costos de los enfriadores en un período más largo a lo largo del año. Mientras los enfriadores al vacío más antiguos eran principalmente del tipo *sten-jet*, los que se usan en la actualidad utilizan bombas mecánicas de vacío rotativas.

Enfriado antes del embalaje

Los problemas de enfriado con los productos en palets o productos envasados en polietileno, pueden ser evitados con el enfriado del producto antes del embalaje. Esto aumenta los costos básicos del enfriado ya que los productos que posteriomente son sacados (desechos o productos destinados a proceso) también son enfriados. Con los melones este problema se evita sacando la mayoría de la fruta de desecho antes del enfriado. Si se produce un 20% de desecho después del enfriado, el costo del enfriado aumenta en un 25%. Si el 50% es removido (por ejemplo, al destinar peras a un procesador), entonces el costo del enfriado por tonelada de producto envasado se duplicará. El costo puede llegar a ser prohibitivo a no ser que el enfriado agregue valor al producto destinado a otro proceso.

Se producirá un poco de recalentamiento si el producto es envasado después del enfriado. Una pequeña brisa puede recalentar los productos a niveles cercanos a las temperaturas ambientales en sólo 30 minutos. Algunos

embaladores minimizan este recalentamiento con un enfriado parcial del producto antes del embalaje y con un enfriado completo después del embalaje. Un embalador resuelve este problema de otra forma: la fruta es enfriada por aire forzado en bins cuando llega desde el campo y el vaciado del bin es colocado dentro de la cámara de enfriado por aire forzado. La fruta vaciada y fría es llevada desde la cámara fría al área de embalaje, donde es seleccionada, calibrada, y embalada en forma compacta en envases en un lapso de 3 a 4 minutos. Los envases embalados son transportados a una cámara fría para ser paletizados dentro de 6 a 7 minutos después de haber salido del enfriador. Con este sistema, el alza de temperatura es mínima.

RESUMEN

El enfriado eficaz y el manejo de la temperatura en los cambiantes sistemas de manejo de los cultivos hortofrutícolas requiere de un conocimiento total del producto y de los requisitos de comercialización, y de los métodos de enfriado que están disponibles.

1. El enfriado rápido y el buen manejo de la temperatura están siendo reconocidos como factores esenciales para una comercialización satisfactoria. Este reconocimiento es el resultado del aumento del conocimiento de los requisitos de temperatura del producto además de los cambiantes requisitos de manejo y comercialización.

2. El enfriado es parte del sistema de manejo de productos perecederos. Los efectos de las tasas de enfriado deben ser considerados cuando hay un cambio en cualquier parte del sistema.

3. Los requisitos para el enfriado y almacenamiento en frío son muy distintos y deben ser considerados como dos operaciones separadas.

4. Existen varios métodos de enfriado y sus variaciones para obtener un enfriado relativamente rápido, aún bajo las condiciones impuestas por los procedimientos de manejo más modernos. El uso eficaz de estas opciones requiere de un conocimiento cabal de los principios involucrados.

5. La introducción de los bins y el manejo unitizado de los envases han hecho más difícil la obtención de un enfriado rápido. Las operaciones contemporáneas de enfriado muchas veces involucran grandes volúmenes de producto con acceso restringido. Las modificaciones efectuadas a los sistemas de enfriado pueden proporcionar un enfriado eficaz, aún bajo tales condiciones.

6. Los mayores costos involucrados en obtener un enfriado más rápido pueden ser relativamente pequeños cuando se considera el costo total del sistema de enfriado.

7. Muchas veces los métodos de enfriado rápido se pueden obtener con pequeñas modificaciones de las instalaciones de enfriado existentes. Los requisitos deben ser determinados por un ingeniero calificado en refrigeración después de la evaluación del sistema completo de refrigeración.

PRINCIPIOS, METODOS, OPERACIONES Y DISEÑO DE SISTEMAS DE PRE-ENFRIADO PARA UN MANEJO EFECTIVO DE LAS TEMPERATURAS DE POST-COSECHA EN LOS CULTIVOS HORTICOLAS *

Un pre-enfriado rápido y completo inmediatamente después de la cosecha, es el primer paso y también el más importante para limitar el deterioro de los productos hortícolas perecederos, tales como frutas, vegetales y ornamentales, además de preservar su vida útil o perdurabilidad en condiciones frescas para la venta. Los sistemas de enfriado son efectivos solamente cuando tanto el propietario como los operadores conocen y comprenden los principios que conllevan los métodos usados; cuando el método es cuidadosamente seleccionado y el sistema es planificado, diseñado y construido de la manera más completa y cuidadosa. Los enfriadores grandes, de tipo comercial, deben ser diseñados y construidos por ingenieros con mucha experiencia en el diseño de tal tipo de instalaciones.

El pre-enfriado es el proceso por medio del cual se efectúa la transferencia del calor producido por los productos hacia una fuente de refrigeración, generalmente hielo o un sistema mecánico de refrigeración. El calor puede ser transferido por conducción, convección, radiación y/o evaporación. Para todo exportador o embarcador es necesario saber cómo funciona este proceso de transferencia de calor, de acuerdo a los diferentes métodos de enfriamiento que se usen, por ejemplo enfriado en cuarto, enfriado por aire forzado o enfriado a presión, enfriado por agua o hidroenfriamiento, enfriado al vacío o con bolsas o paquetes con hielo. El no conocer cómo funcionan estos procesos y métodos, dará como resultado que usemos un sistema de enfriamiento que sea ineficiente e inefectivo para nuestro propósito.

También es importante conocer los diversos factores que influencia la efectividad de los métodos y sistemas de enfriamiento. Entre estos están los siguientes:

- La temperatura del medio de enfriamiento.

- Exposición del producto al medio de enfriamiento.

---

* Dr. Robert F. Kasmire, Especialistas en Servicios de Extensión de Mercadeo de Vegetales, Emeritus, Universidad de California, Davis. Presentado en AGRITRADE '89. Lectura complementaria del Curso Manejo Post-cosecha de Cultivos Hortícolas,

- Tasa de circulación del medio de enfriamiento.
- Tamaño del producto y densidad en los paquetes.
- Material de empaque usado.
- Temperatura inicial del producto.
- Temperaturas de post-enfriado deseadas.
- Duración del ciclo de enfriamiento.
- Manejo de los productos antes y después del enfriado.
- Localización del enfriador y exposición al sol.
- Planificación, diseño, construcción y aislamiento del enfriador.
- Un cuarto frío para almacenaje, contiguo y efectivo.

Además de estos factores, el determinar cuáles métodos de enfriamiento a usar, también dependerá de la mezcla o variedad de los productos a ser enfriados, su tolerancia a los varios métodos de enfriamiento, la adaptabilidad de los diferentes métodos de enfriamiento que existan en la planta, el conocimiento que tenga el personal de los diferentes métodos de enfriamiento y la duración de la temporada de enfriamiento.

Una vez que se ha decidido que realmente se necesita un enfriador, es el momento de decidir si se desarrolla un método de enfriamiento con suficiente amplitud de adaptabilidad para los productos a ser enfriados, o si se desarrollan todos los sistemas necesarios para esos productos, en conjunto.

El paso siguiente es calcular el tamaño físico y la capacidad de refrigeración del enfriador (o enfriadores) necesarios. Los pasos matemáticos que se usan para calcular estas cantidades, se describen en los libros y publicaciones de la materia. Luego, es necesario seleccionar el mejor lugar o localización para instalar el o los enfriadores. Para esto, deberán tomarse en cuenta los siguientes factores:

- Drenajes
- Disponibilidad de servicios

- Planes de futura expansión

- Areas de recibo y embarque de los productos

- Exposición del enfriador al sol

Tener un cuarto frío con cualquier tipo de enfriamiento es algo esencial, pues una vez enfriados los productos, deben ser inmediatamente almacenados a la temperatura deseada, para mantenerlos hasta su momento de ser embarcados al mercado.

Las empresas de menor escala y los embarcadores de grandes volúmenes, tienen otras alternativas. Ellos pueden construir su cuarto frío directamente o contratar con una empresa que se los construya; o pueden comprar un camión refrigerado o un contenedor marino, que sean usados. Sin embargo, tanto los camiones refrigerados como los contenedores ofrecen algunas desventajes, por ejemplo: puede que necesiten una conversión de diesel a electricidad, que es bastante cara; que su aislamiento esté bastante deteriorado; con frecuencia son vehículos en mal estado; su circulación de aire es muy limitada y el aire tiene una humedad relativas baja y, especialmente, el flujo de entrada y salida del producto es bastante restringido.

Los cuartos fríos de tamaño grande deben ser hechos por un ingeniero con experiencia en planificación, diseño y construcción de cuartos fríos. Dentro de los factores a ser tomados en cuenta están las consideraciones estructurales, aislamiento térmico, barreras de vapor, ventilación, humedad relativa, tipo y capacidad de refrigeración, productos y flujo de productos, fuentes adicionales de calor y cantidades, la posible necesidad de ventilación para controlar las concentraciones de etileno en el cuarto y los tipos y tamaños de puertas que serán necesarias. Otro factor importante a ser considerado, son los costos estimados de operación y mantenimiento.

Conclusión

En conclusión, existen varios métodos de enfriamiento disponibles para los exportadores y embarcadores de productos hortícolas. Su uso efectivo requiere conocimiento y comprensión de los principios y métodos de enfriamiento, planificación, diseño y construcción de manera cuidadosa, la ingeniería técnica adecuada, operación correcta, e igualmente un mantenimiento correcto. Todos estos son factores importantes para el uso óptimo de cualquier sistema de enfriamiento.

OPERACIONES DE ENFRIADO: EVALUACION DE LA EFICIENCIA *

La eficiencia del enfriado podría considerarse como el grado de enfriamiento del producto logrado por unidad de tiempo en proporción al gasto total efectuado para obtener dicho enfriamiento. Los costos de enfriamiento que tienen que ser considerados incluyen la inversión de capital y la amortización de las instalaciones y el equipo, los materiales, mano de obra, energía, operaciones y mantenimiento. Para operar eficientemente los sistemas de enfriamiento deben ser planificados, diseñados, operados y mantenidos de manera adecuada. La eficiencia de energía en el enfriado es el grado de enfriamiento del producto logrado en proporción a la cantidad de energía consumida para producir ese grado de enfriado. La tasa de enfriamiento es el grado de enfriamiento del producto obtenido por unidad de tiempo.

La energía necesaria para el enfriamiento representa un porcentaje pequeño del total de la energía utilizada (TEU) que se necesita para producir, cosechar, empacar y enfriar frutas frescas y vegetales. Por ejemplo, solamente se necesitó 4.5 por ciento del TEU para enfriar melones a un promedio 16.7 grados C (30 grados F) (Chancellor et al. 1978). Para hidroenfriar el maíz dulce de la Florida se requirió solamente 0.8 por ciento del TEU de la producción a través del enfriado, de acuerdo a Gaffney (1980). Aún dentro de estos estimados limitados de utilización de energía existen oportunidades para reducir la energía necesaria o utilizada en las operaciones de enfriado. Sin embargo, la economía de cualquier reducción potencial debe de ser evaluada muy cuidadosamente.

Planificación

Producto(s) a enfriarse

1. El tipo de método de enfriamiento a utilizarse deberá ser compatible con tipos de productos a ser enfriados. Las frutas se enfrían mejor por el método de enfriamiento por aire comprimido, las raíces y los tallos por hidroenfriamiento, y los vegetales de hoja por medio de enfriamiento al vacío o hidrovacío. Con aquellos productos que pueden ser enfriados

---

* Robert F. Kasmire. Lectura complementaria del Curso Manejo Post-cosecha de Cultivos Hortícolas,

Previous Page Blank

efectivamente a través de más de uno de los métodos anteriores, serán más importantes las consideraciones económicas al planificar el método a utilizarse.

2. El tamaño y la densidad afectan la carga de transferencia de calor en el interior de los productos. Los tamaños pequeños de cualquier producto se enfrían con más rapidez.

3. La temperatura final deseada del producto afectará la duración del ciclo de enfriamiento necesario. Se necesitan ciclos de enfriamiento más largos para lograr temperaturas de productos finales.

4. La cantidad a ser enfriada por unidad de tiempo tendrá influencia sobre el tamaño del enfriador y los costos de refrigeración. El tamaño del enfriador deberá ser estimado de acuerdo a la cantidad máxima diaria promedio de producto a ser enfriado durante una estación.

5. También deberán considerarse las operaciones futuras de expansión con respecto al embarque (y enfriamiento). Resulta más barato planificar por anticipado cualquier expansión que retirar completamente o reconstruir el equipo y las instalaciones de enfriado.

El empaque afecta el enfriado

El embalaje (los contenedores de embarque) y los materiales de empaque a utilizarse también afectarán la tasa de enfriamiento. Todos ellos inhiben el enfriamiento de alguna manera y por lo tanto reducen la cantidad diaria de producto que podrá ser completamente enfriado.

1. El tipo de contenedores de embarque utilizados (contenedores a granel, cajas de madera, cajas de cartón, bolsas) afectará a la tasa y la uniformidad del enfriado, por lo tanto afectará también la eficiencia del enfriador. Los operadores deberán terminar las tasas de enfriamiento para los productos en cada tipo de contenedor utilizado.

2. Los materiales de empaque (paquetes al consumidor, los forros del contenedor, etc.): la eficiencia del enfriado se reduce según se incremente la tensión y el grosor de los materiales de empaque.

Al ventilar o perforar los materiales de empaque se mejora la eficiencia del enfriamiento de cierta manera, pero tales perforaciones en el material deberán estar de acuerdo al tipo de contenedor de embarque utilizado.

3. La ventilación del contenedor, la estiba y los patrones de carga durante el enfriado: los orificios en contenedores adyacentes deberán estar alineados de manera muy exacta para que ocurra un enfriamiento rápido. Los orificios del contenedor mejorarán la eficiencia del enfriamiento si los contenedores están diseñados, construídos y estibados de manera correcta. Los patrones de estiba y carga en los enfriadores deberán ser los adecuados a manera que las tasas de enfriamiento (y eficiencia) sean obstaculizadas al mínimo.

Factores de selección del método de enfriamiento

1. El grado de familiarización del personal administrativo y de operaciones con los posibles métodos de enfriamiento: para la utilización más eficiente posible de un enfriador la administración y el personal de operaciones deberán estar totalmente familiarizados con los principios, requisitos y características individuales del enfriador específico a utilizarse.

2. La susceptibilidad de los productos a los diferentes sistemas de enfriado, por ejemplo, el daño que puede producirle a las cerezas y a los vegetales de hojas de hidroenfriado.

3. La duración de la estación de enfriamiento.

- Estación larga: instalaciones y equipo fijo. Podría justificarse una inversión mayor de capital para reducir los costos de operación (energía, mano de obra, administración y mantenimiento), por ejemplo, cuartos fríos mejor aislados. Las unidades de refrigeración con mayor capacidad ayudarán a enfriar una mayor cantidad de producto más rápidamente, reduciendo, de esta forma, los costos de mano de obra.

- Estación corta: Equipos de enfriamiento portátiles (enfriadores al vacío, unidades de refrigeración para cuartos fríos, hidroenfriadores, enfriadores de aire comprimido, y unidades de hielo líquido) podrán ser utilizadas en uno o más distritos de embarque cada año. Durante las estaciones de mayor volumen de trabajo también se puede utilizar una combinación de instalaciones fijas y portátiles con cuartos fríos permanentes y capacidad de refrigeración básica así como con capacidad para aumentar la refrigeración por unidades móviles.

- Al cosechar los productos durante la parte más fresca del día y después transportarlos rápidamente al enfriador se

minimiza el incremento de temperatura del producto. Mantener el producto bajo sombre previene que el producto se caliente antes de ser enfriado. Estas prácticas ayudan a que el nivel de capacidad de refrigeración necesario para el enfriamiento sea menor, se requiera ciclos de enfriamiento más cortos, y se enfríe mayor cantidad de productos por día.

- Es buena práctica proteger los enfriadores del calor. Los enfriadores que están expuestos a la luz solar directa absorben más calor, utilizan la capacidad de refrigeración que es necesaria para el enfriamiento de productos y funcionan menos eficientemente. Menos calor es conducido a través de superficies frías y los enfriadores y los motores operan más eficientemente cuando los enfriadores están ubicados bajo sombre o en cuartos fríos.

Diseño del enfriador

El enfriador tendrá que ser diseñado llenando los requisitos específicos determinados. Los factores de diseño que se deberán considerar incluyen lo siguiente:

1. Tipo de refrigeración a utilizar: las opciones incluyen la refrigeración mecánica con una varilla conductora enfriada por evaporación; hielo adquirido o comprado para usar en el cuarto, aire comprimido, hidroenfriado, hielo empacado o enfriamiento evaporativo. También se utilizan combinaciones de varios sistemas, por ejemplo, la refrigeración mecánica se utiliza para hacer hielo picado que luego se añade directamente, o se mezcla con agua formando un nevado de hielo con líquido, a los contenedores con los productos a ser enfriados.

2. Costo total de las fuentes de refrigeración en la ubicación del enfriador: los factores a ser considerados son: la inversión del capital inicial (primer coso), costos de operación (energía, mano de obra, mantenimiento y la habilidad para obtener la temperatura mínima deseada), los costos de los contenedores de embarque y costos adicionales por el manejo del producto.

3. La exposición del producto al medio refrigerante, aire helado (agua, hielo): la cantidad de exposición influye sobre la cantidad de enfriamiento logrado y, de esta manera, sobre la eficiencia del enfriador. La eficiencia aumenta cuando el medio refrigerante hace contacto total con el producto, por ejemplo, los productos que sean hidroenfriados a granel están mucho más expuestos al agua refrigerante que los productos en

contenedores empacados. Los contenedores impiden que el agua tenga igual acceso a todos los productos en el empaque.

4. Tasa de enfriado: esta tasa aumenta cuando la tasa de refrigeración del medio refrigerante (cfm, gpm) es adecuada como para mantener un diferencial de temperatura mínimo entre la fuente de refrigeración y el medio refrigerante.

5. Exposición del medio refrigerante a la fuente de refrigeración (varillas conductoras, hielo): Al incrementar el grado de contacto entre el medio refrigerante y el medio de refrigeración por la utilización de una superficie de varilla conductora mayor o por la utilización de una superficie mayor de hielo permite una mayor transferencia de calor del medio refrigerante a varilla conductora o al hielo, lo cual aumenta la eficiencia al completar el enfriado.

6. Temperaturas de productos finales deseadas o necesarias: Por cada grado de enfriado logrado se incrementan tanto los costos de operación como los costos de capital cuando los productos son enfriados hasta llegar a temperaturas finales muy bajas, por ejemplo, dentro del rango de 1°C (33.8°F) de la temperatura del medio refrigerante. Esto es aplicable especialmente al hidroenfriado y al enfriado al vacío, pero también al enfriado por medio de aire comprimido. Esto sucede porque por cada medio período de enfriado adicional que se utiliza el enfriamiento logrado (el calor extraído del producto), es menor en cantidad.

7. Medición de la temperatura: Es esencial medir la temperatura del producto adecuadamente, así como también la del medio refrigerante para poder comprender el grado de enfriamiento que se está logrando y para obtener el máximo desempeño de un enfriador. Es requisito, entonces, conocer el patrón de enfriamiento que existe dentro de los contenedores de embarque, las paletas o las cámaras refrigeradas.

8. Remover el calor: La carga promedio máxima de calor del producto que tendrá que ser extraída influenciará el grado y el costo de refrigeración que se necesite así como también la eficiencia potencial del enfriador.

9. Características de diseño: las características de las operaciones de carga de temperatura que deberán considerarse en el diseño de un enfriador incluyen las luces, el tráfico de los montacargas de carga y descarga el tipo de montacargas que se utilizará, ventiladores, bandas, escapes alrededor de las puertas, la superficie y el tipo del exterior del cuarto

frío y el color; el tipo, la cantidad y la condición del aislamiento, y la construcción del cuarto frío. El uso de puertas dobles puede ayudar a reducir el escape de calor hacia los cuartos fríos durante la carga y la descarga. También el uso de empaques aislantes alrededor de las puertas de carga del camión en los cuartos fríos ayuda a reducir el aumento de calor durante la operación de carga.

10. Los sistemas de enfriamiento deberán ser diseñados para que puedan consumir y gastar la menor cantidad de energía posible. Esto incluye la utilización mínima de energía por unidad de producto enfriado, la utilización mínima de energía durante períodos pico de tasas eléctricas.

11. Requisitos de mano de obra: los enfriadores que necesitan un alto nivel de mano de obra requieren una administración óptima para obtener una buena eficiencia de enfriado. Durante períodos donde la necesidad de enfriado es máxima, por ejemplo, durante el verano, este requisito muchas veces se ve abandonado, lo cual resulta en un enfriamiento costoso e ineficiente.

12. Requisitos de mantenimiento: Los enfriadores diseñados para facilitar el mantenimiento tienden a tener en efecto un mejor cuidado y un mantenimiento más eficiente.

13. Tamaño del cuarto frío necesario para incluir un enfriador: Se necesita incrementar la actividad de los montacargas para cargar y descargar cuartos fríos grandes versus cuartos fríos pequeños. Esto añade considerablemente más calor a los cuartos grandes, especialmente si los montacargas son movidos a base de gas propano (LPG). Se añadiría menos calor proveniente de los montacargas a una serie de cuartos fríos pequeños teniendo un área combinada que fuere igual a la de un cuarto frío grande.

14. Niveles de productos volátiles: Los cambios necesarios en el aire para prevenir la acumulación de niveles dañinos de productos volátiles (por ejemplo, etileno). Se deberá hacer lo necesario para mantener niveles seguros de etileno y posiblemente de otros productos volátiles dañinos. Las temperaturas en los cuartos fríos se mantienen mejor cuando se reduce el número de cambios de aire. El uso de intercambiadores de calor en el puerto, donde suceden el intercambio de aire, aumenta la eficiencia del enfriador pero necesita una inversión inicial mayor.

Operaciones del enfriador

La clave para la eficiencia en lo referente a costos del enfriador y consumo de energía se encuentra en la operación del enfriador. Es requisito esencial que los operadores conozcan su trabajo y que tengan mucha experiencia. Los factores involucrados incluyen:

1. La medición de la temperatura: Cuando se lleva a cabo correctamente la medición de la temperatura del producto antes y después del enfriado; esto nos proporciona una medida de la cantidad o del grado de enfriamiento logrado por unidad de tiempo, información que es esencial para poder obtener la eficiencia máxima del enfriador. Los termómetros utilizados para el monitoreo de la temperatura deberán ser calibrados periódicamente para que se mantengan siempre exactos.

2. Duración del ciclo de enfriamiento: A través de la utilización de horarios de enfriamiento podemos lograr determinar la duración del ciclo de enfriamiento necesario. Esto se determina por medio de los registros de temperatura obtenidos antes y después. La eficiencia del enfriador aumenta entonces al ajustar la duración de los ciclos de enfriamiento de acuerdo a las temperaturas del producto que ingresa y a las temperatuas finales desead (después del enfriado).

3. Tasas de enfriamiento variables: Es necesario determinar tasas variables de enfriamiento para las diferentes áreas del enfriador (cuarto frío y aire comprimido) ya que no todas las áreas se enfrían uniformemente en la mayoría de los enfriadores. Los operadores necesitan conocer la variabilidad en las tasas de enfriamiento para las diferentes áreas del enfriador. Esto es aplicable principalmente a los enfriadores de cuarto frío y a los de aire comprimido, pero también puede ser aplicable a los hidroenfriadores.

4. Costos de mano de obra: El costo de mano de obra para operar un enfriador puede llegar a ser bastante considerable si no se planifica de manera adecuada. Los enfriadores de aire comprimido y de vacío necesitan carga y descarga por medio de montacargas. La carga tendrá que ser ubicada de manera que la actividad del montacargas sea mínima para poder cargas y descargar los enfriadores. La actividad innecesaria o excesiva de los montacargas resulta basten costosa y además añade calor a los cuartos fríos. Entonces en este caso es necesario utilizar más energía para poder proporcionar la refrigeración necesaria para absorber el calor de los montacargas. Los operadores del enfriador por lo general

llevan a cabo labores de mantenimiento además de las labores de operación del enfriador.

5. Gasto de energía: Los costos de la energía proporcionan una clave para conocer la eficiencia de operación del enfriador. A medida que los costos incrementan es esencial que la utilización de la energía se mantenga tan baja como sea posible para poder lograr los resultados deseados. Utilice las tasas más bajas siempre que sea posible y aplicable (utilizarlas). Comience el enfriamiento de carga inmediatamente después que ésta llegue al enfriador en lugar de esperar que lleguen varias cargas para comenzar a enfriarlas.

6. Carga de los cuartos fríos: La administración cuidadosa de la carga y descarga de los cuartos fríos ayuda alimitar la cantidad de calor que entra a través de las puertas abiertas y que resulta en una actividad excesiva por parte de los montacargas. Al reducir la cantidad de las operaciones de los mismos en los cuartos fríos podemos incrementar la eficiencia del enfriador. Una manera para poder lograr esto es a través de una banda sin fin que sea movida por energía eléctrica, sobre la cual se transporte las paletas de contenedores empacados de producto a través de puertas de tipo "vaivén" hacia adentro de los cuartos fríos y luego utilizando únicamente montacargas movidas por energía eléctrica en los cuartos fríos.

7. Personal experimentado: Los operadores del enfriador deben concoer de los sistemas y métodos de enfriamiento disponibles. El operador con experiencia y conocimiento, podrá operar un enfriador mucho más eficiente y efectivamente.

Mantenimiento

El mantenimiento adecuado es esencial para la operación eficiente del operador. Esto incluye: (1) llevar a cabo operaciones de revisión antes, durante y después del enfriado, (2) limpieza del enfriador, (3) monitoreo de procedimientos y equipo de seguridad, (4) mantenimiento periódico y anual, y (5) la utilización de manuales de mantenimiento. Se le deberá dar mantenimiento adecuado a todas las partes físicas de un enfriador para poder lograr una operación eficiente. Esto incluye los componentes del sistema de refrigeración, los componentes de la circulación del medio refrigerante, la banda sin fin, los puntos de lubricación, los sistemas eléctricos, las paredes, las

puertas, los sellos de puertas y las puertas de vaivén. De nuevo, algunos de estos son ignorados o no reciben un mantenimiento adecuado, lo que resulta en una disminución de la eficiencia del enfriador así como también en costos excesivos de energía.

1. Revisiones pre-operativas antes de que el enfriador comience a trabajar cada estación y antes de la operación de cada día. Esto es especialmente importante con los enfriadores al vacío.

2. Revisiones constantes para detectar operaciones defectuosas provenientes de cualquiera de las partes mecánicas y a cualquiera de los niveles refrigerantes. Reemplazo de partes dañadas de las puertas de vaivén para reducir el escape del calor hacia los cuartos fríos.

3. La limpieza y el llenado regulares de las reservas del medio refrigerante (hidroenfriadores, así como en sistema de hielo). Es esencial limpiar con regularidad la basura del hidroenfriador, las charolas de la regadera y las boquillas para proporcionar una aplicación uniforme (flujo) del agua fría.

4. Seguridad: Las operaciones seguras son menos costosas que las operaciones inseguras. Las pérdidas de tiempo ocasionadas por los accidentes pueden reducir grandemente la eficiencia del enfriador. La eficiencia también será pobre si los trabajadores necesitan más tiempo para evitar riesgos. Sea muy cuidadoso y trate de mantener condiciones de trabajo con el mínimo posible de riesgos. Además del dolor y del costo que causan las heridas, pueden ocurrir retrasos al tener que entrenar trabajadores que substituyan a aquellos que han sufrido algún accidente. Sería futil comparar costos de energía empleada por varios métodos de enfriado sin primero conocer la eficiencia de la energía de las instalaciones individuales que vamos a comparar, incluyendo los efectos que sobre ellas tienen su diseño, operación y mantenimiento.

SELECCION DEL METODO DE ENFRIADO *

Introducción

Todos los cultivos de frutales, hortalizas y plantas ornamentales sufren deterioro después de ser cosechados. La tasa de deterioro depende principalmente de la temperatura y de la tasa de la pérdida de humedad. La tasa de deterioro se hace más lenta cuando los productos se mantienen en condiciones de temperatura baja que sea segura, según sea el caso, y con la humedad relativa alta y segura. Reduciendo la tasa de deterioro, se logra mantener la calidad comercial del producto y una vida útil más larga. Esto es muy importante para lograr una buena comercialziación de los cultivos hortofrutícolas, especialmente cuando están destinados a mercados lejanos. El enfriado rápido de los productos después de ser cosechados es el primer paso para obtener condiciones adecuadas de temperatura y humedad para su almacenamiento. El objeto de este informe es ayudar a decidir el método de enfriado a usar, los costos aproximados para la instalación o fabricación de enfriadores, y las prácticas de manejo para obtener un buen sistema de enfriado.

Métodos Disponibles de Enfriado

A continuación se detallan los métodos usados comercialmente para el enfriado de productos hortofrutícolas previo a su embarque:

Enfriado en cámara

Esto consiste en colocar los cajones cosecheros o envases definitivos con producto en cámaras de refrigeración. El flujo de aire frío producido por el serpentín evaporador, es impulsado desde un área cercana al techo y circulado alrededor de todas las estibas de envases y devuelto al evaporador. La mayor ventaja de este sistema es que el producto puede ser enfriado y almacenado en la misma cámara.

---

* Robert F. Kasmire, Cooperative Extension (retired), Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, CA. 95616. Curso de "Tecnología de Postcosecha de Fruta y Hortalizas". Fundación Chile, Santiago, Chile. 1988. Lectura complementaria del Curso Manejo Post-cosecha de Cultivos Hortícolas,

Previous Page Blank

Es adecuado para los cultivos de comercialización rápida, no envasados y aquellos que sólo requieren de poco enfriado después de la cosecha. Las desventajas son: 1) es muy lento para productos altamente perecederos; 2) requiere de mucho espacio y 3) puede producir mucha pérdida de agua. Los productos envasados requieren un enfriado de varios días, pero es un método rápido para los productos no envasados, siempre que estén bien expuestos al frío. Por ejemplo, las flores colocadas en baldes pueden ser enfriadas en 15 minutos, mientras que las mismas flores envasadas en cajas y colocadas sobre pallets demorarán varios días en enfriarse.

Enfriado por aire forzado (a presión)

Este sistema es adaptable a muchos productos. El enfriado se logra por aire forzado a través de los envases, que llega directamente al producto envasado, produciendo un enfriado rápido. Los sistemas de enfriado por túnel de serpentín, y pared fría generalmente son usados en operaciones más grandes. En las Figuras 2 a la 5 se muestran algunos esquemas para sistemas manuales portátiles que son adecuadas para usar en cámaras frigoríficas. Un enfriador por aire forzado bien diseñado está separado de la cámara de refrigeración. Los envases deben tener una ventilación del 5% al 6% para permitir el flujo adecuado de aire. Los sistemas de refrigeración deberán proporcionar una humedad relativa alta para los productos susceptibles a la deshidratación de la epidermis (cerezas y champiñones). Los períodos de enfriado puede variar desde una hora para las flores de corte hasta 24 horas para las peras envueltas en papel. Este método es quizás el más adecuado para las operaciones en pequeña escala.

Enfriado al vacío

El enfriado se logra disminuyendo la presión atmosférica que rodea el productos hasta que su contenido de agua produzca una evaporación rápida. Esto se hace en una cámara hermética, capacitada para tolerar niveles altos de vacío. El enfriado puede ser sólo de 20 minutos para los productos que pierden agua rápidamente. Se usa solamente en hortalizas de hoja, coliflores y champiñones. El enfriado al vacío requiere de poca ventilación para los productos envasados.

Enfriado hidrovacío ("*HydroVac*")

Ésta es una modificación del enfriado al vacío que disminuye la pérdida de agua de los productos, rociándolos con agua durante el enfriado. Los períodos de enfriado son similares al de enfriado al vacío.

Enfriado evaporativo por aire forzado

Este sistema es similar al enfriado por aire forzado, con la diferencia que el aire se enfría con un enfriador evaporativo en vez de usar refrigeración mecánica. Si está bien diseñado y operado, este enfriador producirá aire de pocos grados sobre la temperatura externa del bulbo húmedo, con humedades relativas sobre 90%. En la mayoría de las áreas de California, se pueden obtener temperaturas de producto de 15°C a 21°C. Tal como sucede en el enfriado por aire forzado, las paredes de los envases deben tener una ventilación de 5% al 6%. Este método puede ser adecuado para el enfriado de productos delicados destinados a mercados locales o regionales. En la mayoría de los casos los productores pueden construir sus propios enfriadores evaporativos por aire forzado. Este sistema es energéticamente muy eficiente comparado con la refrigeración mecánica.

Hidroenfriado

Esto se logra usando agua fría para reducir la temperatura del producto. Los hidroenfriadores pueden usar un sistema de inmersión o de rocío para que el agua llegue al producto. Esto se puede hacer con un flujo contínuo o por estibas. Estos pueden ser comprados en el comercio o construidos en el campo. Se utiliza refrigeración mecánica para enfriar el agua, pero también se puede usar hielo, lo que no produce un enfriado adecuado. En algunas áreas, el agua fría proveniente de riachuelos o pozos, se puede utilizar para el enfriado inicial o total. Los productos enfriados con este sistema deben ser tolerantes al mojamiento, no dañarse por la caída de agua y tolerar el cloro y otros productos químicos que controlan la pudrición. Los envases también deben ser tolerantes al agua. Estos enfriadores deben ser estibados y limpiados diariamente. Los períodos de enfriado son de 10 minutos a 1 hora según las dimensiones del producto.

Aplicación de hielo en el envase ("*package-icing*")

Puede usarse con productos que no se dañan con el contacto directo del hielo. El enfriado se logra llenando los envases con cantidades predeterminadas de hielo, según la temperatura inicial del producto. El enfriado inicial se produce rápidamente, pero a medida que el hielo se va derritiendo y pierden contacto con el producto, la velocidad del enfriado disminuye. El hielo puede ser molido, en escamas, o una pasta de hielo y agua llamada *hielo líquido*. El hielo al envase generalmente se aplica con máquinas dispensadoras

automáticas. Sin embargo, en las operaciones a pequeña escala, se puede hacer manualmente. Los envases definitivos deben ser tolerantes al agua y bastante herméticos, pero con suficientes orificios para un buen drenaje. Este sistema de envasado aumenta el peso bruto del envase, lo que limita la cantidad de producto que pueden ser embarcado en un camión.

Selección del Método de Enfriado

Los sistemas para obtener operaciones de enfriado exitosas requieren de mucha planificación y preparación. Hay que considerar los siguientes factores:

1. Tolerancia del producto a los métodos de enfriado. Algunos productos (como melones o apio), pueden ser enfriados con varios métodos, mientras que otros sólo aceptan uno (por ej.: las frutillas deben ser enfriadas por aire forzado). En el Cuadro 1 aparecen los métodos comúnmente usados para los cultivos hortofrutícolas.

2. Mezcla de productos mezclados. En este caso se tendrá que determinar si se requerirá de uno o más métodos de enfriado. Por ejemplo, los damascos no pueden ser hidroenfriados y por lo tanto, no pueden ser enfriados en el hidroenfriador utilizado para el maíz. También hay que considerar los productos que serán enfriados en el futuro, ya que si aumenta la variedad de productos manejados, ellos tienen que ser compatibles con el enfriador adquirido.

3. Temperaturas recomendadas para los productos. Generalmente se requieren instalaciones de enfriado separadas para productos que requieren de diferentes temperaturas. Por ejemplo, no se pueden enfriar tomates a 12, 7-21°C en un enfriador de aire forzado que además está enfriando frutillas a -0.5°C. En el Cuadro 2 se agrupan los productos de temperaturas compatibles. Si se mezclan productos con distintos requisitos de temperatura, la calidad se verá afectada.

4. Cantidad de productos que serán enfriados. El enfriado al vacío y el hidroenfriado no son adecuados para el enfriado de pequeñas cantidades de productos.

5. Períodos requeridos de enfriado. Los productos como frutillas, maíz dulce y la espinaca deben ser enfriados rápidamente después de la cosecha. Por lo tanto requieren de los métodos de enfriado rápido, tales como el

hidroenfriado, aire forzado, enfriado al vacío, *HydroVac*, o por hielo en el envase (siempre que sean compatibles con el producto). El enfriado rápido, comparado con el enfriado lento, requiere de mayor capacidad de refrigeración, lo cual aumenta la magnitud de la inversión.

6. Embalaje y materiales de embalaje. Los productos embalados en envases al consumidor en envases definitivos cerrados no ventilados son difíciles de enfriar después de ser envasados. El enfriado al vacío y por hielo son los únicos métodos que pueden enfriar los productos colocados en contenedores mal ventilados o productos en envoltorios plásticos. Los materiales de embalaje que están dentro del envase generalmente interfieren con el enfriado. Por ejemplo, las peras envueltas demoran el doble en enfriarse en comparación con las no envueltas. Para el hidroenfriado, *HydroVac* o enfriado por hielo, los envases deben ser resistentes a prolongados períodos de exposición al agua.

7. Disposición y arreglo de estibas. Se necesita espacio para el enfriado por aire forzado e hidroenfriado, para que el aire o el agua puedan circular uniformemente alrededor o a través de los envases. Las estibas no deben bloquear el flujo del medio de enfriado.

8. Adaptabilidad de los métodos de enfriado en las instalaciones actuales. Por ejemplo, una cámara frigorífica existente se puede modificar para el enfriado por aire forzado. Las condiciones existentes en el lugar de enfriado puede limitar la implementación de los tipos de sistemas de enfriado. El hidroenfriado requiere de una fuente de agua limpia y un buen drenaje de aguas servidas.

   Algunas unidades enfriadoras portátiles de aire forzado y al vacío son absolutamente auto-suficientes y no dependen de condiciones externas.

9. Período de la temporada de enfriado. Todos los sistemas de enfriado pueden hacerse portátiles o fijos. Las instalaciones fijas son las más adaptables a las temporadas largas de enfriado. Si la temporada de enfriado es corta, el diseño portátil es más conveniente. Por ejemplo, un productor en los Valles de Coachella o Imperial puede usar su enfriador de aire forzado portátil durante dos meses en la primavera y arrendárselo a un productor en el valle de San Joaquín durante el verano.

Las unidades de refrigeración portátiles para cámaras frigoríficas ya se usan por parte de algunos embarcadores en distintos distritos. Esta práctica también podría aplicarse para enfriadores pequeños.

Finalmente, si se requiere de un enfriador, puede resultar más económico invertir en un enfriador conjuntamente con otros pequeños productores de la misma zona. Otra alternativa sería hacer el enfriado en un enfriador comercial que esté operando en el área.

CUADRO 1

METODOS DE ENFRIADO PARA DIFERENTES CULTIVOS

Producto	Métodos de enfriado usados comercialmente	Sugerencias para pequeños agricultores	Observaciones
Frutales			
- Hoja caduca	AF,C,HE	AF	
- Cítricos	C	F	
- Tropicales	AF,C	AF	
- Subtropicales	AF,C	AF	.
"Berries"	AF	AF	Requieren enfriado rápido
Uvas	AF	AF	Instalaciones adaptables para fumigaciones con SO_2
Hortalizas de hoja			
- Lechuga de cabeza	VC	AF	
- Lechuga de hoja, espinacas, endibias escarolas	HV,HE,AF,EV	AF	
- Napa, Bok choi Komaine	VC,AF,HV,HE	AF	
- "Kale", colards, verduras	VC,C,HV	AF	.
Raíces y tubérculos (menos camotes y papas) Rabanitos, zanahorias, betarragas, nabos, etc.			
- Con hojas	HE,H,AF	HE,AF	Las zanahorias pueden EV
- Sin hojas	HE,H	HE,H,AF	.
Papas	C c/enf.evap. HE	C	c/enf.evap. Instalaciones adaptables para curaciones
Camotes	C "	C	" .

Producto	Métodos de enfriado usados comercialmente	Sugerencias para pequeños agricultores	Observaciones
Hortalizas de tallo:			
-Espárragos	HE	HE	
-Apio,ruibarbo	HE,HV,EV	HE,AF	
-Cebollas verdes, puerros	H,HE	H	.
Coliflores	AF,VC	AF	
Broccoli,Bruselas	HE,AF,H	AF,H	
Alcachofas	HE,H	AF,H	
Champiñones	AF,VC	AF	.
Hortalizas en vaina:			
- Frijoles	HE,AF	AF	
- Arvejas	AF,H	AF,H	.
Hortalizas de bulbo			
- Cebollas de guarda	C	R,AF	Deben ser adaptables a curaciones
- Ajo	C	C	.
Hortalizas de fruto:			
- Pepinos,berenjenas	C,AF,EE-AF	AF,EE-AF	
- Zapallo italiano, okra	C,AF,EE-AF	AF,EE-AF	
- Pimientos	C,AF,EE-AF,VC	AF,EE-AF	
- Tomates	C,AF,EE-AF		
- Zapallo de guarda	C	C	.
Melones			
- Cantaloups	HE,AF,H	AF,EE-AF	
- Honeydew, Casaba, Crenshaw	AF,C	AF,AF-EC	
- Sandías	No se enfrían	C (sí se enfrían)	.
Maíz Dulce	HE,VC,H	HC,AF,H	.

Producto	Métodos de enfriado usados comercialmente	Sugerencias para pequeños agricultores	Observaciones
Hierbas comestibles (frescas)			
No envasadas	HE,AF	AF,C	
Envasadas	AF	AF,C	
Cactus- Hojas-Nopalitos	C	AF	
- Fruto-tunas	C	AF	
Plantas ornamentales			
- Flores de corte	C,AF	AF	
- Plantas en macetas	C	C	

C = enfriado en cámara;

AF = aire forzado;

HE = hidroenfriado;

VC = enfriado al vacío;

HV = *Hydrovac*;

EE-AF = enfriado evaporativo por aire forzado.

Después de revisar este Cuadro, la mayoría de los agricultores pequeños llegarán a la conclusión que el enfriado en cámara, de aire forzado, evaporativo y aplicación de hielo al envase, son los sistemas más adecuados para sus necesidades.

Una vez tomada la decisión sobre el(los) método(s) a usar, se deberá hacer una estimación de la capacidad de refrigeración requerida. Esto ayudará a determinar el tamaño del enfriador. Los enfriadores que requieren menos de 10 toneladas de capacidad de refrigeración (1 tonelada requiere de un compresor con capacidad de 1 HP), pueden construirse en el campo. Los sistemas mayores de 10 toneladas deben ser diseñados por un ingeniero.

Estimaciones sobre la Capacidad de Refrigeración

Se debe saber lo siguiente:

1. La cantidad máxima típica de producto que será enfriada por día (lb/día), o la tasa de producto cargada sobre el enfriador (lb/hr).

2. Temperatura típica máxima del producto antes del enfriado

3. Temperatura final deseada del producto después del enfriado

Por ejemplo:

a) Si se envasan 2.000 cajas de 30 libras (60.000 lbs.) de producto en seis horas por día.
b) si el promedio es de 21°C antes de la temperatura del enfriado.
c) si la temperatura deseada es de 4,5°C después del enfriado.

Si se desea usar refrigeración mecánica entonces:
baja de temperatura = 21°C-4,5°C = 16,5°C

tasa de producto que entra al enfriador = 60.000 lbs/6 hrs = 10,000 lb/hr. y:

La Figura 1 indica que se necesitan alrededor de 40 toneladas de refrigeración.

Si se desea usar un sistema de enfriado por hielo, entonces:
baja temperatura = 21°C - 4,5°C = 16,5°C

La Figura 1 indica que se necesitará alrededor de 13 toneladas de hielo por día.

Cámaras refrigeradas

Si los productos enfriados no son cargados directamente en vehículos de transporte previamente enfriados o colocados en cámaras refrigeradas, pronto se calentarán. El recalentamiento desperdicia la ventaja del enfriado, por lo tanto se requerirá de una cámara de refrigeración además del enfriador. A veces el enfriador puede ser parte de la cámara, como son los enfriadores por aire forzado. Comercialmente pueden construirse pequeñas cámaras frigoríficas prefabricadas y son instaladas por los productores, o pueden ser totalmente construidas por los productores, o ser adquiridas como vehículos de transporte refrigerado usados (ferrocarriles, camiones o contenedores marítimos).

Manejo Adecuado del Enfriador

El manejo adecuado de un enfriador produce un producto bien enfriado a un costo mínimo. Los registros de operación del enfriador son muy importantes para evaluar el comportamiento de un enfriador. Buenos registros deben incluir:

1. Una muestra de la temperatura de cada lote o tipo de producto que entra y que sale.

2. Temperatura del medio de enfriado durante el ciclo de enfriado.

3. Duración del ciclo de enfriado.

4. Cantidad de producto enfriado en cada ciclo de enfriado.

5. Condiciones operantes del sistema de refrigeración, tales como las presiones de succión y cabezal.

6. Uso de energía.

La temperatura del producto que entra ayuda a estimar el período de enfriado. La temperatura del producto que sale es muy importante para determinar la calidad del proceso de enfriado. La temperatura promedio de salida debe estar dentro de las tolerancias aceptables, e igualmente importante, las temperaturas más altas del producto deben estar dentro las tolerancias aceptables. Un buen operador controla las temperaturas de salida en diferentes puntos de la carga para

determinar el lugar donde tiende a estar más caliente el producto y así controlar la temperatura en esa área para lograr que el producto se enfríe a temperaturas aceptables.

Los otros factores son útiles para determinar el comportamiento a largo plazo del enfriador. Por ejemplo, si los períodos de enfriado comienzan a alargarse y el medio de enfriado permanece a una temperatura baja y constante, es muy posible que se esté restringiendo el flujo del medio de enfriado a través del producto (presumiendo que el tipo de producto y la temperatura del producto que ingresa permanecen constantes). Si la temperatura media del enfriado está mostrando tendencia a aumentar durante el ciclo de enfriado, puede ser que haya problemas en el sistema de refrigeración. Los cambios en las condiciones operativas del sistema de refrigeración son causa de posibles problemas.

Es importante efectuar una mantención constante en todo tipo de enfriadores. En los enfriadores al vacío, los sellos de las puertas deben revisarse periódicamente y los manómetros de presión deben ser calibrados una vez al año. La limpieza diaria es vital para el adecuado funcionamiento del hidroenfriador. Los filtros de residuos, el recipiente distribuidor de agua y el estanque de agua debe ser limpiado todos los días y los niveles de cloro deben ser controlados varias veces durante el día. También se deben controlar diariamente los niveles de fluidos y otros componentes del sistema de refrigeración.

CUADRO 2

COMPABILIDAD DE TEMPERATURA DE FRUTAS,HORTALIZAS Y FLORES (1)

Temperatura para pre-enfriado o para almacenamiento por períodos cortos	Frutas	Hortalizas	Flores
0ºC o menos	Peras,kakis,cerezas dulces, uvas vinífera, manzanas (2), damascos, la mayoría de los berries (excep--tuando arándana) higos,uvas,kiwi, nectarines, duraznos,ciruela japonesa,ciruela europea,membrillo, frutillas,dátiles, nísperos,cerezas ácidas	Alcachofas,frijoles,betarragas, bróccolli, repollitos de Bruselas, repollo,zanahorias, coliflor, papa de apio,apio, acelga,achicoria,repollo de cabeza,maíz, endibias,escarolas,ajo,hortalizas de hoja,maíz picante,col crespa, coli,puerros, lechuga,champiñones,cebollas, perejil,pastinaca,arvejas,rábanos,rutabagas, salsifí,espinaca, nabos,berros,rábano.	Claveles . crisantemos iris . lirio del . valle . rosa seca . clarines . tulipanes . . .

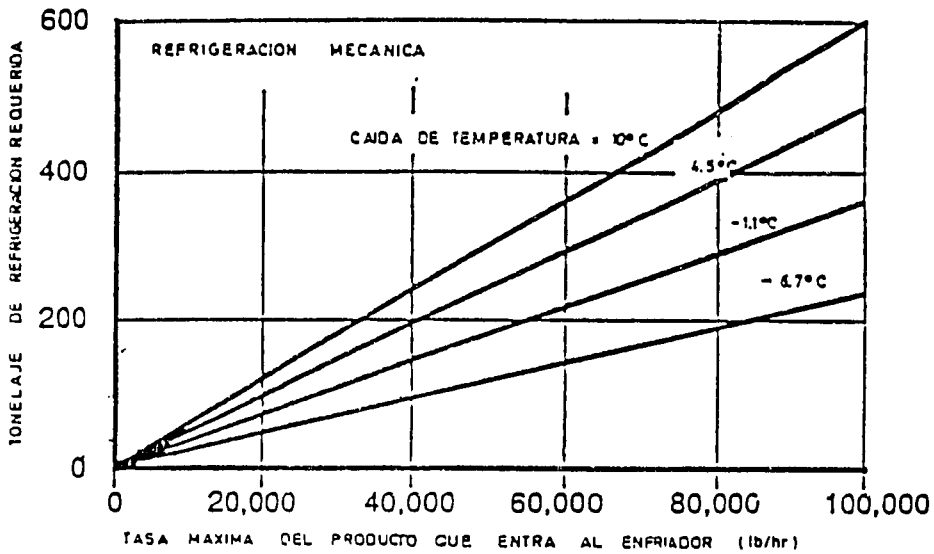
Temperatura para pre-enfriado o para almacenamiento por períodos cortos	Frutas	Hortalizas	Flores
1,5ºC - 7,2ºC	Manzanas (2) arándana naranjas granadas tangerinas mandarinas paltas guayabas	frejoles verdes, frejo', lima, yuca, cantaloup 3/4 slip, compeas, zapallo italiano, tamarindo	acacia, . alstromeria anémona,aster,buddleia,calándula,cala,candy tuft,colombina,girasol,dalia margarita, delfinium, gerberia, gladiolo, gypsophilia breso,lirio lupino,Mary gold,orquídea cymbid, amapolas, pholx,primrose,protea diente de - dragón,statice,stephanotis,alelí verbenas, - violetas,cinerarias, *florists greens.*
7,2ºC - 12,7ºC	paltas,carambolas, limas,guayabas,naranjas, papayas fruta de la pasión, piñas	pepinos,berenjenas,yuca, melones Crenshaw, melones Honey Dew, sandías, okra, pimientos dulces,calabazas, zapallo de guarda, zapallo italiano, taro, tomates maduros	pájaro del. paraíso . helliconia. orquídea cattleya, . poinsettia. verbenas

Temperatura para pre-enfriado o para almacenamiento por períodos cortos	Frutas	Hortalizas	Flores
12,7ºC y más	pomelos californianos bananas	gengibre, jícama sandía, camotes tomates verdes	anthurium. gengibre . orquídea . vanda . poinsettia

(1) Ver USDA Agricultural Handbook No.66 para los detalles completos de las temperaturas adecuadas.

(2) Los cultivos de manzanas varían en su susceptibilidad al daño por frío.

Figura 1.- Requerimientos de refrigeración aproximados para reenfriado



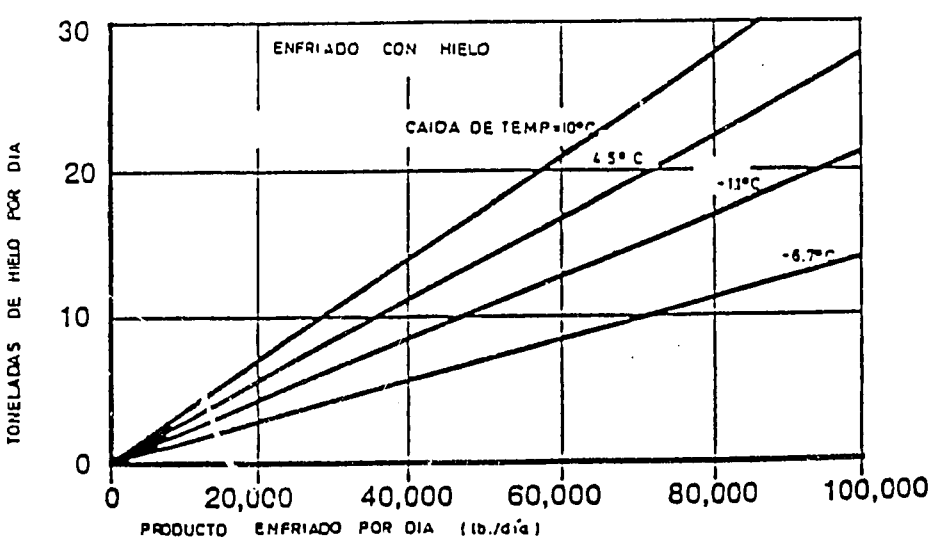


Figura 2.- Dibujo esquemático de un tunel de enfriado por aire forzado

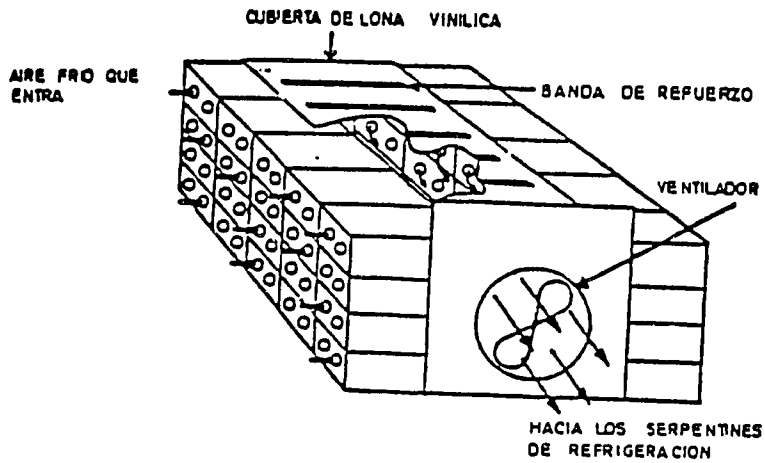


Figura 3.- Dibujo esquemático de un sistema de pared fría para enfriado por aire forzado

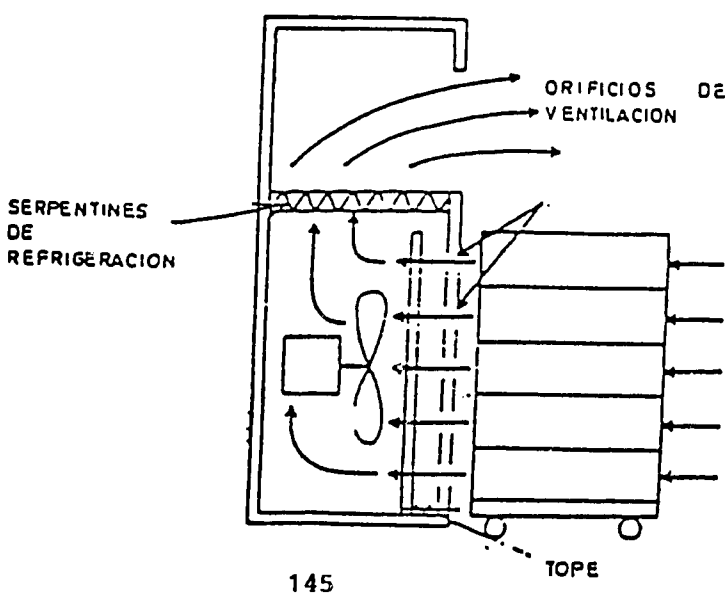


Figura 4.- Dibujo esquemático de un sistema de enfriado por aire forzado a pequeña escala

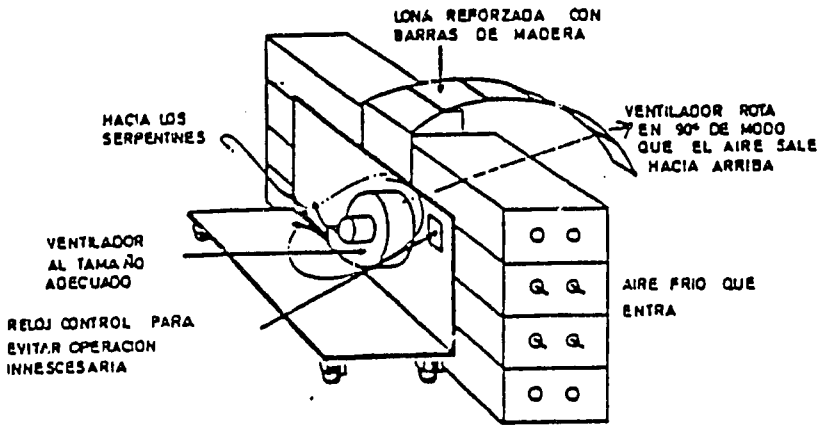
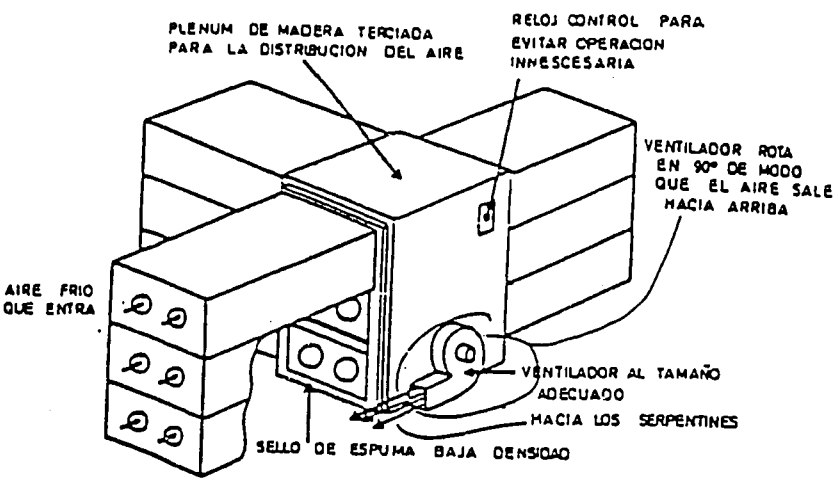


Figura 5.- Dibujo esquemático de un sistema enfriado por aire forzado



SISTEMAS DE ALMACENAJE *

Una comercialización regular de productos perecederos requiere a menudo de un almacenaje para suplir las irregularidades en la cosecha y venta, o de un almacenaje prolongado para alargar su comercialización más allá del fin de temporada de cosecha. El objetivo del almacenaje es retrasar la actividad biológica del producto para mantener una calidad óptima.

En este capítulo se analizarán las técnicas y equipos comúnmente usados para controlar la temperatura, la humedad relativa y la proporción de gases en una instalación de almacenaje. El almacenaje es usado en algunos productos para tratamientos especiales. Por ejemplo, las papas son mantenidas a temperaturas altas para curar heridas producidas durante la cosecha y las naranjas deben ser coloreadas antes del embarque.

Consideraciones generales

La temperatura en una instalación de almacenaje debería mantenerse normalmente con una amplitud de 1°C de la temperatura deseada para el producto. Debe existir una amplitud menor para el caso del almacenaje a temperaturas cercanas del punto de congelación. Temperaturas bajo este rango producirán daños por enfriamiento y congelación; y temperaturas sobre el límite reducirán la vida de almacenaje. Por lo tanto, grandes cambios en la temperatura pueden producir una condensación del agua de los productos almacenados y una mayor pérdida de agua. Se ruega consultar el USDA Handbook 66, para temperatura y humedad recomendadas para varios productos.

Los factores de diseño son muy importantes para mantener temperaturas adecuadas de almacenaje dentro del rango anteriormente descrito. El sistema de refrigeración debe ser diseñado de tal forma de manejar el máximo de carga calórica esperada. Obviamente, un sistema con un diseño inapropiado permitirá el aumento al máximo de la temperatura; no obstante, debe evitarse sobredimensionar el sistema.

---

* D. York, Presentado en AGRITRADE '89. Lectura complementaria del **Curso Manejo Post-cosecha de Cultivos Hortícolas**,

Asímismo, este sistema debería diseñarse de tal forma que el aire que sale del serpentín refrigerante tuviera una temperatura cercana a la deseada para la cámara. Con esto se prevendrán las grandes fluctuaciones de la temperatura a través de los ciclos de encendido intermitente del sistema. Serpentines grandes de refrigeración permitirán el uso de una pequeña diferencia de temperatura entre el aire que sale de ellos y el aire de la cámara y mantienen una capacidad de refrigeración adecuada.

La variación de temperatura en la cámara se minimiza mediante la aislación de sus paredes y la mantención de una circulación adecuada del aire de la cámara. El sistema de circulación debiera diseñarse como para proveer de 15-25 metros/min de flujo de aire alrededor de los envases. Esto se logra con un sistema de circulación que provea un volumen de aire de al menos 7.5 renovaciones de aire por hora en una cámara vacía de almacenaje. Cuando la cámara está completa, se deben estibar los envases de tal forma de dejar pasar aire por lo menós por un lado del envase.

Los termostatos se ubican generalmente a una altura de 1,5 metros del suelo para la facilidad de chequeo y en un lugar representativo de la cámara. Estos no debieran ubicarse cerca de fuentes de calor tales como puertas o murallas con superficie externa. Asimismo, tampoco se debieran ubicar en un área fría cerca de la salida del aire de la unidad refrigerante. Se debería utilizar un termómetro calibrado adecuadamente para chequear periódicamente este termostato. Recuerde que errores de sólo pocos grados pueden afectar la calidad del producto.

La mayoría de los productos perecederos deberían mantenerse a una humedad relativa de almacenaje en un rango de 85 a 95%. Niveles más bajos de este rango producirán una pérdida de humedad indeseable. Humedades cercanas al 100% pueden provocar la aparición excesiva de hongos aunque es difícil encontrar una instalación de almacenaje con humedades relativas tan altas. El equipo de refrigeración debe ser diseñado para mantener altas humedades relativas. En sistemas normales el serpentín (la unidad que produce el aire frío) opera a temperaturas de 5,5°C más bajas que la temperatura del aire deseada para la cámara. Esto causa una cantidad excesiva de humedad que se condensa en los serpentines, produciendo humedades relativas en un rango de 70 a 80%. Los serpentines grandes tienen la misma capacidad refrigerante que los pequeños pero operan a temperaturas más altas, reduciendo así la remoción de la humedad del aire. Los

serpentines debieran ser lo suficientemente grandes como para permitir sólo una diferencia de 3° entre la temperatura del serpentín y la del aire de la cámara. Humidificadores mecánicos, y nebulizadores o sistemas de vaporización pueden ser usados para aumentar la humedad de la cámara de almacenaje y reducir el efecto secante de los serpentines condensadores. Sin embargo, esta humedad adicional puede necesitar un descongelamiento más frecuente de los serpentines y aumentar los problemas de operación.

Algunos sistemas de refrigeración utilizan un serpentín mojado para mantener la humedad en un alto nivel. En este sistemal el agua es enfriada a 0°C (o a temperaturas más altas si las temperaturas de la cámara deseadas son más altas). El agua es asperjada hacia abajo a través del serpentín y el aire de la cámara es enfriado y humedecido a medida que ésta sube a través del serpentín.

La composición gaseosa de la instalación de almacenaje está controlada por la adición de gases, permitiendo que el producto produzca o consuma gases o mediante una remoción física o química de gas indeseable en el área de almacenaje. Se pueden agregar gases tales como, monóxido de carbono, dióxido de carbono, etileno y nitrógeno a través del uso de balones como en el caso de CO con el uso de hielo seco o por el uso de generadores. Dado que los productos perecederos "respiran", ellos consumen oxígeno y eliminan dióxido de carbono. Este efecto puede ser usado con éxito para el control de esos gases. Las altas concentraciones de gases indeseables pueden eliminarse con dispositivos adecuados. Por ejemplo, el CO_2 puede ser absorbido en agua o soda; C_2H_4 y otros gases volátiles pueden ser eliminados con permanganato de potasio y luz UV. El O_2 puede eliminarse usándolo en un proceso de combustión. En algunos casos, las concentraciones de gases fuera de la cámara son útiles para controlar mediante ventilación el aumento de los gases indeseables en el interior de la cámara.

Refrigeración

En Norteamérica la mayoría de las instalaciones de almacenaje utilizan el sistema de refrigeración mecánica para controlar las temperaturas de almacenaje. Estos sistemas se basan en la absorción de calor por un líquido al cambiar a gas.

El método más simple para lograr esto es el liberar nitrógeno líquido al área de almacenaje. El problema de este sistema es que requiere de un constante abastecimiento externo de refrigerante; y se utiliza solamente en una pequeña escala en camiones en que son útiles altas concentraciones de

nitrógeno. Los sistemas comunes de refrigeración mecánica utilizan un refrigerante como amoníaco y una extensa variedad de materiales halogenuros (comercialmente llamado freon) en los que el vapor puede ser recapturado fácilmente mediante un compresor y un intercambiador de calor.

La Fig.1 muestra los componentes de un sistema típico de recompresión de vapor. El líquido refrigerante pasa a través de la válvula de expansión donde la presión baja y el líquido se evaporará a temperaturas lo suficientemente bajas para ser efectivas en la eliminación del calor de la cámara de almacenaje. El evaporador es generalmente un tubo intercambiador del calor con ventiladores para empujar el aire. Se localiza en el área de almacenaje. Después del paso completo a gas en un evaporador, la presión del gas se aumenta con el compresor y luego se pasa a través de un condensador donde el gas se enfría y transforma en líquido y queda listo para usarse nuevamente. El condensador se ubica fuera del área de almacenaje y rechaza el calor.

La capacidad de un sistema de refrigeración se basa en la aplicación de todo el calor que ingresa al área de almacenaje. El calor que entra incluye:

1. Calor conducido a través de las paredes.
2. Calor de respiración y de campo del producto.
3. Calor por infiltración de aire.
4. Calor por equipos tales como luces, ventiladores, grúas horquilla y personal.

El equipo de refrigeración en las instalaciones de almacenaje no está diseñado para eliminar en gran parte el calor de campo porque se necesitaría una capacidad muy grande para lograr el éxito completo al respecto. Para este efecto se hace uso de una instalación especial para el enfriado.

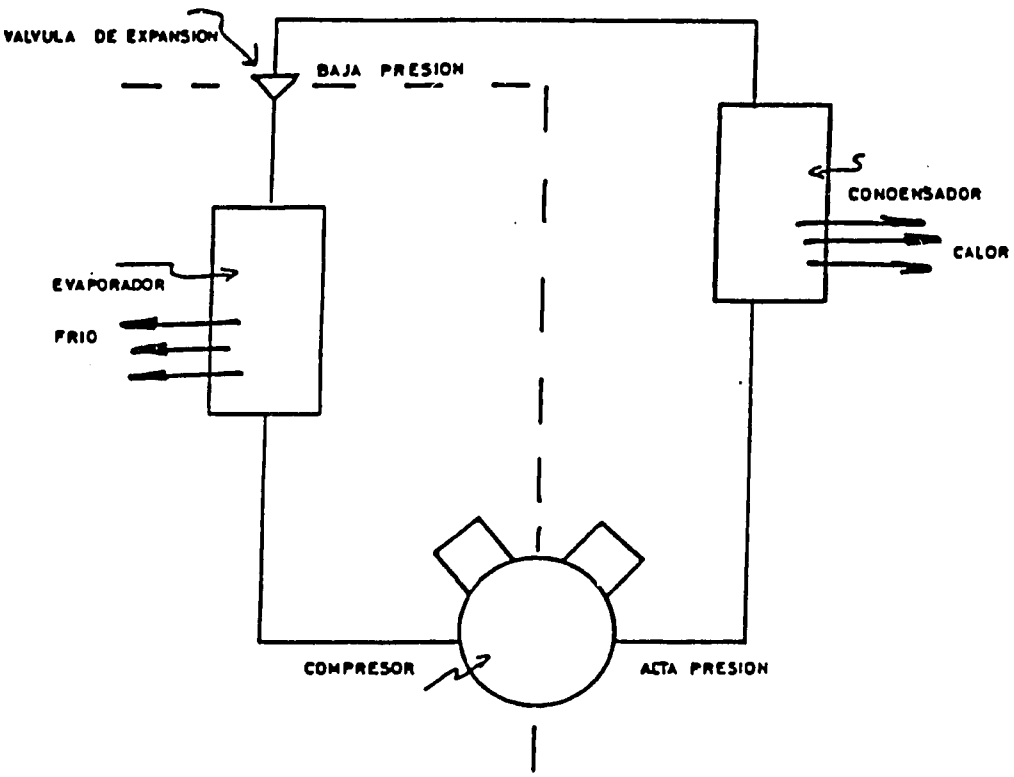
La elección del refrigerante a usar en un sistema de recompresión de vapor se basa en los factores que se detallan a continuación:

1. Costo del refrigerante. Los refrigerantes halogenuros son más caros que el amoníaco.

2. Compatibilidad. El amoníaco es incompatible con los metales que contienen cobre. Los refrigerantes halogenuros son incompatibles con el magnesio y con muchos materiales de plástico.

3. Toxicidad. El amoníaco puede causar daños en los productos perecederos.

Figura 1.- Elementos básicos de un sistema de refrigeración mecánica



Otras fuentes de frío

En muchos países en desarrollo, se hace prácticamente imposible, por su alto costo, la instalación y mantención de una refrigeración mecánica. Existen diferentes técnicas que se pueden usar para producir refrigeración. En algunos casos éstas proveerán de casi todas las condiciones de almacenaje recomendadas. En otros, son un término medio entre las condiciones de un almacenaje adecuado y la baja inversión y bajos costos operacionales.

Las técnicas de enfriado evaporativo son muy eficientes en uso de energía y económicas. Un enfriador evaporativo bien diseñado producirá aire con una humedad relativa mayor que 90%. La principal limitante del enfriado evaporativo es que enfriará el aire sólo a la temperatura de bulbo húmedo. Las temperaturas de bulbo húmedo varían entre 10-25°C durante la temporada de cosecha en los Estados Unidos, dependiendo de la ubicación, etapa del día, y condiciones climáticas. Este rango de temperatura es adecuado para muchos productos sensibles al daño por enfriamiento.

Las temperaturas mínimas pueden reducirse mediante un sistema de multi-etapas. En un sistema de dos etapas, un refrigerante evaporativo se usa para enfriar el agua a la temperatura de bulbo húmedo, que a su vez se usa en un intercambiador de calor de agua a aire para enfriar el aire exterior. El aire enfriado tiene una temperatura bulbo húmero reducida (cada 6°C que baja la temperatura de bulbo seco baja en 2°C la de bulbo húmedo) y pasa a través de un refrigerante evaporativo para su enfriado final. Este sistema puede reducir la temperatura producida por enfriador evaporativo en más de 6°C si se compara con un sistema sencillo. Se puede instalar un sistema de manera de usar más de dos etapas y la temperatura mínima teórica que este sistema multi-etapas puede producir es la temperatura de rocío del aire.

El agua para enfriado utilizada en los sistemas mencionados anteriormente proviene de agua potable. También es de uso práctico el enfriar mediante la evaporación de agua del producto. Los porotos verdes han sido enfriados durante su transporte mediante la ubicación de una cuchara de aire en el techo del camión, la que empuja el aire exterior hacia la carga de porotos. Este sistema sirve para prevenir el calor y mantener los porotos a temperatura ambiente o más baja. No es aconsejable utilizar este sistema largos períodos para evitar la pérdida excesiva de peso.

En algunas partes del mundo existen grandes diferencias entre las temperaturas del día y la noche lo que permite que la ventilación nocturna sea una fuente de frío muy conveniente. En algunas partes en California, la diferencia entre las temperaturas mínimas y máximas pueden ser de hasta 20°C durante el verano. El enfriado durante la noche es utilizado comúnmente para el almacenaje no-refrigerado de papas, cebollas, betarragas y algunos cultivos de melón maduro. Por regla general la ventilación nocturna es efectiva para la mantención de la temperatura de un producto determinado cuando la temepratura del aire ambiente es un 20 ó 30% menor que la del producto.

Las temperaturas bajas de la noche pueden usarse para reducir el calor de campo al cosechar el producto durante las primeras horas de la mañana. Varios productores de melones en California están experimentando con el uso de luces artificiales para permitir la cosecha en las primeras horas de la mañana antes que salga el sol.

En algunas partes, el agua de pozo puede ser una fuente de frío muy efectiva. La temperatura de la tierra en profundidades mayores a 1.8 metros bajo la superficie es igual a la temperatura promedio anual del aire. Las temperaturas del agua de pozo deberían ser cercanas a ésta.

Antes del desarrollo de la refrigeración mecánica, la refrigeración se hacía con hielo que se formaba en pequeños lagos durante el invierno. El hielo era aislado del calor de la primavera y verano con paja y se llevaba a las ciudades que lo necesitaban. Desafortunadamente, los costos de energía para el transporte han aumentado más que los costos eléctricos por lo que se hace poco factible el transportar hielo a largas distacias. Sin embargo, las instalaciones de enfriado en climas en que se produce hielo durante el invierno pueden almacenar hielo para usarlo durante el verano. En algunos casos, se usa el transporte de los productos perecederos hacia la fuente de hielo. Esto es práctico especialmente cuando la ubicación del hielo está entre las localidades de producción y consumo.

Las altitudes son también una fuente de frío. Por regla general, las temperaturas del aire decrecen en 2.7°C cada 300 metros de aumento de la altitud. No es posible bajar este aire a nivel del suelo porque se calienta naturalmente a medida que la altitud disminuye (calentamiento por compresión adiabática). Sin embargo, algunos casos puede ser posible almacenar el producto a alturas mayores en regiones

montañosas. Por ejemplo, en California la mayoría de los productos perecederos son producidos en los valles cercanos al nivel del mar. Sin embargo, gran parte de la producción es embarcada al este a través de Sierra Mountains donde los pasos son de alrededor de 2000 metros de altura. La temperatura del aire puede ser 18°C más frío y pueden reducirse los costos de energía almacenado los productos perecederos en los lugares altos en vez de hacerlo en los valles.

Cuevas, minas abandonadas y otros almacenajes bajo tierra se han usado durante años en el almacenaje de las frutas y hortalizas. Como mencionáramos anteriormente, su temperatura es aproximadamente igual al promedio anual de la temperatura del aire. El subterráneo frío es buen lugar para almacenar frutos ya enfriados pero no es factible de usarse para la producción de grandes cantidades de frío necesarias para eliminar el calor de campo. El suelo carece de habilidad para transportar el calor. Una vez que el frío ha disminuido completamente en un área, su recuperación no es rápida.

La construcción de instalaciones de almacenaje

Esta debe tener un tamaño adecuado como para manejar cantidades máximas de producto. El área del piso puede calcularse conociendo el volumen del producto y su altura máxima de almacenaje y que cuente con pasillos y espacios adecuados para maniobrar grúa horquilla, y áreas con etapas. La altura máxima de almacenaje puede aumentarse mediante el uso de repisas o bastidores, y grúas horquilla con ganchos adecuados. Se usan estructuras de almacenaje de varios tipos debido a la dificultad para mover el producto de un nivel a otro.

El piso del edificio debería tener un perímetro en forma cuadrada. Una configuración rectangular tiene más superficie de pared por m^2 de superficie, resultando una construcción más costosa y con mayor pérdida de calor que una con forma cuadrada. Las entradas, salidas y las áreas de almacenaje deberían estar diseñadas de tal manera de permitir que el producto se mueva en una dirección a través de la instalación. Esto es importante, especialmente cuando la instalación del almacenaje se usa con un enfriador para eliminar el calor de campo.

El edificio debería localizarse en un lugar con acceso fácil a los servicios. La extensión de caminos y redes de energía hacia una instalación puede ser muy costoso.

Las instalaciones refrigeradas han sido construidas en base de una gran cantidad de materiales. El piso y su fundación son de concreto. Se instala una barrera de vapor para prevenir el movimiento de la humedad a través del piso y generalmente se hace una aislación rígida sobre él. Las paredes pueden ser de concreto, metal o de marcos de madera, y sobre ellas generalmente se instala una barrera de vapor. Los marcos de madera y los bloques de concreto están perdiendo su uso en Estados Unidos pues se está cambiando por construcciones de metal y concreto armado. Los cielos pueden construirse con cartón rígido o con espumas o ser contenidos separadamente del techo y con uso de aislación.

Si se utilizan técnicas de atmósfera modificada en la instalación de almacenaje, la barrera de vapor también servirá como barrera de gas y se debe tener especial cuidado en asegurar un sello para gases.

ATMOSFERAS MODIFICADAS Y SISTEMAS DE BAJA PRESION DURANTE EL TRANSITO Y ALMACENAJE *

I. Introducción

A. Atmósfera modificada (AM), o Atmósfera Controlada (AC) significa la eliminación o la adición de gases, dando por resultado una composición atmosférica diferente a la del aire. Usualmente esto implica reducción de oxígeno (O_2) y/o elevación de la concentración de Bióxido de Carbono (CO_2). AM y AC difieren únicamente en el grado de control; AC es más exacto.

B. El uso de AM o de AC debe de ser considerado como un suplemento a los procedimientos de manejo apropiado de temperatura y humedad relativa. La posibilidad de que el uso de AM produzca beneficios o daños dependen del articulo, variedad, edad fisiológica, composición atmosférica, temperatura y duración. Esto ayuda a explicar la amplia variación de resultados entre los reportes publicados por un articulo dado.

C. Las AM o AC pueden ser usadas durante el transporte, almacenaje temporal o almacenaje prolongado de articulos horticolas desechados al mercado fresco o al proceso. También puede ser usado un tratamiento de prealmacenaje con una elevada concentración de CO_2 para algunos frutos. Recientemente el monóxido de carbono (CO) ha sido probado como un componente adicional a la AM para controlar pudriciones.

II. Beneficios Potenciales de la AM

A. Retraso de la senectud (sazón) y cambios bioquimicos y fisiológicos asociados, por ejemplo, disminución de la velocidad de respiración, de la producción de Etileno, del ablandamiento y cambios de composición.

B. Reducción de la sensibilidad de la fruta a la acción del Etileno.

---

* Adel A. Kader, Ph.D. Profesor Asociado y Especialista de extensión en Pomologia. Universidad de California, Davis. Lectura complementaria para el **Curso Manejo Post-cosecha de Cultivos Horticolas, AGRIDEC, Miami, diciembre de 1990.**

Previous Page Blank

C. Corrección parcial de ciertos desórdenes fisiológicos.

D. En algunos casos la AM puede tener efectos directos o indirectos sobre los gérmenes patógenos de postcosecha y consecuentemente sobre la incidencia de pudriciones.

E. La AM puede ser un instrumento útil para el control de insectos en algunos articulos.

F. Los beneficios arriba mencionados traducidos en una reducción general de las pérdidas cuantitativas y cualitativas durante el manejo de postcosecha de algunos frutales y nueces.

III. Posibles peligros de la AM

A. En la mayoria de los casos la diferencia entre combinaciones benéficas y dañinas de la AM es relativamente pequeña. También puede suceder, que la combinación de la AM sea necesaria para controlar pudriciones y/o insectos, por ejemplo, puede no ser tolerada por el articulo y resultar en un deterioro más rápido. Los peligros potenciales de la AM para articulos incluyen:

1. Agravamiento de ciertos desórdenes fisiológicos

2. Maduración irregular

3. Pérdidas de sabor y de olor

4. Aumento en la susceptibilidad a las pudriciones

IV. Requerimientos y recomendaciones para el uso de atmósferas modificadas en Productos Horticolas.

Después de 50 años de experimentación y desarrollo, el uso en gran escala de las AM y AC está aún limitado a manzanas y peras para almacenaje prolongado. El uso de la AM durante el transporte incluye varios otros frutos. Con base en reportes publicados y algunos resultados no publicados, se incluye un resumen de recomendaciones vigentes para el uso de AM en la Tabla 1 (Frutas), y en la Tabla 2 (Verduras). También se incluye una estimación de los benficios potenciales y de la amplitud de uso comercial corriente. No

hay duda de que algunas de estas combinaciones de AM cambiarán conforme se realice más experimentación. La posibilidad de agregar CO a la AM para algunos frutos puede cambiar su potencial de beneficios. Los sistemas hipobáricos o de baja presión también pueden proporcionar nuevas oportunidades para hacer la AC un suplemento más útil en algunos artículos.

V. Monóxido de Carbono, como suplemento a la Atmósfera Modificada

Durante varios años el monóxido de carbono (CO) al 2 o 3 % se ha usado como un suplemento para la AM durante el tránsito de lechuga como un inhibidor de la decoloración. Recientemente se han demostrado algunos beneficios adicionales del CO. Estos beneficios así como posibles peligros del CO se resumen a continuación.

A. ¿Qué es el Monóxido de Carbono?

1. El CO es un gas incoloro, insaboro, inodoro e inflamable con límites explosivos entre el 12.5 % y el 74.2 % (en volumen) en el aire.

2. El CO es un producto de la combustión incompleta y está generalmente asociado con el escape de los automóviles.

3. El CO es extremadamente tóxico para los sistemas vivos.

B. Efectos benéficos del CO:

1. El CO (1 a 5 %) agregado en atmósferas en las que se ha reducido el oxígeno O_2 (2 al 5 %) inhibe la decoloración en las orillas de la lechuga y los daños mecánicos en los tejidos.

Tabla I. Resumen de condiciones de AM o AC recomendadas durante el transporte y/o almacenaje temporal de algunas frutas

Artículo	Rango de Temperatura (°C)	AC 2/ % O_2	AC 2/ % CO_2	Potencial de Beneficio 3/	Observaciones
Frutales Caducifolios:					
Manzana	0--5	2– 3	1– 2	A	Alrededor del 40 % de la producción se almacena bajo AC.
Albaricoque	0–5	2– 3	2– 3	C	Ningún uso comercial.
Cereza (dulce)	0–5	3–10	10–12	B	Algunos usos comerciales.
Higo	0–5	5	15	B	Uso comercial limitado.
Uva	0–5	–	–	D	Incompatibilidad con la fumigación a base de SO_2.
Kiwi	0–5	2	5	A	Ningún uso comercial.
Nectarina	0–5	1– 2	5	B	Uso comercial limitado.
Durazno	0–5	1– 2	5	B	Uso comercial limitado.

Artículo	Rango de Temperatura (°C) 1/	AC 2/ % O_2	AC 2/ % CO_2	Potencial de Beneficio 3/	Observaciones 4/
Pera	0–5	2– 3	0– 1	A	Algun uso comercial.
Persimonio	0–5	3– 5	5– 8	C	Ningún uso comercial.
Ciruelas	0–5	1– 2	0– 5	B	Ningún uso comercial.
Fresa	0–5	10	15–20	A	Uso creciente durante el tránsito.
Nueces y Frutas Secas	0–25	0– 1	0–100	A	Método efectivo para control de insectos.
Frutas Tropicales y Subtropicales:					
Aguacate	5–13	2– 5	3–10	B	Uso comercial limitado.
Plátano	12–15	2– 5	2– 5	A	Algún uso comercial.
Toronja	10–15	3–10	5–10	C	Ningún uso comercial

Artículo	Rango de Temperatura (°C) 1/	AC 2/ % O_2	% CO_2	Potencial de Beneficio 3/	Observaciones 4/
Limón	10–15	5	0– 5	B	Ningún uso comercial.
Lima	10–15	5	0–10	B	Ningún uso comercial.
Aceituna	8–12	2– 5	5–10	C	Ningún uso comercial.
Naranja	5–10	10	5	C	Ningún uso comercial.
Mango	10–15	5	5	C	Ningún uso comercial.
Papaya	10–15	5	10	C	Ningún uso comercial.
Piña	10–15	5	10	C	Ningún uso comercial.

1/ Rango recomendado y/o acostumbrado. Se recomienda una humedad relativa de 85–95 %.

2/ La mejor combinación de AC puede variar entre variedades y de acuerdo con la temperatura de almacenaje y la duración.

3/ A = Excelente. B = Bueno. C = Razonable. D = Ligero o nulo.

4/ Los comentarios acerca del uso se refieren exclusivamente al mercadeo doméstico; muchos de esos artículos son embarcados baj. A M para mercado de exportación.

Tabla II. Resumen de condiciones recomendadas para AC o AM durante el transporte y/o almacenaje temporal de algunas verduras

Artículo	Rango de Temperatura (°C) 1/	AC 2/ % O_2	% CO_2	Potencial de Beneficio 3/	Observaciones 4/
Alcachofas	0–5	2–3	3–5	B	Ningún uso comercial.
Espárragos	0–5	aire	5–10	A	Uso comercial limitado.
Habas	5–10	2–3	5–10	C	Potencial para ser usado por procesadores.
Betabeles	0–5	–	–	D	98–100 % de H.R. es lo mejor.
Broccoli	0–5	1–2	5–10	B	Uso comercial limitado.
Coles de Bruselas	0–5	1–2	5–7	B	Ningún uso comercial.
Repollo	0–5	3–5	5–7	B	Algún uso comercial para almacenaje prolongado de algunas variedades.
Melón Cantaloupe	5–10	3–5	10–15	B	Uso comercial limitado.
Zanahorias	0–5	–	–	D	98–100 % de H.R. es lo mejor.

Artículo	Rango de Temperatura (°C) 1/	AC 2/ % O_2	% CO_2	Potencial de Beneficio 3/	Observaciones 4/
Coliflor	0–5	2–5	2–5	C	Ningún uso comercial.
Apio	0–5	2–4	0	C	Uso comercial limitado en cargas mixtas con lechuga.
Elote	0–5	2–4	10–20	B	Uso comercial limitado.
Pepinos	8–12	3–5	0	C	Ningún uso comercial
Melón dulce	10–12	3–5	0	C	Ningún uso comercial.
Puerros	0–5	1–2	3–5	B	Ningún uso comercial.
Lechuga	0–5	2–5	0	B	Algún uso comercial, adicionando 2–3 % de CO.
Hongos	0–5	aire	10–15	C	Uso comercial limitado.
Okra	8–12	3–5	0	C	Ningún uso comercial; 5–10 % de CO_2 es benéfico a 5–8°C.
Cebolla Seca	0–5	1–2	0	B	Ningún uso comercial, 75 % deH.R.
Cebollas verdes	0–5	1–2	10–20	C	Uso comercial limitado.

Artículo	Rango de Temperatura (°C) 1/	AC 2/ % O_2	% CO_2	Potencial de Beneficio 3/	Observaciones 4/
Pimienta	8–12	3–5	0	C	Uso comercial limitado.
Pimientón	8–12	3–5	0	C	Ningún uso comercial; 10 – 15 % CO_2 es benéfico a 5–8°C.
Papas	4–12	–	–	D	Ningún uso comercial.
Rabanito	0–5	–	–	D	98–100 % de H.R. es mejor.
Espinacas	0–5	aire	10–20	D	Ningún uso comercial.
Tomate maduro–verde	12–20	3–5	0	B	Uso comercial limitado.
Sazonado parcialmente	8–12	3–5	0	B	Uso comercial limitado.

1/ Rango recomendado y/o acostumbrado. Se recomienda una humedad relativa de 85–95 % .

2/ La mejor combinación de AC puede variar entre variedades y de acuerdo con la temperatura de almacenaje y la duración.

3/ A. = Excelente. B. = Bueno. C. = Razonable. D. = Ligero o nulo.

4/ Los comentarios acerca del uso se refieren exclusivamente al mercadeo doméstico; muchos de esos artículos son embarcados bajo AM para mercado de exportación.

Se recomienda una humedad relativa (HR) de 90 95 % a menos que se indique otra cosa en la columna de "observaciones".

Se han observado efectos similares en otros artículos. Esta inhibición de decoloración se pierde durante el movimiento del artículo desde la AM al aire durante el envío del artículo al mercado.

2. Se ha encontrado que el CO (5 a 20 %) agregado a la AM inhibe el crecimiento de varios patógenos importantes de postcosecha y previene el desarrollo de pudriciones en varios frutos y verduras.

3. Aunque se ha encontrado que el CO solo no es un fumigante efectivo para control de insectos de postcosecha en la lechuga, su uso posible en adición a otras combinaciones de AM y/o fumigantes establecidos (Bromuro de Metilo, etc.) merecen investigaciones más amplias.

C. Peligros posibles del CO:

1. El CO puede agravar ciertos desórdenes fisiológicos. Por ejemplo, si el CO se usa en una situación en donde el CO_2 se ha acumulado por encima del 2 % durante el tránsito de lechuga, aumentará la severidad de las manchas cafés (una alteración inducida por el CO_2).

2. Se sabe que el CO imita los efectos del Etileno tales como el aceleramiento de la madurez en las frutas y la inducción de ciertos desórdenes fisiológicos. Sin embargo, cuando el CO se usa en combinación con O_2 reducido y/o concentración elevada de CO_2, tales efectos se minimizan hasta hacerse insignificantes.

3. Debido a su extrema toxicidad a los seres humanos y lo inflamable a concentraciones entre 12.5 y 74.2 % en el aire, se deben seguir medidas adecuadas de seguridad cuando se use el CO.

VI. Tratamiento de prealmacenaje con concentración de CO_2

Las pruebas llevadas a cabo en varias estaciones experimentales indicaron que el tratamiento de manzanas durante dos semanas o de peras durante dos a cuatro semanas con 12 % de CO_2 (de 0° a 5°C) antes del almacenaje en AC retrasó el reblandecimiento de las frutas. Sin embargo, este tratamiento dió por resultado cantidades variables de daños externos o internos con el CO_2, dependiendo de la variedad, estación y área de producción. Su aplicación comercial está limitada corrientemente a Golden Delicious en el noroeste de los Estados Unidos.

Se ha encontrado que tratamientos con elevadas concentraciones de CO_2, disminuyen los síntomas de daños por descenso de temperatura en algunas frutas tropicales y subtropicales, pero no se recomienda este tratamiento todavía para aplicaciones comerciales.

VII. Importancia de la eliminación del Etileno en el almacenaje con AM.

La mayor parte de los investigadores dan por hecho que la eliminación del Etileno de los cuartos de almacén con AM no es necesaria porque los efectos del Etileno en la maduración de los frutos entre 0° y 52°C y bajo condiciones de AM son despreciables. Sin embargo, hay alguna evidencia de estudios recientes que indican que la presencia de Etileno a concentraciones que pueden ocurrir fácilmente en cuartos con AM y AC puede favorecer el reblandecimiento de los frutos. Se necesitan más resultados para evaluar los posibles efectos del Etileno y de otros volátiles sobre las cualidades y atributos de varias frutas bajo condiciones de AM. Igualmente, es necesario que se desarrollen nuevos métodos efectivos y económicos para eliminar el Etileno y otros volátiles de las bodegas con AM.

VIII. Métodos de Modificación Atmosférica

A. Generadores de Atmósfera

1. Control de oxigeno

a) Quemadores de flama abierta.

b) Quemadores o convertidores catalíticos.
Ejemplos: Unidades tectrol (samifi-transfech, CA).
Quemador Sulzer (Suiza)
Oxydrain Smit (Holanda)

c) Baño con nitrógeno
Sistema "Oxytrol"
Sistema "Nitrol"

2. Control de Dióxido de Carbono
La adición de CO_2 se hace generalmente de cilindros de gas presurizado.
La eliminación de CO se lleva a cabo por alguno de los siguientes métodos:

a) Limpiadores de Hidróxido de Sodio
b) Limpiadores a base de agua
c) Uso de carbón activado
d) Sedazo limpiador molecular
e) Uso de cal hidratada, $Ca(OH)_2$

3. Adición de Monóxido de Carbono
La adición de CO se hace mediante un cilindro de gas presurizado usando un sistema mezclador con nitrógeno para evitar excedentes del 10 % del CO.

4. Eliminación del Etileno

a) Uso de ventilación adecuada (intercambio de aire)

b) Uso de absorbentes de Etileno, tales como:
1. Permanganato de potasio ($KMnO_4$ Alcalino, en Pellets de Silicato de Aluminio = "Purafil").
2. Carbón activado y brominado solo o en combinación con $KMnO_4$ (Absorbentes "siempre frescos").

c) Uso de ozono o UV (O_2UVO_3) para oxidar el Etileno.

$$C_2H_4 + 4(O_2) \qquad 4CO_2 + 2H_2$$

d) Uso de sistemas de baja presión (almacenaje hipobárico).

B. Sistemas hipobáricos o de baja presión

1. La reducción de la presión total (bajo condiciones de vacio parcial) resulta en una reducción parcial individual de los gases del aire. Esto puede ser un método efectivo para la reducción de la tensión del O_2, y para acelerar el escape de C_2H_4 y otros volátiles.

2. El SBP (Sistema de Baja Presión) tiene algunas ventajas sobre otros métodos de modificación de la atmósfera; por ejemplo (a) Control más exacto de la concentración de O_2, lo que permite usar una tensión de O_2 más baja que la que es posible con AC (Atmósfera Controlada) y (b) Eliminación del Etileno y otros volátiles.

3. El SBP tiene algunas limitaciones cuando la adición de CO_2 o de CO es importante para algún articulo dado.

4. Los vehículos de transporte con SBP en uso comercial, están limitados actualmente para algunos animales y plantas.

5. Se están desarrollando estructuras estacionales de almacenaje con SBP, por Grumman Dormavac.

C. Atmósfera Modificada, generada por el artículo

En este caso, el artículo a través de la respiración, es usado para reducir el O_2 e incrementar el CO_2 bajo condiciones retringidas de intercambio de gases. Si no se desea una elevada concentración de CO_2, se usan los depuradores de CO_2 mencionados arriba.

La restricción del intercambio de gases puede lograrse por alguno de los métodos siguientes:

1. Uso de bodegas frías herméticamente
2. Empaque en bolsas o envolturas de plástico
3. Uso de recubrimiento de polietileno en los contenedores de embarque.
4. Uso de palets envueltos

5. Manejo de ventilas en los contenedores de embarque
6. Ceras y otras cubiertas superficiales
7. Uso de cubiertas de plástico con ventanas difusoras (membranas poliméricas).

D. Atmósfera Modificada o controlada durante el tránsito

1. AM en furgones, camiones y bodegas de barco

a) La reducción de O_2 se logra inyectando N_2

b) Se obtienen concentraciones elevadas de CO_2 y CO adicionándolos por medio de un mezclador múltiple.

c) El sellado del vehículo de transporte es esencial para mantener la AM durante el tránsito. Esto es el factor limitante para un uso más extendido de la AM.

d) Eliminación del CO_2 colocando bolsas con cal en el vehículo en tránsito (la cantidad de cal depende del artículo).

e) Uso de bolsas de respiración para compensar las fluctuaciones de presión barométrica.

2. AM en cubiertas para palets

a) Se usan cubiertas de polietileno (o envolturas) para palet para cubrir todos los contenedores de embarque, sellándolos por varios métodos (cinta, sellado con calor, etc.).

b) Se establece un vacío parcial dentro de la cubierta del palet y se introduce la mezcla deseada de gases.

c) Este método es de uso común en fresas y de uso limitado para cerezas y otros artículos. Facilita la mezcla de artículos que de otra manera tendrían que ser manejados por separado.

d) Los problemas que se presentan están relacionados principalmente con daños en el sellado por rotura de la cubierta en la base.

3. AM en contenedores de embarque individuales

a) Algunos ejemplos de uso comercial de AM generado por el propio artículo incluyen: recubrimientos interiores de polietileno en cajas de cereza, bolsas de polietileno para plátano destinado a mercados distantes (Sistema "Banavac") y para lechuga cortada.

b) La lechuga cortada (rebanada o picada) es empacada en bolsas de plástico, después se establece un vacío parcial y se introduce una mezcla de gases (O_2 + CO_2 + CO) en la bolsa, cerrándola después. Este procedimiento tiene un uso comercial limitado.

E. Monitores de la composición atmosférica

1. Son esenciales en el éxito del almacenaje con AC o AM.
2. Son exigidos en las reglamentaciones para almacenaje con AC en algunos estados (EE.UU.) y por algunas compañías de seguros.

IX. Estructura de bodega de AC

A. Consideraciones de la construcción

1. Tamaño: Usualmente es una instalación grande con varias unidades (con capacidad aproximada de 100 ton cada una).

2. Capacidad de refrigeración: Generalmente más grande que en un almacén frio de tamaño similar.

3. Tipo de refrigerante: El Freón es mejor que el amoniaco (peligroso para el articulo).

4. Aislamiento: Se requiere la máxima resistencia a la penetración de calor y humedad.

5. Hermeticidad gaseosa: Es necesario lograr un sellado adecuado de los muros, el techo y el piso para obtener hermeticidad respecto a gases.

6. Accesibilidad durante el almacenaje:
   a) Ventanas de inspección
   b) Compuertas de muestreo para análisis de gases
   c) Procedimientos de seguridad (el sistema de AC no permite la vida).

B. Instalaciones y equipo

1. Selección adecuada del sistema generador de AC, entre los que se han discutido más arriba; necesidades de mantenimiento.

2. Necesidad de bolsas de respiración para compensar las fluctuaciones de la presión barométrica.

3. Uso de sistemas purificadores del aire para absorber olores indeseables.

C. Monitores en las condiciones ambientales

1. Uso de aparatos termoeléctricos y de registradores de temperatura.

2. Uso de sistemas automáticos muestreados y analizadores de gases para vigilar los niveles de O_2 y de CO_2.

X. Referencias

1. Blanpied, G.D. y R.T. Lawrence. 1977. Observaciones de limpiadores de CO_2 en bodegas comerciales para manzana en el Estado de New York. Mich. State Univ. Hort. Rpt. 28:17-23, East Lansing, Mich.

2. Byres, B. 1977. El Sistema Grumman Dormavac. Mich. State Univ. Hort. Rpt. 28:82-85, East. Lasing, Mich.

3. Eaves, A.C. 1959. Un limpiador Seco para Almacenes de Manzanas con A.C., Trans. Amer. Soc. Agr. Eng. 2:127-128.

ENFERMEDADES DE POSTCOSECHA

PRINCIPIOS E IMPORTANCIA DEL MANEJO SOBRE LA SANIDAD DE LA FRUTA ALMACENADA *

Introducción

La fruta y cada vez más hortalizas y flores chilenas se cultivan y producen con el propósito de satisfacer las demandas de los mercados internacionales, ubicados a grandes distancias de Chile. Esto obliga a transportar los productos agrícolas por vía marítima o aérea durante varios días o varias semanas. Evidentemente este prolongado transporte de productos relativamente perecederos como son las frutas en general, obliga a introducir cuidadosas prácticas de manejo tanto en pre como en postcosecha que permitan retardar la senescencia o : pudriciones que generalmente afectan a las frutas una vez cortadas y almacenadas.

Los cambios ambientales, principalmente la temperatura, la humedad relativa o la composición gaseosa del medio, afectan directamente los procesos fisiológicos relacionados con la senescencia y en consecuencia tienen gran importancia sobre la vida útil de postcosecha de un fruto. Del mismo modo, los daños físicos ocurridos durante la cosecha, embalamiento o durante el transporte hasta los mercados consumidores favorecen directamente el desarrollo de numerosas enfermedades y por lo tanto también tienen gran importancia.

En resumen, parece indispensable conocer los principios fisiológicos que regulan la senescencia de un fruto almacenado como también los fundamentos patológicos relacionados con las enfermedades de postcosecha para manejar exitosamente la fruta una vez cosechada. Parte de estos principios y fundamentos se resumen en este trabajo.

* Lectura complementaria del Curso Manejo Post-cosecha de Cultivos Hortícolas,

Previous Page Blank

Figura 1.- Representación esquemática de la tasa respiratoria de un fruto climatérico desde la caída de los pétalos hasta la senescencia en relación al crecimiento del fruto. (Fuente: Fidley y Mann, 1972, Wills et al., 1984).

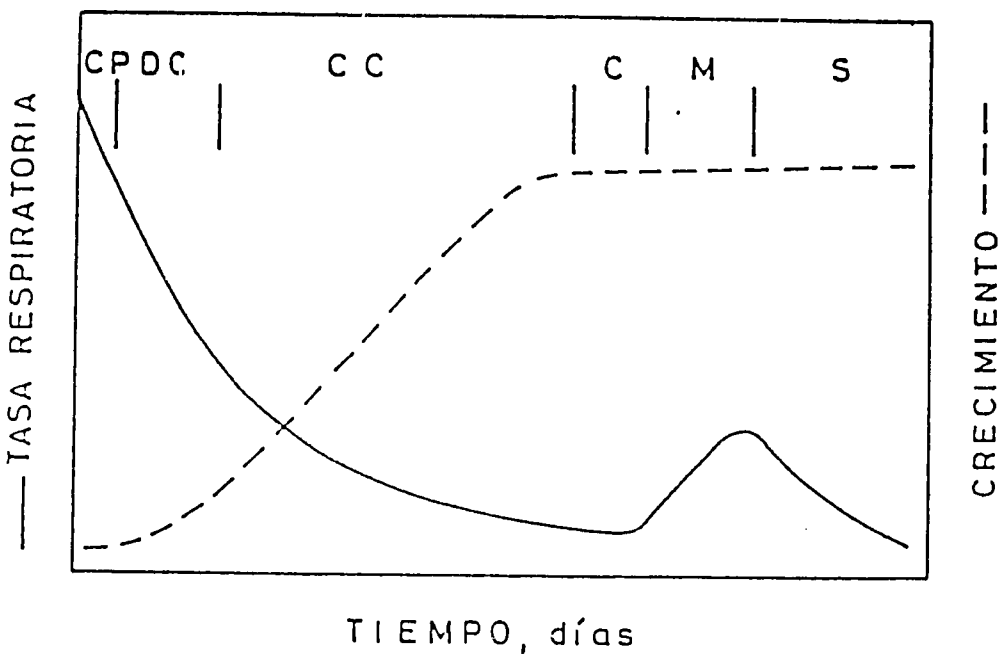
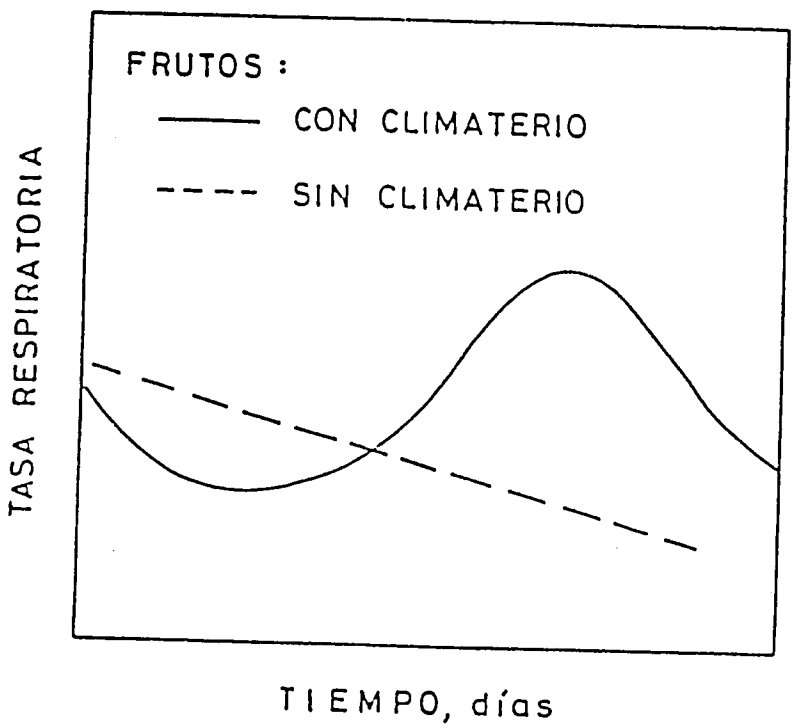


Figura 2.- Comparación de la tasa respiratoria observada en frutos climatéricos (a) y no climatéricos.(Fuente: Sommer, 1982).



Respiración

La fotosíntesis es el mecanismo fisiológico que permite a una planta viva obtener la energía requerida para los procesos metabólicos. De esta manera una planta convierte la energía solar en energía química, la cual almacena como carbohidratos. A nivel celular, procesos metabólicos convierten los azúcares en compuestos estructurales o de reserva, para esto el fruto necesita de energía que obtiene de sus propias reservas por medio de la respiración. Debido a la respiración se consume oxígeno (O_2) y se libera anhídrido carbónico (CO_2). Por lo tanto, si se desea cuantificar la actividad respiratoria de un fruto basta con medir el consumo de O_2 o la producción de CO_2. La relación existente entre estos gases en un índice útil para determinar la tasa de degradación o de muerte de un fruto.

La fruta cortada depende enteramente de las propias reservas y el proceso respiratorio debe funcionar ininterrumpidamente para propofcionar la energía requerida para mantener activos los procesos metabólicos a nivel celular. La fruta corta presenta uno de los dos esquemas respiratorios que se grafican en la Figura 1 y 2. En la Figura 11.2 se muestra la evolución de CO_2, característico de frutas que presentan una respiración no climatérica y aquellos frutos climatéricos.

Los frutos no climatéricos presentan una gradual reducción de la tasa de respiración a medida que éstos maduran y envejecen. Entre éstos se encuentran las cerezas, uva, cítricos, frutillas y las piñas (Cuadro 1).

CUADRO 1.- FRUTOS CLIMATERICOS Y NO CLIMATERICOS, DE ACUERDO CON LAS CARACTERISTICAS DE LA RESPIRACION DURANTE LA MADURACION

Climatéricos		*No-climatéricos*	
Arándanos	Manzanas	Aceitunas	Naranjas
Chirimoyas	Melones	Berengenas	Níspero
Damascos	Nectarinos	Cacao	Pepinos
Duraznos	Paltas	Cerezas	Pimientos
Feijoa	Papayas	Frambuesas	Piñas
Fruto de pan	Plátanos	Frutillas	Pomelos
Guayabas	Peras	Granadas	Tamarillo
Higos	Sandías	Liche	(tomate de ár-
Kakis	Tomates	Limas	bol)
Mangos		Limones	Tangerinas
		Mandarinas	Uvas
		Moras	Zapallos

Los frutos climatéricos presentan un significativo aumento en la tasa respiratoria, la que ocurre inmediatamente antes de la madurez de consumo (Figura 1). Conjuntamente con este climacterio ocurren importantes cambios en un fruto entre los cuales se destaca el cambio de coloración, intensificándose la coloración amarilla debida a un rápido incremento de los pigmentos carotenoides y a la pérdida de clorofila. En este período el fruto pierde presión, se ablanda, aumenta muy significativamente la producción y liberación de etileno. Presentan climacterio la mayoría de los frutos de especies de árboles de hoja caduca tales como manzanas, peras, duraznos, nectarinos, ciruelas, damascos y algunos frutos tropicales y subtropicales entre los cuales están los plátanos, mangos, paltas, guayabas. También se ha demostrado en comportamiento climactérico en tomates (Cuadro 1).

Una vez que el fruto ha conseguido la máxima tasa respiratoria durante el climacterio, lo que es coincidente con el estado de madurez óptima para el consumo, sobreviene una rápida senescencia y en la generalidad de los casos aumenta también muy rápidamente la susceptibilidad a las enfermedades de postcosecha, pudiendo podrirse la fruta en horas o días, dependiendo del patógeno y de la temperatura ambiental.

La vida útil en postcosecha de los frutos climatéricos está directamente relacionada con el momento en que éstos se cosechen. La máxima vida de postcosecha solamente se consigue cosechando antes que se produzca el climacterio, más exactamente antes que se inicie el rápido incremento en la respiración (Figura 2). Por este motivo los ambientes en postcosecha, cámaras de conservación de la fruta, están diseñados para reducir la tasa respiratoria de la fruta al mismo tiempo que se retarda y reduce el climacterio. Esto se consigue fundamentalmente cosechando fruta sana, sin daños, con una madurez de cosecha óptima la cual rápidamente se enfría y se conserva refrigerada ala temperatura óptima, según la especie, pero que generalmente es de alrededor 0°C.

En la medida que se retarde y disminuya el climacterio de un fruto, disminuirá también el riesgo de pudriciones. La fruta sana es altamente resistente a la mayoría de los patógenos de postcosecha hasta el inicio del climacterio. En consecuencia, un adecuado enfriamiento y refrigeración además de retardar la senescencia de la fruta evitará un explosivo desarrollo de pudriciones. En la figura 3 se indica gráficamente el efecto de una adecuada refrigeración sobre la expresión del climacterio.

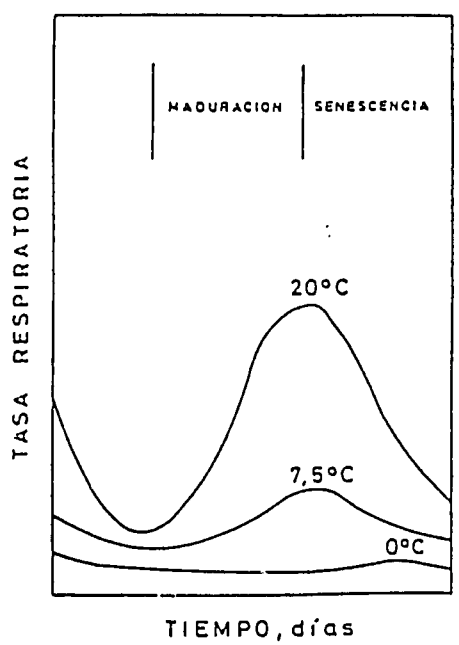
Resistencia natural a enfermedades

La fruta cortada presenta resistencia natural a la acción de numerosos patógenos. Generalmente esta resistencia la otorga la integridad de la piel o más específicamente de la epidermis y de la cutícula. La mayoría de los hongos patógenos que afectan a la fruta en postcosecha corresponden a parásitos facultativos, incapaces de penetrar directamente la piel sala y únicamente lo hacen al existir heridas o daños físicos (machucones) aún cuando éstos sean imperceptibles a simple vista.

Efectos de la madurez

La fruta inmadura es altamente resistente a numerosos hongos fitopatógenos. A pesar que algunos hongos pueden penetrar, rara vez colonizan e infectan un fruto inmaduro. Los mecanismos de resistencia de la fruta inmadura se desconocen, sin embargo, algunas hipótesis se han presentado para explicar este fenómeno. Por ejemplo, *Botrytis cinerea* en uva de mesa y otros frutos en los cuales a pesar de penetrar durante la floración permanece latente, posiblemente como micelio, en el interior del fruto y únicamente se reactiva

Figura 3.- Efecto de la Temperatura sobre la tasa respiratoria en frutos con climacterio. (Fuente: Fidler y North, 1967; Sommer, 1982).



durante la maduración. En este caso es posible que la condición de acidez no permita una adecuada actividad enzimática necesaria para invadir los tejidos, es tabmién probable que un fruto inmaduro no satisfaga las necesidades nutricionales del patógeno o muy probablemente la presencia de substancias fungitóxicas pueden impedir la invasión en frutos inmaduros. Estas condiciones se pierden rápidamente con la maduración, siendo un fruto maduro altamente susceptible en relación a una fruta aún firme.

Naturaleza bioquímica de la resistencia natural

Entre las substancias fungitóxicas, los polifenoles y específicamente los taninos, se han relacionado con los mecanismos de resistencia natural que caracterizan a la mayoría de los frutos. No obstante, cada vez se reúnen mayores evidencias sobre la biosíntesis de substancias, generalmente de naturaleza fenólica pero que se producirían únicamente en respuesta a una infección. Estas substancias se conocen como fitoalexinas. Por ejemplo se ha demostrado en manzanas la producción de ácido benzoico en directa respuesta a una infección de *Nectria galligena*.

Efecto de la suberización

La suberización es un proceso que permita, a través de la producción de suber, la total cicatrización de pequeñas heridas que se produzcan en un fruto antes y después d ela cosecha. La rapidez con que ocurre este proceso tiene particular importancia en la resistencia a algunas enfermedades de postcosecha, muy especialmente en algunas frutas cítricas, tubérculos, bulbos y raíces. Las heridas son avenidas para la penetración de numerosos microorganismos fitopatógenos, pero a medida que éstas se cierran por efectos de la suberización, los frutos escapan a la infección y adquieren resistencia.

Algunos frutos (por ej.: limones), tubérculos (por ej.: papa, camote), bulbos (por ej.: cebolla) o algunas raíces (por ej.: yuca) se someten a un proceso denominado curado el cual tiene el propósito de exponer estos órganos durante algunos días a condiciones ambientales que favorezcan una rápida suberización de los tejidos. Esto tiene el doble objetivo de reducir las pérdidas de agua y evitar así una exagerada deshidratación y al mismo tiempo se reducen muy significativamente los riesgos de pudriciones de postcosecha.

Efectos de las Condiciones Ambientales

Efecto de la temperatura

La temperatura es el factor ambiental más importante que determina en gran medida la vida de postcosecha de la fruta. Primeramente tiene un significativo efecto sobre la tasa respiratoria de la fruta, disminuyendo proporcionalmente en la medida que reducimos la temperatura (Figura 3). Existe una tolerancia a la refrigeración variable según la especie y el cultivar lo que es indispensable conocer para prevenir daños por frío o el total congelamiento de la fruta. En segundo lugar la temperatura es una herramienta excelente para controlar el desarrollo de pudriciones de postcosecha.

Los hongos fitopatógenos tienen un umbral térmico mínimo muy variable de acuerdo con la especie. Algunos presentan una temperatura mínima alrededor de 0°C o inferior (B. cinerea, Penicillium expansu, Monilinia fructicola), un segundo grupo presenta un umbral entre 0 y 4°C (Rhizopus stolonifer, Colletotrichum gloesporiodes, Aspergillus niger). Esto significa que a esas temperaturas la tasa de crecimiento del patógeno es mínima, pero esto no significa ausencia de crecimiento ni menos debe interpretarse como temperatura de inactivación del patógeno.

En la figura 4, se puede apreciar el efecto de cuatro diferentes temperaturas sobre la tasa de crecimiento de Monilinia fructicola, agente causal de la pudricción morena de los duraznos. En este ejemplo aún a 2,5°C el hongo presenta un crecimiento perfectamente cuantificable. Sin embargo, el desarrollo del hongo está retrasado en algunos días, aproximadamente 12 días. Precisamente el reducir la temperatura ambiental se retrasa la expresión de la enfermedad en varios días y a veces semanas o meses, permitiendo conservar la fruta en forma prolongada sin grandes riesgos de pudriciones.

Concentración Gaseosa

Una atmósfera normal presenta oxígeno y anhídrido carbónico en concentración de 21% y 0.03%, respectivamente. Una alteración de la concentración de O_2 y CO_2 a voluntad, corresponde a una atmósfera controlada, técnica utilizada con el propósito de mejorar la vida útil de postcosecha de la fruta, sin producir una maduración anómala u otros cambios organolépticos perjudiciales en la fruta así conservada. Si se altera la composición gaseosa de la atmósfera en el lugar

de conservación de la fruta, ya sea incrementando o disminuyendo la concentración de O_2, se afectará la respiración de la fruta. Un incremento del CO_2 o una dimisnución del O_2, reduce significativamente la tasa respiratoria y por consiguiente la vida útil de postcosecha se prolonga. Por ejemplo, con un 5% de CO_2 la tasa respiratoria de las manzanas disminuye a la mitad, aproximadamente. Los beneficios fisiológicos de una baja tensión de O_2 se consiguen a una concentración inferior al 5%, pero se considera prudente trabajar en un rango variable entre el 2 y el 3% de O_2 a temperaturas cercanas a 0°C. De esta manera se previenen efectos colaterales perjudiciales o indeseados en la fruta.

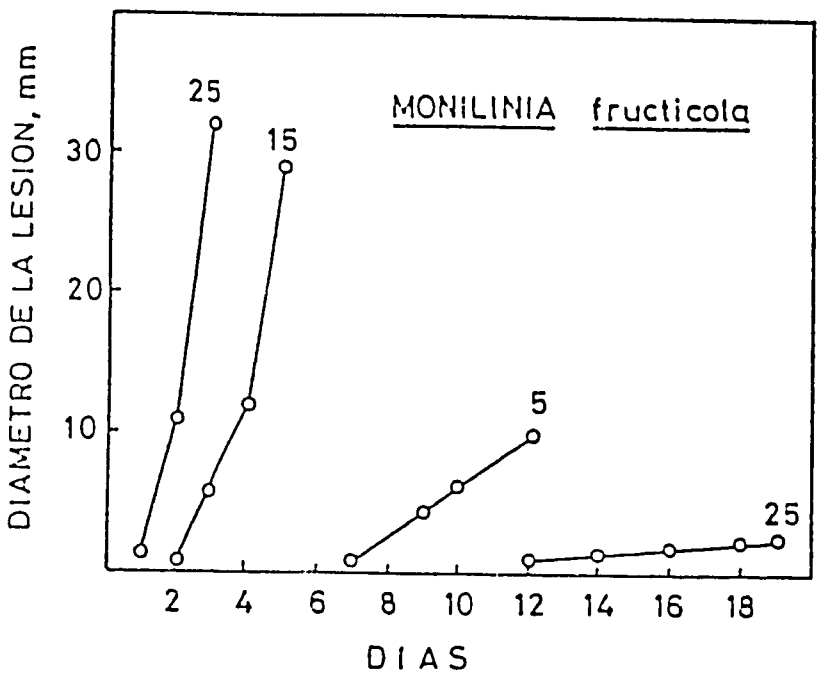
Bajo estas condiciones la mayoría de los hongos fitopatógenos, causantes de importantes pudriciones en postcosecha no son significativamente afectados en su acción. Para obtener una reducción importante en la actividad de la mayoría de los agentes causales de pudriciones se necesita elevar la concentración de CO_2 entre un 15-20% o reducir la concentración de O_2 bajo el 2% aproximadamente, pero bajo estas condiciones se producen efectos indeseados en la fruta como producto de una respiración fermentativa o anaeróbica.

En atención al escaso efecto conseguido con una atmósfera controlada para reducir las pudriciones de postcosecha, se ha experimentado ocn el uso de otros gases, particularmente monóxido de carbono (CO) en concentraciones de 10%. El efecto de este gas es mayor mientras más baja sea la concentración del O_2 y mientras mayor sea la concentración del CO_2. Esta es una posibilidad promisoria, posible de utilizar en la conservación de ciertas frutas sin producir efectos colaterales perjudiciales.

Humedad

La humedad ambienta, expresada como humedad relativa tiene gran importancia para una conservación exitosa de la fruta, siendo necesario mantener una humedad alta en el ambiente para evitar importantes pérdidas de agua en la fruta. Este es un factor directamente relacionado con las variaciones de la temperatura ambiente y a veces con el manejo de la fruta refrigerada. Por ejemplo, si se retira repentinamente una fruta refrigerada y mantenida a 0°C y se la ubica en una atmósfera a mayor temperatura, condensará agua en su superficie a partir de l ahumedad presente en este nuevo ambiente que se encuentra más caliente. Esta condensación se producirá mientras la temperatura de la pulpa (temperatura

Figura 4.- Crecimiento de Monilinia fructicola y desarrollo de la pudrición morena en duraznos mantenidos en diferentes temperaturas. (Fuente: Sommer, 1985).



del fruto) sea inferior a la temperatura de condensación. El agua libre así generada permanecerá por un cierto período, variable según sea el grado de ventilación, la temperatura y humedad relativa del aire, y posiblemente también según el volumen de fruta expuesta a esa condición. La generación de agua libre sobre un fruto es un factor altamente predisponente a pudriciones. Esto ocurre frecuentemente en el manejo de la uva de mesa debido a la necesidad de calentar la fruta para obtener la temperatura necesaria para gasificar con bromuro de metilo.

Presión Atmosférica

La conservación y transporte de fruta en atmósfera con una baja presión o atmósferas hipobáricas, tiene alguna posibilidad práctica en el manejo de postcosecha de algunas frutas y hortalizas. En general el efecto es similar al de una atmósfera controlada. Al reducir la presión a 0.1 atmósferas, se reduce también la concentración de O_2 a un 2%, aproximadamente. El efecto de estas atmósferas hipobáricas sobre diferentes hongos no está debidamente documentada.

Referencias Bibliográficas

Booth, R.H. y Burden, O.J. 1985. Pérdidas de postcosecha. In. Manual para Patólogos Vegetales. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile. p. 162-179.

Ridler, J.C. y North, C.J. 1967. The Effect of conditions of storage on the respiration of apples. I. The effects of temperature and concentrations of carbon dioxide and oxygen on the production of carbon dioxide and uptake of oxigen. J. Hortic. Sci. 42:189-206.

Fidler, J.C. y Mann, G. 1972. Refrigerated storage of apples and pears a practical guide. C.A.B. Horticultural Review 2, East Malling, UK, 65 pp.

El-Goorani, M.A. y Sommer, W.F. 1981. Fungistatic effects of modified atmospheres in fruit and vegetable storage. Hortic. Reviews 3: 412-461.

Kader, A.A. 1985 . Postharvest biology and technology: an overview. In. Postharvest technology of horticultural crops. Coop. Ext., Univ. of California, Div. Agr. and Nat. Res. Special Publication 331. p. 3-7

Kader, A.A., El-Goorani y Sommer, M.F. 1982. Effects of carbon monoxide added to controlled atmospheres on postharvest decay, physiological responses, and quality of peaches. J.Am. Soc. Hortic. Sci. 107: 856-859

Sitterly, W.R. y Shay, J.R. 1960. Physiological factors affecting the onset of susceptibility of apple fruit to rotting by fungus pathogens. Phytopatology 50: 91-93

Sommer, M.F. 1982. Postharvest handling practices and postharvest diseases of fruit. Plant Disease 66: 357-364.

Sommer, M.F. 1985. Principles of disease suppression by handling practices. In. Postharvest technology of horticultural corps. Coop. Ext., Univ. of California, Div. Agr. and Nat. Res. Special Publication 3311. p. 75-82

Sommer, M.F. 1985. Strategies for control of postharvest diseases of selected commodities. In. Postharvest technology of horticultural corps. Coop. Ext., Univ. of California, Div. Agr. and Nat. Res. Special Publication 3311. p. 75-82

Sommer, M.F., Fortlage, R.J., Buchanan, J.R. y Kader, A.A. 1981. Effect of oxygen on carbon monoxide suppression of postharvest diseases. Plant disease 65: 347-349.

Swinburne, T.R. y Brown, A.E. 1975. The effect of carbon dioxide on the accumulation of benzoic acid in Bramley's seedling apples infested by *Nectria galligena*. Trans. Brit. Mycol. Soc. 64: 505-507

Wills, R.H.H., Lee, T.H., McGlasson, W.B., Hall, E.G. y Graham, D. 1984. Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas post-recolección. Editorial ACRIBIA, Zaragoza, España, 195 pp.

ESTRATEGIA PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES POST-COSECHA PARA PRODUCTOS SELECTOS *

Las pérdidas por podedumbre o la amenaza de pérdidas por podredumbre influye en la mayoría de los aspectos involucrados en la cosecha y los sistemas de manejo moderno de los productos horto-frutícolas. Las enfermedades post-cosecha deberán ser tomadas en cuenta al seleccionar las prácticas o métodos de manejo. Por tal razón, el entender a los organismos que producen enfermedades, el producto hospedero y la relación entre ambos con los métodos de manejo del producto es de suma importancia. Los varios "stresses" ambientales y prácticas de manejo a los que están sujetas las frutas están interrelacionados con el patógeno y los productos hospederos.

Las prácticas de manejo pueden afectar la susceptibilidad a enfermedades del producto como consecuencia del nivel de madurez o senescencia. Las cortaduras, los golpes y punzaduras podrían facilitar la entrada del patógeno en el producto fresco. Stresses, tales como temperaturas altas o bazjas pueden resultar en una alteración de la fisiología y un consiguiente aumento de la susceptibilidad del producto a ciertos patógenos.

Los factores ambientales de primordial importancia con respecto a las enfermedades post-cosecha de cultivos, son la temperatura, la humedad relativa (déficit de presión de vapor) y la composición de la atmósfera. La presencia de patógenos cierra el triángulo de la enfermedad (organismo-hospedero-ambiente). El nivel de patogenicidad y la frecuencia (población) de esporas de hongos factores determinantes en la incidencia de enfermedades y su severidad.

El patógeno

Los hongos son de principal importancia como enfermedades de frutas y vegetales. Las bacterias frecuentemente causan enfermedades en ciertos vegetales, pero generalmente son de menor importancia o de rara frecuencia en frutas de árboles o bayas. Las enfermedades causadas por virus algunas veces desarrollan o se intensifican en su expresión de los síntomas

---

* Noel F. Sommer. Lectura complementaria del Curso Manejo Post-cosecha de Cultivos Hortícolas,

en ciertas raíces o tubérculos, pero no son de importancia en las frutas después de la cosecha.

Los patógenos de hongos son los miembros más comunes de la Clase de Ascomicetos y sus asociados, los hongos imperfectos. Los Ficomicetos están represntados por los miembros del género Rhizopus y parientes cercanos, y por los géneros Phytophtora y Pythium. Los Basidiomicetos, con muy pocas excepciones, no son patógenos post-cosecha.

Entre los Ascomicetos, los patógenos usualmente se encuentran en un estado asexual o vegetativo conidial (imperfecto) en las enfermedades post-cosecha. El estado sexual casi nunca se ve en cultivos o productos enfermos. En algunas especies, el estado sexual es extremadamente raro en la naturaleza. Como respuesta práctica a la necesidad de utilizar el estado conidial vegetativo para propósitos de identificación, el binomio imperfecto es aplicado, comúnmente a los Ascomicetos así como a los hongos imperfectos. Hay excepciones entre ciertos hongos bien conocidos como los Monilinia fructicola, y hongos tales como el Whetzelinia sclerotiorum que no tienen un estado vegetativo de espora.

El proceso de infección

Esporas de hongos

El método propágulo de un hongo comúnmente es por medio de esporas, pero existen otros tipos de propágulos. Es más, la mayoría de las partes vivas de un hongo son capaces de crecer y desarrollar la enfermedad de existir condiciones favorables.

Las esporas del hongo de post-cosecha existen en una diversidad de tamaños y formas. Ellas pueden ser vegetativos o sexuales. Las esporas sexuales pueden ser muy importantes en el ciclo vital del hongo y, a veces, pueden servir para permitir la supervivencia del hongo a través de adversidades tales como sequías o el frío del invierno. La manera más común de que las enfermedades se propaguen a medida que maduran las frutas y después de la cosecha, sin embargo, es por medio de esporas vegetativas.

Germinación de las esporas

Las esporas vegetativas en condiciones inactivas usualmente no están en reposo fisiológico. Si se deposita una espora en una apertura fresca, húmeda, por ejemplo, comenzará a germinar inmediatamente si las condiciones atmosféricas y de temperatura son favorables. Ciertas sustancias, además del

agua, son necesarias. Ciertamente el oxígeno es un requisito para la germinación de las esporas del hongo de post-cosecha, si no fuera este el caso para todo tipo de hongos. Sin embargo, son suficientes tensiones de O_2 muy bajas. Comúnmente, las esporas no germinarán bien en la ausencia completa del CO_2, el cual podría ser fijado durante la germinación. Además, la presencia de compuestos orgánicos metabolizantes en el líquido estimula la germinación, y a veces hasta son necesarias.

La absorción de la humedad es un estado inicial de la germinación y usualmente va acompañado por el ensanchamiento de las esporas. Algunas esporas aumentan su volumen enormemente, mientas otras aumentan relativamente poco. A medida que el ensanchamiento incrementa, existe un aumento notable en el consumo de O_2 o la generación de CO_2 marcando un incremento en el nivel del metabolismo.

Antes de que la germinación sea estimulada, las esporas muestran un cambio mínimo en la estructura e información mostrada por el metabolismo de sus moléculas. El comienzo de la germinación se asocia con un aumento rápido en la síntesis del RNA, DNA y proteína. Los aumentos también se ven durante la germinación en la cantidad de reticulum endoplásmico y la cantidad de mitocondrias.

Las esporas característicamente están cubiertas por una envuelta gruesa. Después del ensanchamiento un tubo de germinación atraviesa la gruesa envoltura que cubre la espora. La pared del tubo de germinación es contínuo con (y a la vez es parte de) la capa interior de la envoltura que cubre la espora. La protuberancia de germinación, y posiblemente mucho antes que se ensanche la espora, se cree que es dependiente de una síntesis de proteína. Las ramas laterales se inician bastante temprano en el crecimiento longitudinal del tubo de germinación a través de su crecimiento polar.

La germinación de las esporas es un período peligroso en la vida del hongo. Durante el período de ensanchamiento las esporas son cada vez más susceptibles a los efectos letales tales como el stress causado por la irradiación gamma y ultravioleta, las temperaturas bajas, las temperaturas altas, la ausencia de O_2 y la exposición a productos químicos tóxicos. Una vez comenzado, el proceso de germinación evidentemente no puede pararse durante mucho tiempo sin afectar la habilidad de la espora de continuar más tarde su crecimiento normal.

La diseminación de las esporas

Muchas esporas producidas sobre estructuras expuestas parecen un polvillo que se transporta muy fácilmente por el viento. Otras esporas, producidas en estructuras más o menos cerradas, pueden ser exudadas en la superficie sobre una sustancia gelatinosa o mucilaginosa. Tales esporas se dispersan por medio de la lluvia y a menudo a distancias considerables a través del rocío fino llevado por el viento.

Algunos patógenos post-cosecha, especialmente del género Phytophtora producen estructuras llamadas esporangios, las cuales pueden germinar por medio de protuberancias de tubos de germinación, tal como si fuesen esporas. Sin embargo, bajo condiciones favorables, las esporas motiles pueden formarse dentro del esporangium. Al emerger, las esporas son capaces de nadar en agua sobre el suelo antes de entrar en reposo. Cuando las condiciones son favorables, la germinación se lleva a cabo por medio de un tubo de germinación. Estas de esporangia o esporas motiles usualmente se depositan sobre las frutas en el sembradío con salpicaduras de suelo sobre las frutas más bajas como consecuencia de las lluvias fuertes. Se han observado dispersión y depósito de estas esporas como resultado de los sistemas de riego por aspersión.

La diseminación de las esporas por medio de los insectos y otros animales pequeños, los pájaros y los humanos a menudo puede jugar un papel importante.

Penetración inicial en la fruta

Los patógenos post-cosecha se dividen en dos grupos de acuerdo a su habilidad para penetrar el tejido de la fruta y llegar a la fruta misma. Un grupo es capaz de atravesar el tejido protectora solamente por medio de cortaduras (infecciones por heridas). El otro grupo tiene la habilidad de formar estructuras morfológicas especiales llamdas apresorias que permiten que el hongo penetra la cutícula de la fruta y su epidermis (infección directa).

En el caso de las heridas, la germinación de la espora puede crecer y colonizar el tejido expuesto de la fruta, siempre que el hongo sea patógeno. Las cortaduras son la forma más común de entrada para el hongo que causa podredumbres post-cosecha. Esto también es cierto aún en el caso de la mayoría de los hongos que son capaces de entrar en la cutícula de la fruta y su epidermis. Los golpes, las punzaduras, cortaduras,

áreas cortadas en la conexión de la fruta al árbol, abrasiones y agujeros ocasionados por insectos son daños comunes que permiten la penetración de estos hongos que producen la podredumbre.

Las esporas de todos los patógenos post-cosecha requieren un alto nivel de humedad o agua libre durante un número de horas para lograr la germinación exitosa de las esporas. Frecuentemente la atmósfera sobre la superficie de la fruta es demasiado seca para permitir la germinación, pero si la espora está sobre una apertura, el jugo de fruta existente permite la germinación.

Aquellas podredumbres, herida peduncular del fruto, resultan de la infección sobre el daño causado cuando el tallo es cortado al momento de la cosecha. Diplodia natalensis causa serios daños en la herida pedúnculo de los cítricos, mangos y papayas. La Thielaviopsis paradoxa y Botriodiplodia teobromae invade de manera similar los tejidos del tallo de las bananas, y el último invade la piña. Las variedades de manzanas y peras del tipo de tallos carnosos pueden ser invadidos por Botrytis cinerea o Penicillium expansum durante el almacenaje refrigerado a largo plazo a -1°C (38°F). En algunas especies de frutas, los tallos pueden ser la primer parte de la fruta que se vuelve senescente. La senescencia es probablemente un factor Alternaria en la podredumbre de la herida peduncular del fruto en los cítricos y las papayas. Algunas variedades de manzanas sufren daños a causa del excesivo enfriamiento si se guarda durante muchos meses bajo 3.5°C (38°F). Las frutas con daños por frío pueden sufrir pérdidas serias debido a la podredumbre de la herida peduncular del fruto por Alternaria.

El hongo puede colonizar las partes florales senescentes de las flores, y solamente mucho más tarde desarrollarse y podrir la fruta misma. Las peras Bartlett californianas son un ejemplo de cuando las partes florales se infectan por Botrytis cinerea cerca del final del período de floración en marzo. Los estilos y los estambres muertos colonizados por el hongo se retienen dentro de la cavidad floral cerca del área central de la fruta. No habrá ninguna putrefacción durante la cosecha en el mes de agosto, ni durante buena parte del período de almacenaje. Solamente cuando las frutas se vuelven senescentes casi al final de su vida de almacenaje es que el hongo invade exitosamente la pulpa de la fruta.

Penetración directa del tejido de la fruta por un hongo ocurre de acuerdo al panorama siguiente. Las esporas caen sobre la fruta, dado que existan condiciones de temperatura y

humedad satisfactorias germinará al cabo de unas horas desarrollando un tubo de germinación. Después que el tubo de germinación se haya desarrollado bien, una estructura de pared gruesa (apresorio) se forma. El apresorio y el tubo de germinación se adhieren fuertemente a la superficie de la fruta por medio de un material mucilaginoso producido por el tubo de germinación. Este engrosamiento fuerte de las paredes de el appressorio se completa excepto por un poro sobre la parte inferior contra la superficie de la fruta. El poro se cubre solamente por medio de la pared relativamente delgada del tubo de germinación. Se cree que hay ciertas enximas que son excretadas a través del poro a la superficie de la fruta. Entre estas enzimas se encuentra una cutinasa que es capaz de hidrolizar la cutina, la cual cubre la epidermis. Es a través del poro del appresorio, una protuberancia muy fina similar al tubo de germinación llamada estaquilla de infección que penetra en el cutícula, la cual se ha debilitado por una acción enzimática. La penetración de la estaquilla de infección es ayudada por una presión considerable que el appressorium es capaz de ejercer. Después de la penetración, la estaquilla de infección recupera el tamaño normal del micelio del hongo. Procede entonces a ramificarse y reproducirse para invadir completamente la pulpa de la fruta.

Las infecciones latentes resultan como consecuencia de una interrupción en la infección después de la penetración directa. Si la estaquilla de infección penetra pero no puede superar la resistencia del fruto hospedero, la infección podría permanecer inmóvil hasta que se reduzca la resistencia de la fruta que le permita su reactivación. Un ejemplo se encuentra claramente en el Colletotrichum gloesporioides, un hongo que causa la antracnosis de muchas frutas (los aguacates, los cítricos, los mangos, las papayas y otros). Las frutas comúnmente son penetradas cuando se están desarrollando en el campo. Antes que se madure lafruta es muy resistente al hongo, pero se vuelve susceptible después de madurar. Típicamente, la antracnosis es una pudrición de la fruta madura.

Invasión del tejido y pudrición

Una vez la penetración ha tenido éxito, si la resistencia de la fruta es supera, el micelio crece y se ramifica invadiendo la pulpa de la fruta de una forma agresiva. El micelio más avanzado excreta toxinas dentro del tejido de la fruta que matan las células. Las enzimas extracelulares se producen y rompen los constituyentes celulares. Las enzimas funcionan como digestivos degradando las sustancias complejas en

compuestos de bajo peso molecular que pueden entrar a la por la célula del hongo. Después de penetrar estos compuestos proveen las bases para sintetizar las sustancias requeridas para el crecimiento, además de la energía necesaria para el crecimiento y otros procesos vitales del hongo.

Esporulación

La producción de esporas es el paso final común en el proceso de la putrefacción de la fruta y completa el ciclo vegetativo de la espora.

Control de enfermedades

A continuación se presenta un examen de las medidas de control, producto por producto. Las medidas apropiadas pueden variar desde una región a otra dependiendo de la naturaleza y gravedad de la enfermedad. La distancia y el tiempo de transporte al mercado afectan la presión que ejerce la enfermedad sobre el producto. Finalmente, la inversión de capital necesario para manejar las instalaciones influye enormemente la escogitación de la estrategia de control. Así, a menudo se descubre que no existe un control de enfermedades que se le considere el mejor para cada ocasión.

Aguacates (Persea americana Mill.)

La antracnosa (Colletotrichum gloeosporioides) generalmente se encuentra en las áreas de producción húmedas. Generalmente ataca a las flores, las hojas, las ramitas (brotes) y las frutas en desarrollo. Especialmente las puntas secas (punta quemada) de las hojas parecen producir abundante inoculum por la esporulaciópn del hongo. Estudios cuidadosos en Israel han demostrado que las esporas del hongo, depositadas en cualquier momento durante el desarrollo de la fruta, germinan sobre la superficie de la fruta cuando las condiciones de temperatura y humedad son favorables. Después de la germinación se produce un apresorio de paredes gruesas y descansa sobre la superficie cerosa de la fruta. Cuando se ablanda la fruta, el apresorio germina y la Hifa de la infección penetra el tejido de la fruta después de lo cual se desarrolla el micelio en la pulpa.

La pódredumbre de la herida peduncular, Diplodia (Diplodia natalensis), resulta de las infecciones latentes o inmóviles especialmente en las áreas húmedas de producción. Bajo las condiciones israelitas las infecciones del tallo de la fruta

podrían ocurrir, cuando la temperatura y la humedad son favorables durante el desarrollo de la fruta. La podredumbre no ocurrió mientras la fruta todavía estaba adherida al árbol. Después de la cosecha el hongo coloniza primero el tallo y luego la pulpa cerca del tallo.

El manejo de la temperatura es importante en la postergación del desarrollo de la enfermedad. Diplodia no se desarrolló a temperaturas bajo 10°C (50°F). Antracnosis no se desarrolló bajo los 6°C (43°F). Consecuentemente, las frutas se almacenan entre 6 y 8°C (43° a 46°F) y se maduran alrededor de 12°C (54°F).

Las medidas de control en plantación pueden instituirse cuando lo justifica la severidad de la enfermedad. La mezcla Bordeaux u otras aspersiones con cobre han sido los usados tradicionalmente. Entre tres y seis aplicaciones durante el desarrollo de la fruta casi han eliminado la antracnosis de las fruta casi han eliminado la antracnosis de las frutas y reducido la incidencia de la pudrición de la herida peduncular de Diplodia. Un baño post-cosecha con Tiabendazole (TBZ) eliminó enormemente la enfermedad por Diplodia. El reemplazo de las aplicaciones de aspersiones de cobre con aproximadamente el número de aplicaciones del tipo Benzimidazol (TBZ o Benomyl) han eliminado en su mayoría la enfermedad, Diplodia. Sin embargo, la podredumbre de la herida peduncular por Alternaria se convirtió en una preocupación de gran envergadura aunque sólo se había visto ocasionalmente cuando se usaban aplicaciones de cobre. A menudo se ha visto que la Alternaria spp. es resistente a los fungicidas del tipo benzimidazol. De más preocupación ha sido la efectividad reducida del TBZ contra la antracnosis, lo que es evidentemente una consecuencia del desarrollo de una cepa nueva del hongo causal Collectotrichum gloeosporioides que es resistente a la Tiabendazole.

En los aguacates que crecen en California, la podredumbre de la herida peduncular del Diplodia se ve rara vez, pero ocasionalmente el tipo Dothiorella es de importancia.

Banana (Musa Spp.)

Para el transporte del banano a distancia es esencial que la fruta este pre-climatérica (verde). Las frutas verdes son esencialmente inmunes a las pérdidas ocasionadas por enfermedades en la fruta madura tales como la antracnosis (Colletotrichum gloeosporioides, Thielaviopsis paratoxa y Botrydiplodia theobromae). Factores que estimulan la producción del etileno y así causan la maduración en las

frutas, deberán evitarse cuidadosamente. El incremento en etileno resulta cuando las frutas son dañadas, la actividad de las enfermedades sobre las frutas verdes o la presencia de frutas de madurez muy avanzada.

Las frutas con la madurez apropiada deberán ser tratadas con cuidado para evitar daños. El tiempo entre la cosecha y el enfriamiento deberá reducirse a un mínimo. Las temperaturas de 12° a 14°C (54° a 57°F), dependiendo de la variedad, deberán mantenerse en almacenaje y tránsito.

La enfermedad de las coronas (crown rot) es el resultado de la invasión de hongos del tejido del gajo al cual están adheridos los dedos de la fruta. La enfermedad es debida en gran parte, por un cambio tecnológico importante en el cual los gajos se cortan de las ramas y se empacan en cartones de lámina. Anteriormente, los bananos se transportaban con el tallo. El putrefactor de Corona ha sido asociado con el Fusarium roseum, Thielaviopsis paradoxa, Verticillium theobromae, Nigrospora sphaerica y Collectotrichum musae.

Cuando se cortan los gajos de los tallos y se lavan para limpiar el latex, proveniente de esa herida, las esporas evidentemente pueden entrar en los vasos del xylema si el agua para lavar está contaminada. Se ha reportado que el Tiabendoazole (TBZ) de 200 hasta 500 ppm en el agua para lavar controla efectivamente el putrefactor de corona. Alternadamente, el agua de lavado se puede mantener libre de esporas de hongos con la inclusión de un hipoclorito. Formalina y los cloruros de amonio cuaternarios se han reportado como superiores al hipoclorito de tal propósito. La fruta limpia subsecuentemente se baña en la solución de TBZ cerca de 200 a 500 ppm.

El tratamiento contra el putrefactor de la corona también evita las pérdidas por enfermedades tales como la antracnosis y Thielaviopsis, la Botryodiplodia y el Fusarium.

Nigrospora (Squirter Rot) se conoce principalmente en Australia a donde se comercializan los bananos individualmente. La putrefacción muy suave del interior del banano resulta cuando se aprieta la fruta y se derraman los líquidos internos del fruto. El organismo causal, Nigrospora sphaerica, también está presente en las áreas americanas de producción, pero no se conoce como productor de la enfermedad del chorreo. Esta enfermedad se encuentra especialmente en frutas producidas en New South Wales y en Queensland durante los inviernos australianos. Parece ser posible que la fruta

se ha vuelto susceptible a esta enfermedad debido a las bajas temperaturas del invierno en estas áreas de crecimiento que son marginales para la producción del banano. Las aplicaciones químicas se hacen durante el período que comienza en mayo y concluye en noviembre. Los baños con "salicylanide" han sido sustituido en gran escala por el TBZ.

Piña (Ananas comosus L.)

La piña es una fruta no-climatérica y deberá ser cosechada cuando esté sazonada para comerciarla con una calidad aceptable.

La enfermedad más grave que sufre esta fruta es el pudrimiento blando del Thielaviopsis (ampolla de agua o pudrición negra). El mismo organismos infecta el material de plantación que causa la enfermedad de putrefacción del corazón cuando todavía está en la planta.

La penetración del organismo a la fruta se lleva a cabo a través del tallo que se corta en la base de la fruta. Las esporas de hongos germinan y crecen hasta el tallo central para invadir completamente el interior de la fruta. Las heridas punzantes causadas durante la cosecha y el manejo pueden resultar en putrefacciones que comienzan al lado de la fruta.

Para lograr mayor duración de la fruta, se deberá enfriar de 8° a 10°C (46° a 50°F). La Thielaviopsis paradoxa se desarrolla muy lentamente a 11°C (52°F) y se han reportado putrefacciones que cesan de desarrollarse a los 8°C. Consecuentemente, es esencial enfriar las frutas sin tardanza y mantenerlas a 10°C o ligeramente menos si la experiencia demuestra que no ocurrirán daños causados por la baja temperatura.

Las frutas deberán tratarse con un fungicida dentro de las 6 horas subsiguientes a la cosecha.. La aplicación del "salicylanide" (Shirlan WS al 1%) sobre el tallo cortado durante mucho tiempo ha sido el método de control de más aceptación. Ultimamente, la aplicación por baño o por aspersiones de los fungicidas de benzimidazol han ganado aceptación también. El Imazalil (0.2%) y el Bayleton (0.4%) se han reportado como efectivos para la prevención de la invasión en la base, pero también han controlado putrefacciones laterales iniciadas en grietas abiertas en las frutas si se les moja en estos materiales durante un minuto.

Las empacadoras pueden limpiarse efectivamente usando formalina al 3 por ciento y cloruro de amonio cuaternario al 3,000 ppm.

Un putrefactor del corazón de la fruta y la enfermedad de la putrefacción se ha reportado del Brasil, siendo su causante el Fusarium moniliforme var. subglutinans. Inicialmente los síntomas se parecen a aquellos de la putrefacción común del corazón de la fruta, causada usualmente por el F.moniliforme o Penicillium funiculosum Espinoso. El putrefactor usualmente está localizado en el área del fruto. Sin embargo, el F.moniliforme var. subglutinans es un patógeno mucho más vigoroso y causa una putrefacción completa en la fruta y puede podrir las hojas y los retoños también.

Papaya (Carica papaya L.)

Antracnosis (Colletotrichum gloeosporioides) es casi siempre un problema serio en las condiciones de alta humedad en las cuales se encuentran las plantaciones de papaya más frecuentemente. En las papayas la enfermedad se comporta bastente similar a la misma enfermedad de los aguacates que crecen en áreas húmedas. Las pruebas dirigidas hacia el control de la enfermedad en la plantación por medio de aplicaciones de Dithane M-45 y los fungicidas de benzimidazol no han sido lo suficientemente efectivos como para permitir la eliminación de los tratamiento de calor de post-cosecha en la fruta, los cuales son necesarios para matar el hongo en su etapa de infección latente.

Una alta incidencia de putrefacción de la herida peduncular a veces se ve en las papayas Hawaiianas comercializadas en los U.S.A. Normalmente se ha visto la putrefacción de la herida peduncular causada por Ascochyta caricae-papaya. Menos frecuentemente se ve la enfermedad de la herida peduncular del tipo Phomopsis caricae-papaya y del tipo Phytophtora nicotiana var. parasitica o, de acuerdo a algunos, Phytophtora palmivora. En ciertas áreas de plantación la Botryodiplodia theobromae o Diplodia natalensis puede causar la enfermedad de la herida peduncular con frecuencia considerable. Todos estos organismos que causan la enfermedad de la herida peduncular también pueden causar daños laterales cuando invaden las heridas. Muy rara vez penetran la fruta por la parte terminal o estilar del fruto.

Las papayas sufren del daño causado por las bajas temperaturas si se les mantiene bajo 12°C (54°F). El daño causado por frío está relacionado con la temperatura y el

tiempo -entre más baja la temperatura, menor el período de tiempo de exposición para causar el daño. El nivel de madurez es evidentemente también un factor, ya que la frutas pierden sensibilidad a medida que maduran.

Las papayas expuestas al daño causado por la baja temperatura han mostrado que pierden la resistencia a Alternaria (A. alternata y Stemphyllium spp) antes que se visualicen los síntomas del daño. Tales frutas desarrollan una multitud de lesiones sobre la superficie de la fruta. La mayor incidencia se ha observado sobre el lado de la fruta expuesto a la luz del sol cuando está todavía unido a la planta. Al no haber sufrido daños por frío excesivo, el fruto desarrolla muy poca o ninguna lesión de alternaria.

Los tratamientos de calor han proporcionado un control bastante razonable de la enfermedad cuando se transportar las frutas por vía aérea acelerando su comercialización. El transporte por embarque marítimo involucra períodos de transporte más largos con una mayor incidencia de todos los tipos de enfermedades, especialmente el Ascochyta (A. caricae). Así como en casi todas las frutas, es muy importante enfriar las papayas muy rápidamente a la temperatura más baja, óptima y segura antes de almacenarlas o transportarlas.

El tratamiento de calor para las papayas consiste en sumergir un grupo de frutas en agua a una temperatura de aproximadamente 49°C (120°F) durante 10 a 20 minutos. Se tienen ya muchos años de experiencia con este tratamiento bajo las condiciones Hawaiianas. Aunque la temperatura de 49°C es suficientemente alta como para causar daños en la fruta, la temperatura relativamente fría de las frutas rápidamente reduce la temperatura del agua caliente a un nivel seguro.

Se ha tratado de instituir el tratamiento de calor en la línea de empacado como una operación continua, en vez de hacerlo como operación de bloque. El diseño del equipo compacto para este propósito generalmente ha requerido una reducción drástica en el tiempo de inmersión de la fruta en el agua caliente. En algunos tratamientos la temperatura del agua ha llegado hasta los 60°C (140°F) y el tiempo de inmersión como 1/2 minuto. Para obtenerse suficiente penetración del calor en un período corto de tiempo para matar las infecciones latentes dentro de el tejido de la fruta se requieren temperaturas muy altas. Aumentos muy cortos en el tiempo de inmersión podían resultar en daños

causados por el calor, lo cual daría como resultado que no se degrade el color verde de la fruta, o no madura normalmente. a poca exposición de la fruta al agua caliente resulta en una penetración de calor insuficiente para matar las infecciones de la antracnosis latente. Obviamente se necesita un flujo positivo a través de todo el sistema por el cual las fruta se puedan mover en el agua caliente durante un período preciso.

Debido a la penetración limitada de calor, han resultado dudas acerca de la efectividad de los tratamientos que involucran una inmersión de períodos extremadamente cortos, particularmente con respecto al control de las enfermedades de las heridas pedunculares. La efectividad del tratamiento de calor, contra las enfermedades de la herida peduncular gana importancia si el transporte es más lento vía terrestre que vía aérea.

Cítricos (Çitrus spp.)

El moho azul (Pennicillium italicum) y verde (Penicillium digitatum) generalmente se encuentran en cualquier lugar donde se producen cítricos. Se pueden incurrir en pérdidas severas sino se controla. En ambas enfermedades los organismos causales son esencial y estrictamente patógenos de post-cosecha y normalmente invaden las frutas vía heridas. Ocurren algunas infecciones por contacto de fruta a fruta, particularmente con el Pennicillium italicum.

Las enfermedades de las heridas pedunculares de los tipos Diplodia (Diplodia anatalencis) y Phomopsis (Phomopsis citri) prevalecen en algunas áreas productoras húmedas pero probablemente no causarán problemas en áreas semi-áridas. Las enfermedades del árbol las causan ambos organismos en la plantación, y las esporas producidas en las llagas del árbol podrían estar infectadas antes de la cosecha. La alternaria (Alternaria citri) también se encuentra en lugares semi-áridos. A pesar que la incidencia de esta última enfermedad podría ser muy baja, es sin embargo sería porque el daño sucede más que todo dentro de la fruta, mostrando muy poca o ninguna indicación exterior el alcance del daño.

La pudrición café (Phytophthora citrophthora) causa llagas en el tallo y las raíces del árbol. Durante la época lluviosa el agua que cae y salpica la tierra depositando esporas sobre las frutas más bajas. Si la época lluviosa continúa durante un período suficiente, la espora germina y ocurre la infección. Las frutas que tienen una infección incipiente de

la pudrición café podrían ser incluidas entre las frutas cosechadas. Ellas se podrirán, y al hacerlo pueden contaminar el agua de lavado o infectar fruta sana por contacto.

Geotrichum candidum es una infección que resulta suave, muy húmeda con un olor pútrido, amargo y atractivo para las moscas de la fruta, las que se reproducen en la pulpa podrida. La expansión de esta putrefacción a fruta sana puede ocurrir por contacto y por depósito. Los cálices debilitados (botones) contribuyen a la infección.

El putrefactor tricoderma (Trichoderma lignorum) puede causar pérdidas considerables durante el almacenaje de los limones. Al igual que con Geotrichum este hongo penetra las frutas por medio de heridas abiertas o penetra en el tallo de frutas debilitadas.

El manejo cuidadoso para evitar heridas en la fruta es un factor muy importante en el control de la putrefacción. La fruta turgída-firme, especialmente cosechada después de las lluvias, es particularmente susceptible a heridas que secretan aceite de las glándulas alrededor de las heridas causando oleocelosis. Estas frutas susceptibles podrían guardarse por varios días para reducir su turgidez - firmeza antes de someterlas a las operaciones en la empacadora. Los recipientes contaminados y el equipo deberán limpiarse periódicamente.

Las pilas de agua deberán contener cloro u otro fungicida para evitar la inoculación de enfermedades. Comúnmente se aplica un fungicida de amplio espectro como el sodium ortophenylphenate)1% al 11.5 de pH hasta el 12.0 seguido por un lavado de agua). Se puede agregar la hexamina para reducir el peligro de fitotoxicidad. Subsecuentemente, se puede aplicar benomyl, TBZ o 2-aminobutano en una aplicación de cera. A veces el ácido diclorofenoxiacético 2 4 (500 ppm.) también se agrega a la cera. Esta hormona del crecimiento vegetal ha demostrado que retrasa la senescencia de los cálices, mantenimiento así la resistencia a varios hongos que podrían penetrar por el tallo al debilitarse, los hongos que comúnmente penetran el tallo cuando éste está debilitado incluyen el Alternaria citri, Geotrichum candidum y Trichoderma lignorum.

Bifenil se usa comúnmente para reprimir el desarrollo del hongo dentro de las cajas. Se impregnan hojas de papel (ca. 24 por 40 cm.) con aproximandamente 2.35 g de bifenil. Se coloca una hoja cerca del fondo y otra cerca de la parte

superior de los cartones de cítricos de aproximadamente las siguientes dimensiones: 27.5 por 27.5 por 42.5 cm. El componente cristalino se desarrolla en la caja empacada para fumigar la fruta a través de el transporte y el período de comercialización. Bifenil reduce el número de frutas podridas y previene la esporulación del Penicillium spp. sobre las superficies de la fruta. Los putrafactores de tallo Diplodia y Phomopsis también disminuyen además de los mohos Penicillium azul y verde. Sin embargo, los putrefactores Alternaria y Trichoderma no son afectados por la fumigación con Bifenil.

El manejo y la comercialización de los cítricos depende enormemente de la efectividad de los fungicidas. Por lo tanto, el desarrollo de resistencia en los hongos a los fungicidas, ha causado una consternación considerable.

Se ha encontrado que las plantas de varias especies se resisten tanto a Bifenil como al sodium orthophenylphenate. La facilidad con la cual se desarrolla la resistencia a Benomil y a TDZ ha ocasionada una búsqueda de fungicidas que los reemplacen. Uno de los más prometedores es el Imazalil.

Mango (mangifera indica L.)

La Antracnosis (el Collectotrichum goesosporiodes) generalmente es la enfermedad post-cosecha de mayor importancia en el mango. Puede ser desenfrenada en la plantación donde las flores, las frutas verdes, las suculentas hojas y ramas sufren el ataque. Dependiendo de la seriedad del ataque de los hongos, las flores pueden ser destruidas antes de pegarse, o las frutas jóvenes podrían infectarse. La esporulación en las hojas y las ramas sirve para proporcionar inoculo para infecciones de las frutas en desarrollo. Las esporas de los hongos se distribuyen desde las lesiones de las hojas y las ramas en gran parte por medio de las gotas de agua de lluvia, gotas de agua salpicadas o por medio del rocío llevado por el viento. Las infecciones de las frutas en desarrollo podrían permanecer invisibles como infecciones latentes. El desarrollo de lesiones generalmente comienza después de la cosecha aproximadamente al momento que maduran las frutas. Las infecciones se muestran como puntos negros en crecimiento sobre el tejido de la fruta.

La enfermedad de la herida peduncular Diplodia (o Botryodiplodia) causado por Diplodia natalensis o Botryodiplodia theobromae frecuentemente es un problema que

se desarrolla en las áreas productoras húmedas. Podría resultar en una enfermedad mortal para el árbol infectado, pero el daño a las frutas generalmente es el aspecto más importante del desarrollo de la enfermedad. Las lesiones causadas por esta enferemdad en los árboles sirve como foco de producción de esporas que infectan las frutas y especialmente los tallos. Las infecciones de las frutas permanecen generalmente inmóviles hasta que comienza la maduración.

El control de las enfermedades en las áreas húmedas en donde por lo general crecen los mangos requieren aspersiones cerca de la época de floración. La protección de las flores y el follaje se ha logrado tradicionalmente con la aspersión de una mezcla de bordeaux u otros compuestos de cobre tales como el oxiclorido de cobre. El captan, maneb y zineb también se han comprobado beneficiosos en el control de la plantación. En los últimos años Benomil (8 onz./100 gls) se ha usado en aumento durante el período de floración y a veces en aspersiones subsecuentes para proteger la fruta. Desafortunadamente, tales aplicaciones a la plantación, especialmente si se repiten a través de la temporada de desarrollo de la fruta, invitan al desarrollo de hongos resistentes lo cual puede resultar en una efectividad limitada del fungicida.

Los tratamientos de agua caliente similares a aquellos que se usan con las papayas se han sugerido como un control post-cosecha para los putrefactores del tallo tanto Antracnosis como Diplodia. El baño en Benomil (500 ppm) de las frutas o en Thiabendazole (900 ppm) también han demostrado ser efectivos contra las infecciones latentes causados por la Antracnosis en las frutas de mango. La efectividad mejorada para controlar las infecciones latentes de los putrefactores de talle tanto por la Antracnosis como por la Diplodia se han visto mejoradas cuando el fungicida se agrega al agua durante los tratamientos de calor.

Tomate (Lycopersicon esculentum Mill.)

La putrefacción la causa la Alternaria alternata, un hongo que está presente mientras crecen los tomates. Vivien sobre los tejidos muertos o moribundos de la planta. Normalmente las esporas del hongo son un componente importante de la microflora en el aire.

Las lesiones de putrefacción por Alternaria en el tomate son planas sobre la fruta o a veces se hunden. La lesión

usualmente está cubierta por el micelio negro de la esporulación del hongo. La lesión se extiende dentro de la pulpa en donde produce una masa de tejido firme, seca y negruzca totalmente ramificada por el micelio del hongo.

Se cree que la A. Alternaria produce infecciones latentes en las frutas en desarrollo en el campo por penetración directa en la cutícula. La mayoría de tales infecciones rara vez se desarrollan en lesiones enfermizas a menos que la fruta haya sido dañada por frío. al momento del daño por frío, sin embargo, las lesiones se pueden desarrollar en cualquier punto sobre la superficie de la fruta. Las lesiones mecáncias le proporcionan al hongo un acceso excelente hacia los tejidos internos de la fruta. Un círculo de lesiones sobre la parte superior de la fruta alrededor del área del tallo es el resultado de los golpes sufridos en la parte superior de la fruta al ser golpeada durante el manejo y transporte de frutas empacadas.

La pérdida dramática de resistencia después que las frutas han sido mantenidas durante largos períodos a <ca. 12.8°C (55°F) y particularmente < 5°C (41°F) por lo que se recomienda que se eviten tales temperaturas por más de algunos días. Las frutas sazonas (verdes) son las más sensibles a las bajas temperaturas, seguidas por aquellas que tienen una coloración rosada o aquellas con mayor maduración. La resistencia al putrefactor Alternatia podría perderse sin mostrar los síntomas fisiológicos obvios de los daños por frío.

El control de la enfermedad consiste en evitar el stress que reduce la resistencia natural de la fruta a las lesiones por daños por frío o de temperaturas excesivamente altas. Hay ocasiones en las que no se puede evitar los daños por frío antes de la cosecha, ya que puede ocurrir cuando la fruta está todavía adherida a la planta. Si se sabe que las frutas han sido dañadas por frío, se puede minimizar la pérdida con una pronta maduración alrededor de los 18°C hasta 22°C (ca. 66° a 70°F) y transportarlos a mercados cercanos.

Una enfermedad con síntomas similares es la causada por un hongo que tien Pleospora lycopersici El. y Em. Marchall como estado sexual. El estado conidial es debido, según se cree al Stemphylium bitryosum Wallr., un hongo posiblemente relacionado con la Alternaria alternata. Comúnmente ambas enfermedades se pueden distinguir fácilmente al examinar la fruta a simple vista siempre y cuando esté presente el peritecio del P.lycopersici (cuerpos conductores de la espora sexual).

La putrefacción del ojo del venado generalmente se le atribuye al ataque del Phytophtora parasítica Dast. También se ha descrubierto que los P.capsici Leonin y P.dreschsleri Tucker causan la enfermedad. Probablemente la Phytophthora spp. podría estar involucrada. Los hongos son habitantes de la tierra. Durante las épocas húmedas y calientes (por ej. 18° a 22°C (ca. 65° a 70°F)), se produce el esporangio que da como resultado las esporas motiles en líquido las cuales infectan a aquellas frutas en contacto con la tierra. Las gotas de lluvia salpicadas y el rocío llevado por el viento pueden causar infección en frutas que no están en contacto con la tierra. Se minimiza la infección si las frutas se mantienen en alto con estacas a cierta distancia sobre el suelo.

El control consiste en usar estacas para evitar que las frutas entren en contacto con la tierra. Una postergación de 24 horas en el empaque de los tomates permitirá el entresacar aquellas frutas que tengan lesiones invisibles al momento de cosecha.

El moho gris causado por la Botrytis cinerea se encuentra comúnmente donde los tomates se plantan en climas fríos y húmedos. Los embarques California al final del otoño o los embarques de la Florida en invierno pueden sufrir pérdidas significantes debido a esta enfermedad.

El hongo causal es un patógeno post-cosecha común en muchas frutas, vegetales y flores además de ser una enfermedad en la fruta del tomate. El crecimiento óptimo de este hongo ocurre a los 25°C (77°F) pero puede también podrir frutos a tasas menores en temperaturas tan bajas como -2°C ó -3°C (ca. 28° ó 26°F). Consecuentemente, esta enfermedad se desarrolla fácilmente a las temperaturas más bajas que puede tolerar la fruta del tomate. El hongo puede penetrar el tejido de la fruta cuando todavía está en la plantación. El lugar más común de infección son las lesiones mecánicos o grietas de crecimiento que ocurren a menudo cerca de la cicatriz del tallo.

El síntoma más común de la enfermedad es el color blanco sucio del Micelio sobre la lesión. Cuando el hongo está esporulando el color se obscurece a un gris o a un gris cafesoso. Los tejidos parecen estar mojados cuando están invadidos y son suaves y húmedos.

A medida que maduran las frutas se vuelven susceptibles al ataque por el Rhizopus spp. y Geotrichum candidums. Estas enfermedades al menudo prevalecen en tomates en proceso que han madurado en la planta.

Resumen

Los métodos de manejo post-cosecha que llevan a una maximización de la vida fisiológica de un producto a menudo son aquellos que minimizan la putrefacción por hongos. El mantener una fruta en su punto de mayor vitalidad mejora su resistencia natural contra las enfermedades y su habilidad para curar sus lesiones. Las siguientes medidas son importantes en relación a la minimización de las enfermedades de post-cosecha y deberán seguirse hasta donde sea posible.

1. Coseche el producto en su punto óptimo de madurez según determine la experiencia o el laboratorio.

2. Evite cortes o punzaciones en el tejido del producto que podrían proporcionar una vía de penetración para los patógenes. Las lesiones también pueden estimular la respiración y evolución del etileno, lo que puede acelerar la madurez.

3. Enfríe el producto inmediatamente para asegurar la vitalidad y al resistencia natural a enfermedades a todo lo largo del período post-cosecha.

4. Use la temperatura más baja posible sin dañar la cosecha y para mantener la humedad relativa (90% a 95% para la mayoría de los productos).

5. Use atmósferas controladas o modificadas si son toleradas por el producto y si los períodos de transporte y comercialización se acercan al período máximo de vida post-cosecha de la fruta.

TRATAMIENTO DE POST-COSECHA PARA EL CONTROL DE INSECTOS *

Introducción

Se ha dicho mucho sobre la Fisiología de la post-cosecha, el almacenaje y la tecnología para productos hortícolas, sin embargo, se ha dicho muy poco sobre el efecto que la manipulación de post-cosecha produce en el gran número de insectos que son llevados por las frutas y verduras durante este proceso. Muchas de estas especies de insectos, y en especial las moscas de fruta dañan seriamente el comercio entre los países y aún entre los estados dentro de los E.U.A. Por lo tanto se hace indispensable que se lleven a cabo tratamientos para controlar los insectos que no dañen al producto, ni al consumidor o al trabajador y así permitir el movimiento libre de los productos hortícolas frescos tanto en el comercio local como en el internacional.

California ha estado largo tiempo en una cuarentena potencial más real. Ha existido una contínua necesidad de implantar tratamientos de cuarentena a pequeña escala al exportar frutas y vegetales frescos a ciertos lugares de Canadá y en el extranjero. Entre las frutas frescas, nueces y grano ha prevalecido y prevalece aún la necesidad de llevar a cabo tratamiento a gran escala para controlar los insectos, pero estos normalmente no son efectuados para acabar con los insectos sujetos a cuarentena.

Después de la Segunda Guerra Mundial, cuando se identificó por primera vez la mosca de fruta oriental en Hawai surgió una gran preocupación entre las industrias hortícolas quienes temían que la plaga se dispersara hasta California. De allí que la legislación de California destinó fondos para llevar a cabo un estudio exhaustivo sobre los tratamiento de cuarentena y la tolerancia de los productos hortícolas ante dichos tratamientos.

La información obtenida de dicho estudio efectuado en la Universidad de California, Davis y Riverside, nos proporcionaron bases para el conocimiento sobre la tolerancia del producto. El estudio hizo énfasis sobre varios fumigantes entre los cuales sobresalieron el Dibromuro de Etileno (EDB) y el Bromuro de Metileno (B.M.) como los tratamientos más satisfactorios.

---

* F. Gordon Mitchell y Adel A. Kader. Lectura complementaria del Curso Manejo Post-cosecha de Cultivos Hortícolas,

En 1980, cuando surgió la crisis de la mosca del Mediterráneo en California Central apareció aquel primer estudio y las industrias hortícolas se prepararon para usar esa información. De inmediato se iniciaron programas de emergencia para ampliar los conocimientos sobre tratamientos de cuarentena y tolerancia del producto basándose mayormente en el uso de DBE y BM. Durante esta crisis se construyeron muchas cámaras de fumigación y se adiestraron personas calificadas como fumigadores certificados. Afortunadamente esta peste fue erradicada completamente gracias a un programa de control bastante caro y a gran escala. Tal parece que dos de los fumigantes más comúnmente usado, el BM y el DBE, ya no estarán disponibles en el futuro. El DBE apareción en el listado de RPAR en 1980 y hace poco le fue retirado el registro para su uso en cuarentenas a partir del 1 de septiembre de 1984. El BM está siendo continuamente atacado debido a un reporte reciente que lo califica como carcinógeno en los animales de laboratorio y se está considerando retirarle el registro. Por lo tanto se deben desarrollar tratamientos alternos si se quiere proteger tanto la agricultura como los alimentos.

Para evitar los peligros de futuras plagas o la necesidad de tratamientos de cuarentena debemos estudiar los hechos. Existen actualmente muchas moscas de frutas en varias partes del mundo que pueden convertirse en pestes potenciales. Sólo en California a principios de 1980 se vieron diferentes clases de moscas de fruta, incluyendo la mosca de fruta de México, la del Caribe, la Oriental, la del Mediterráneo, la de Indonesia, la del durazno y la de la manzana. Hay muchos otros insectos, como la papalota de la manzana que ya están sujetas a cuarentena en ciertos países.

De surgir cualquier peste sujeta a cuarentena en un área de producción debe comenzarse de inmediato un tratamiento de cuarentena. Desafortunadamente en algunos países muchas veces se entremezclan cuarentenas realmente necesarias con otras impuestas por conveniencia con el propósito de bloquear el comercio.

Estudio sobre el Tratamiento de Cuarentenas

Se han estado haciendo numerosos estudios sobre cuarentena en los últimos años. Los laboratorios del USDA-ARS en Hawaii, California, Washington, Florida, Texas han trabajado extensivamente en estos problemas.

Durante el otoño de 1981, los investigadores de la Universidad de California, Davis, dieron la pauta para la

propuesta de un proyecto de investigación regional a manera de intensificar las actividades totales en esta área. Así fue como en octubre de 1982 se inició formalmente el proyecto de "Biotecnología de Post-cosecha y Tratamientos de Cuarentena para el Control de Insectos en los Productos Hortícolas".

Actualmente los investigadores de la Universidad de California, Oregón, Hawaii y Florida están trabajando junto con los laboratorios de USDA-ARS del departamento de cítricos de la Florida, el DSIR de Nueva Zelandia y el de Agricultura de Canadá. Las responsabilidades se han dividido y todos los resultados y recursos se han unificado para maximizar los esfuerzos en este proyecto de tan largo alcance.

Se tenía la esperanza de poder contar con más tiempo para estudiar los fumigantes más comúnmente usados antes que éstos fueran retirados del mercado.

Actualmente existen muchos estudios que ofrecen alternativas para estos tratamientos dentro del proyecto regional. Algunos estudios están evaluando los fumigantes, las diferentes maneras para reducir materias residuales, las posibles combinaciones de tratamientos para reducir concentraciones y otros fumigantes incluyendo volátiles naturales de las plantas que puedan subtituit al EDS y al BM.

Otros investigadores están estudiando la manera de evitar la propagación, tales como la maduración de la cosecha (cuán madura debe estar una fruta antes que las moscas depositen los huevos). Se está trabajando sobre el calor, frío, niveles de oxígeno muy bajos y concentraciones muy altas de anhídrido carbónico. Están por comenzar estudios sobre radiación incluyendo ultrasonido, micro-ondas y la muy discutida radiación gama. Por último, también deberá considerarse la combinación de diferentes tratamientos.

En estos momentos las opciones disponibles para los tratamientos de cuarentena contra insectos que no sean la de los fumigantes son muy limitadas, y a medida que surjan nuevos tratamientos se tendrá que estudiar la viabilidad de los mismos desde varios aspectos: seguridad laboral, seguridad del producto, tolerancia, problemas para la comercialización y además los aspectos de ingeniería y economía.

No se espera encontrar un tratamiento que pueda aplicarse universalmente a todos los productos. Cada tratamiento tendrá sus problemas y limitaciones inherentes. Seguidamente se ofrece una breve reseña sobre los métodos de "desinfección" que se usan actualmente y también sobre los que están bajo investigación para ser usados en el futuro.

Fumigación con el Bromuro de Metilo

El bromuro de metilo es todavía el tratamiento de cuarentena contra insectos que más se usa en la horticultura. Las concentraciones adecuadas, la duración y las temperaturas dependen del producto en sí. En algunos casos una concentración más baja o una fumigación más corta combinada con tratamientos de frío resultan aceptables y menos dañinos que los tratamientos de fumigantes.

Todos los tratamientos de fumigación deben efectuarse en una cámara de fumigación aprobada y certificada, los fumigadores bien entrenados y certificados deben estar presentes siempre que se esté efectuando una fumigación.

Se ha observado que el tratamiento contra la mosca del Mediterráneo necesita que la temperatura de la pulpa de la fruta esté a 21°C (70°F) o más elevada durante los tratamientos de fumigación, con excepción de las uvas que pueden estar a 18°C (65°F) o más. Actualmente existe evidencia que ofrece alternativas a temperaturas más bajas.

Existe la posibilidad de daño potencial si se fumiga el producto con agua que cae libremente sobre la superficie (como lo que puede ocurrir cuando una fruta fría suda al calentarse). El daño puede ser aún más severo si el producto ha sido tratado antes de la fumigación con una cera soluble en agua. Podría ser aún más difícil purificar el fumigante de los contenedores de embarque que el de los depósitos en el campo.

En vista de estos problemas se ha argumentado en favor de efectuar la fumigación antes de la etapa de enfriamiento o de empaque, especialmente cuando se toma en cuenta la eficacia de la energía. Después que el producto ha sido fumigado y/o ha recibido el tratamiento por enfriamiento, debe protegérsele de la re-infección.

Esto significa que todo manejo del producto que está siendo tratado (el empaque,) contacto con el Comisionado de Agricultura del Condado para asegurarse que se está cumpliendo con los requisitos. Para aislar un área se requiere que se le proteja con zarandas contra insectos y puertas recubiertas de plástico (canales de selección de frutas, canales de cajas de frutas y otros).

El uso de trampas dentro del área de empaque como en el perímetro alrededor de la instalación puede ser necesario para asegurar el aislamiento.

Los tratamientos de cuarentena contra insectos que son aceptados federalmente han sido establecidos y son administrados por el Departamento de Agricultura de los U.S.A., y el Servicio de Inspección de Salud en plantas y animales (APHIS). En California el Comisionado de Agricultura del Condado es la autoridad competente para autorizar los tratamientos, por lo tanto debe siempre consultársele antes de efectuar un tratamiento.

Fumigantes Alternos

Todo fumigante alterno debe ser cuidadosamente revisado para evitar riesgos tanto para el producto como para los consumidores. Un fumigante que está recibiendo atención es la fosfina, la cual debe ser aplicada durante 48 a 72 horas en vez de las 2 horas necesarias al usar BD o el BM. Los perecibles tendrían que mantenerse en refrigeración durante este período tan largo para evitar que se deteriorasen. Sería necesario entonces, contar con instalaciones de fumigación refrigeradas muy grandes y muy caras. Este tratamiento sería más útil con los productos menos perecibles (frutas secas, nueces, granos) cuando es posible fumigar en bodegas de productos a granel. Existe un contínuo interés por demostrar que los volátiles de las plantas pueden usarse en el futuro como fumigantes contra ciertos insectos que se alimentan de la superficie del producto.

Tratamiento por calor

Este tratamiento tan conocido pero tan poco usado, requiere de un tiempo de exposición prolongado (más de 8 horas, además del tiempo necesario para el calentamiento) para humedecer al calor a temperaturas tan altas como 112°F (44.4°C). Esto ha causado suficiente daño como para eliminar su uso en la mayor parte de los productos. Recientemente los investigadores del laboratorio USDA-ARS en Hilo, Hawaii, desarrollaron un proceso de una hora en dos etapas usando 108° y 120°F (42° y 49°C) para controlar la mosca de la papaya. Si se llega a controlar efectivamente el ataque de insectos a otros productos hortícolas, y si dichos productos toleraran este tratamiento, esta alternativa pudiera ofrecer gran potencial. De lograrse un tratamiento que requiera un tiempo corto, esta alternativa sería muy atractiva.

Tratamientos de frío

El manual de cuarentena permite el tratamiento por enfriamiento para controlar algunos insectos. Los siguientes

tratamientos por enfriamiento en productos frescos son permitidos en áreas infectadas con la mosca del Mediterráneo.

10 días a 0°C (32°F) o más bajo
11 días a 0.6°C (33°F) o más bajo
12 días a 1.1°C (34°F) o más bajo
14 días a 1.7°C (35°F) o más bajo
16 días a 2.2°C (36°F) o más bajo

Existen requisitos muy estrictos para monitorear la temperatura en las instalaciones de cuartos fríos para asegurar el cumplimiento del tratamiento. Se intenta desarrollar lineamientos para monitorear las temperaturas que permitan la aplicación del tratamiento por enfriamiento durante el transporte marino. Algunos productos se dañan (daño por congelamiento) debido a la exposición a temperaturas tan bajas. Estudios recientes han demostrado que el pre-acondicionamiento a temperaturas cálidas harán que algunos cítricos toleren el tratamiento frío. Este procedimiento está actualmente en la etapa de prueba comercial para tratar la toronja durante el transporte de Florida a Japón. La vida potencial del fruto en el mercado para mucho perecibles dura de diez a dieciseis días. Cuando el tratamiento frío deba completarse antes del transporte existe el problema logístico de proporcionar suficiente almacenamiento refrigerado extra para un período de embarque largo. La combinación de tratamientos, tales como un tratamiento de calor seguido por uno de frío, necesitan más estudio para determinar si reducen el período de estado de frío que se requiere para un tratamiento efectivo de cuarentena de insectos.

Niveles altos en Anhídrico Carbónico y Bajos en Oxígeno

Las modificaciones moderadas de estos gases que se usan comercialmente para mejorar el resultado del almacenamiento de algunos productos (almacenamiento por control de la atmósfera) resultan inefectivos para el control de insectos. Se pueden controlar algunos insectos en los cuartos de almacenamiento exponiéndolos por un período de 4 a 8 días a menos de 0.5% de oxígeno o a más de 80% de anhídrido carbónico. Los productos secos almacenados deberán tolerar estas condiciones y hasta beneficiarse deteriorándose más lentamente. Estudios recientes sugieren que este tratamiento resulta más económico que el de fumigación con BM convencional para las almendras a granel.

Las posibilidades de un tratamiento de cuarentena en los productos frescos disminuyen. Estudios recientes indican que las frutas con semilla dura pueden tener una tolerancia razonable ante niveles muy bajos de oxígeno por un período de hasta 8 días. Sin embargo, parece menos factible.

De resultar efectivos estos tratamientos de ambientes modificados, siempre quedaría el problema logístico de cómo aplicarlos a un volumen grande de productos frescos a ser vendidos, especialmente si requieren de 4 a 8 días de tratamiento. Resultaría demasiado caro invertir en la construcción de instalaciones para almacenar atmósferas controladas refrigeradas que queden "de turno" en caso de una infección. La gran esperanza que se tiene es que los ambientes modificados puedan ser de gran ayuda al combinarlos con algún otro tratamiento para lograr un control más rápido de los insectos.

Ultrasonido y Micro Onda

El control de insectos por medio de ultrasonido y micro onda está apenas comenzando. Existen indicaciones preliminares de control de insectos con estos métodos pero sin embargo, se tienen que estudiar mucho más a fondo para verificar su efectividad y para evaluar la tolerancia del producto y el potencial comercial. Se ha iniciado el uso de calentamiento por micro onda en combinación con el calentamiento convencional para expeditar el calentamiento del producto para su tratamiento por calor.

Radiación

Este es el tratamiento de cuarentena alterno que más publicidad ha recibido. Este tratamiento consiste en exponer el producto a una fuente de radiación (fuente isotópica usando Cobalto 60 ó Celsio 37 ó una fuente mecánica eléctrica) por un período de tiempo que permita la absorción del nivel adecuado de rayos gamma o X.

El éxito de este tratamiento se basa en el hecho que un organismo indeseable (en este caso el insecto) se verá "inactivado" al ser expuesto a la dosis tolerada por el producto en el cual se aloja.

El interés despertado actualmente por la radiación se basa en una propuesta hecha por la Administración de Drogas y Alimentos (FDA) al permitir el uso de tratamientos hasta 1kGy (100 Krad) en los alimentos. (Registro Federal 39(31):5714-22 Feb.14.1984). Esta decisión se basa en los

datos provenientes de muchas fuentes por muchos años, los cuales han satisfecho al FDA en cuanto a la seguridad de su utilización.

Durante los años 60 en la Universidad de California, Davis, y en otros muchos lugares se estudió exhaustivamente el uso de rayos gamma sobre frutas y verduras frescas.El énfasis primordial en esa época se le dió al control de enfermedades durante la post-cosecha, pero este control requiere de dósis más elevadas que el límite impuesto de 1kgy. Las conclusiones de estos estudios generalmente mostraron que la dósis que se requieren para controlar a los organismos causantes de enfermedades eran lo suficientemente fitotóxicos como para considerar el tratamiento no apto.

Siempre que este procedimiento parecía posible, surgían alternativas menos caras.

Durante este mismo período se estaban estudiando otros efectos potencialmente beneficios de la radiación, incluyendo la inhibición del crecimiento de ciertos vegetales, el retardo de la maduración de algunas frutas tropicales y el control de insectos. Estos niveles estaban generalmente por debajo del límite de 1kGy.

Subsecuentemente se han llevado a cabo muchos otros estudios sobre el control de insectos por medio de la radiación. Especialmente sobre las pestes de cuarentena potenciales. Los resultados han mostrado que la mayor parte de los insectos son esterilizados por medio de dosis bajo los 0.75kGy.

A continuación listaremos un número de consideraciones que indican que se deben tomar medidas de precaución extremas al usar la radiación como un método de fumigación alterno para el tratamiento de cuarentena de insectos, a pesar que la información que se tiene sobre radiación resulta muy prometedora en cuanto al tratamiento de cuarentena de insectos se refiere:

1. Se ha reportado que muchos productos han sufrido deterioro significativo con dósis bajo 1kGy. También se han obtenido resultados conflictivos sobre otros huéspedes potenciales, lo que sugiere que se neceistan más datos.

2. El USDA Servicio de Inspección de Salud en Plantas y Animales (APHIS) tendrá que cambiar las bases sobre las cuales determina la aceptación de un tratamiento de cuarentena si va a considerar el uso de radiación. Las dósis

bajo 1kGy esterilizará pero no matarán a la mayor parte de insectos en cuarentena en la medida actualmente requerida por el APHIS.

3. Datos sobre dosimetría deberán ser acumulados para poder determinar la variación entre la dosis para la masa interna y la externa de un producto. Si los productos frescos paletizados deben ser ensamblados para el tratamiento, esto dificulta la logística y aumenta el costo considerablemente.

4. La radiación produce una fatiga dañina para el producto huésped, por lo tanto es esencial que se sigan buenos procedimientos de manipulación incluyendo una temperatura adecuada para minimizar el deterioro del producto. Debe disponerse de instalaciones de refrigeración a lo largo de toda la manipulación del producto fresco incluyendo la planta de radiación. La refrigeración, tanto antes como durante y después de la radiación, aumenta el costo.

5. En un área de intensa horticultura como es California, la logística de la radiación es muy grand. Muchas instalaciones multimillonarias deben ser construídas para poder manipular el volumen de frutas y vegetales del tipo fruta que son enviados a las áreas de producción hortícola.

6. Se requiere de trabajos de ingenería considerables para desarrollar logísticamente las instalaciones para radiación. Debido al volumen tan alto involucrado para las mismas en esta área, pertenecen éstas a una categoría muy diferente de las que hay disponibles actualmente. Y la necesidad de incorporar refrigeración viene a complicar el diseño.

7. Información reciente indica que para que la radiación resulte económica las plantas deben usarse a plena capacidad y el año entero, y las frutas en California son de estación. Además, debido a que el tratamiento de cuarentena viene a ser una amenaza "potencial" en California, estas instalaciones resultan demasiado costosas como para construirse en espera de una eventualidad.

8. Habrá que considerar políticas públicas y sociales de mucha importancia tales como, si los gobiernos locales aceptarían opiniones de impacto sobre la radiación y el ambiente y si permitirían que se construyeran instalaciones para radiación en sus áreas. Por otro lado, ¿Querrán los consumidores compara y consumir alimentos radiados?

No existe una solución única

Basándonos en los resultados obtenidos de estudios anteriores, vemos que no hay una alternativa única aparente para la fumigación con DBE o BE en el tratamiento de cuarentena de insectos. La escogitación deberá basarse en muchos factores interaccionados. El control adecuado de insectos es de primordial importancia. Para los productos secos a granel, el potencial para niveles bajos de oxígeno y/o altos en anhídrido carbónico parecen prometedors. Debe explicarse más a fondo este procedimiento de cuarentena con productos frescos. Algunos productos frescos podrían tolerar el tratamiento nuevo y de corta duración con calor, y pudiera ser que este tratamiento resulte ser el más rápido y el menos caro para estos productos. En los casos en que el tiempo de almacenaje no es vital, es posible que el producto puede condicionarse a tolerar temperaturas bajas y en estos casos el tratamiento por enfriamiento resulta ser la solución más efectiva. Para ciertos productos y pestes los fumigantes alternos pueden resultar seguros, efectivos y económicos. La radiación puede ser de utillidad si existen las condiciones de tolerancia apropiadas, una producción contínua de todo el año y pestes endémicas lo suficientemente sensibles a la radiación.

Sea cual fuere el sistema que se seleccione, resulta obvio que los productores de alimentos de California deben disponer de tratamientos contra insectos adecuados para la post-cosecha. Es muy importante que no se espere a que aparezca una amenazaque necesite cuarentena para comenzar a prepararse, ya que las regulaciones de los pesticidas están cambiando y la amenaza de infestaciones y pestes de cuarentena, van en aumento. Por lo tanto, aunque estén a la espera, la capacidad para tratar insectos en cuarentena continuará siendo un costo que deberá añadirse en la comercialización de los productos alimenticios sembrados en California.

Referencias

1. Burdett, J.R. A.K. 1982. Radiación de los alimentos como tratamiento de cuarentena en las frutas. Tecnología de Alimentos 36(11): 51-54-60-62.

2. Covey, H.M. 1983 Desarrollo de sistemas de cuarentena para frutos anfitriones de la Mosca del Mediterráneo. Hort Science 18:45-47.

3. Gaunce, A.P. C.V. G. Morgan y M. Meheriwk 1982. Control de los insectos en árboles frutales con atmósferas modificadas. En atmósferas controladas para el almacenamiento y transporte de perecibles agrícolas. 383-90.

TRANSPORTE DE PRODUCTOS HORTOFRUTICOLAS FRESCOS *

Introducción

Los métodos de transporte utilizados para trasladar los productos hortofrutícolas frescos desde los lugares de embarque al mercado destinado incluyen ferrocarriles, camiones, aviones, barcos y combinaciones de éstos (Ej: acoplado sobre carro plano (TOFC), también conocido como *Piggy-back*). Aún cuando se usan todos estos métodos para transportar la fruta y hortalizas, en Norteamérica, sobre el 80% de los productos son transportados por camiones. Las flores son transportadas por camiones y aviones. Los embarques de exportación también utilizan todos los métodos, pero solamente se usan los barcos y los aviones para los embarques transoceánicos. Las cargas mixtas de productos generalmente se hacen en camiones. Existen factores, problemas, limitaciones y requisitos que son comunes a todos los métodos. Cada método también tiene sus problemas, limitaciones y requisitos específicos que deben tomarse en cuenta para el uso exitoso del sistema. El conocimiento adecuado de éstos puede ser de ayuda a los usuarios y proveedores de equipos de transporte de productos perecibles, para el uso más efectivo del transporte.

Equipo

Cada método requiere de equipo adicional a la carrocería común (ej: ruedas, marcos, techo, puertas).

Elementos necesarios para el control de la temperatura y la atmósfera

Sistemas de refrigeración. Generalmente se usan sistemas de refrigeración mecánica. Se usa hielo picado colocado sobre la carga o hielo colocado en cada caja individual, con o sin

---

* Robert F. Kasmire, Cooperative Extension (retired), Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, CA. 95616.Versión en inglés "Postharvest Technology of Horticultural Crops." Special publication 3311 (1985). Lectura complementaria del Curso "Manejo Post-cosecha de Cultivos Hortícolas",

refrigeración mecánica. Se han efectuado ensayos en pequeña escala con el uso de nitrógeno líquido como fuente de refrigeración. Ocasionalmente se usa aire fresco extraído del exterior en los vehículos de transporte para suministrar un control limitado de la temperatura durante el transporte de algunos productos a mercados cercanos o para cebollas secas destinadas a mercados más lejanos, pero no es el método más indicado para los embarques prolongados de productos más perecibles. La mayoría de los sistemas de refrigeración mecánica pueden producir calor en el compartimiento del vehículo cuando se está viajando por lugares muy fríos. Un sistema adecuadamente diseñado también puede producir humedades relativamente altas en el compartimento de almacenamiento.

Sistema de circulación de aire. La circulación del aire es necesaria para movilizar el aire frío o caliente a través y alrededor de la carga para absorber el calor proveniente de fuentes internas (el calor sensible y vital de los productos) y para absorber el calor externo proveniente del exterior del vehículo y de la filtración de aire. En casi la totalidad de los transportes con refrigeración mecánica usados actualmente, el sistema de la circulación de aire está diseñado para proveer una cubierta de aire frío alrededor de las cargas de alimento congelado (los productos congelados no producen calor vital), o para circular aire frío alrededor y a través de cargas de productos frescos (donde la eliminación del calor vital es importante).

En la actualidad, el uso de camiones y trenes restringen esta capacidad y causa deterioro y pérdidas del producto. La mayoría de las unidades de refrigeración en los camiones tienen ventiladores que dejan de circular el aire a aproximadamente 4,4 cm (1,75 pulgadas) de presión estática de agua. Sin embargo, las unidades más modernas tienen fuelles que circulan una gran cantidad de aire contra presiones estáticas mayores. En la mayoría de los trenes y acoplados usados en la actualidad (incluyendo TOFC y contenedores marítimos), el aire frío está circulando sobre la carga (*top-air delivery*). Algunos contenedores marítimos más modernos, algunos vagones de tren y una pequeña cantidad en aumento de camiones y acoplados TOFC usan sistemas de *bottom air delivery* que, bajo condiciones específicas, proporcionan una mejor circulación de aire y temperaturas más uniformes. Otros elementos que ayudan a la circulación de aire incluyen paredes internas acanaladas y pisos de perfiles en T.

Sistema de control de temperatura. Este se usa solamente en sistemas con refrigeración mecánica. Incluye un termostato(s), un ciclo de enfriado y calentamiento operado automáticamente (pero con control manual), mecanismos de deshielo y controles de velocidad de los ventiladores de aire. Los termostatos generalmente están colocados en el conducto de aire de retorno, lo que causa algunos problemas ya que la temperatura del aire de retorno no necesariamente representa la temperatura del aire que rodea el producto. Algunas unidades más nuevas tienen termostatos en el conducto de descarga de aire, o en ambos conductos, de descarga y retorno.

Area aislada de almacenamiento del producto. La aislación disminuye la cantidad de calor conducida a través de las paredes, pisos, puertas y techos de los vehículos de transporte. El área de almacenamiento también está sellada para evitar los escapes de aire. Esto limita la cantidad de calor ambiental que penetra en el vehículo durante la época de calor y la cantidad de calor interno (que causa el enfriamiento o congelamiento del producto) que escapa durante la época de mucho frío. Los materiales aislantes que se usan en la actualidad son espumas aplicadas in-situ, que se deterioran muy lentamente.

Los trenes tienen los niveles más altos de aislación, en menor escala están los camiones y contenedores marítimos, y casi nada en contenedores de carga aérea. La mayoría de los acoplados de camiones modernos están clasificados para un factor-U que está indicado en una placa metálica adherido al acoplado. Este factor-U especifica el número total de BTU de calor ganado por el acoplado por hora o por °F de diferencia entre las temperaturas interiores y exteriores bajo condiciones especificadas de prueba. La aislación puede dañarse severamente (y reducir su valor) en trenes y camiones durante la carga y descarga. La aislación que se ha mojado por derretimiento de hielo o condensación también es menos efectiva que la aislación seca.

Sistema de intercambio de aire. Este es usado para dar una ventilación limitada al compartimento de carga, con intercambio de aire ambiental para reducir concentraciones indeseables de CO_2, C_2H_4, y olores desagradables. Se están usando nuevas unidades de intercambio de aire diseñadas para contenedores de embarques marítimos.

Aplicaciones de atmósfera modificada. Estas se usan en algunos trenes y contenedores para transportes internos

prolongados y embarques marítimos de exportación. Incluyen puertas con cortina de aire o un sistema de abastecimiento continuo de nitrógeno, sellos especiales alrededor de las puertas, a veces un aparato de compensación atmosférica, y un sistema de control para mantener la composición atmosférica deseada.

Diferencias de equipo - problemas y prácticas

Trenes refrigerados (fig.1). Estos son usados principalmente para el transporte prolongado (>3,220 km (>2,000 millas)) interno y embarques canadienses que generalmente son cargas de un solo producto. Un pequeño porcentaje de las cargas contienen dos o tres productos, no más. Algunas de las características principales de estos carros se especifican a continuación.

Gran espacio de carga (>114 m^3 [>4,00 pies cúbicos]) y la capacidad de peso (>45,360 kg [>100,00 libras]) son estándares.

Sistema mecánico de refrigeración diesel, proporciona aire de enfriado (o calentamiento) con control termostático (generalmente en el conducto de aire de retorno, pero se está empezado a usar más el control de temperatura del aire de descarga).

Circulación vertical *top-to-bottom* del aire de enfriado (o calentamiento), que se logra con ventiladores. Ductos colocados en las paredes permiten que el aire circule alrededor del área de la carga para absorber el calor conducido a través de la carrocería del vehículo. La circulación de aire y capacidad de refrigeración adecuadas pueden producir un enfriamiento lento del producto si las cargas no están muy compactas. Algunas compañías de ferrocarriles están ensayando con trenes de *bottom-air delivery*. Una compañía provee carros mecánicamente refrigerados con *bottom-air delivery* y tarimas de pisos en declive para los embarques a granel de papas y cebollas.

Las tarimas de pisos tienen pequeñas distancias entre los listones y están colocadas de 10-15 cm sobre el suelo para permitir la circulación de aire adecuada bajo la carga.

Los carros nuevos son fuertemente aislados y herméticos, lo que ocasionalmente causa aumento en los niveles de

CO_2 o disminuciones en los niveles de O_2. Los niveles elevados de CO_2 (sobre el 2%) son perjudiciales para algunos productos. Si los carros se encuentran en buenas condiciones pueden ser adaptados para los embarques de atmósfera modificada.

Algunos carros disponen de paneles divisorios para mantener la integridad de la carga durante el transporte.

La falta de capacidad de intercambio de aire para la ventilación con el medio ambiente.

El propósito del diseño originalmente fue para transportar alimentos congelados; pero actualmente los carros son comúnmente usados para transportar productos frescos.

En los Estados Unidos los períodos de transporte tienen una duración de 6 a 10 días en los embarques trasncontinentales.

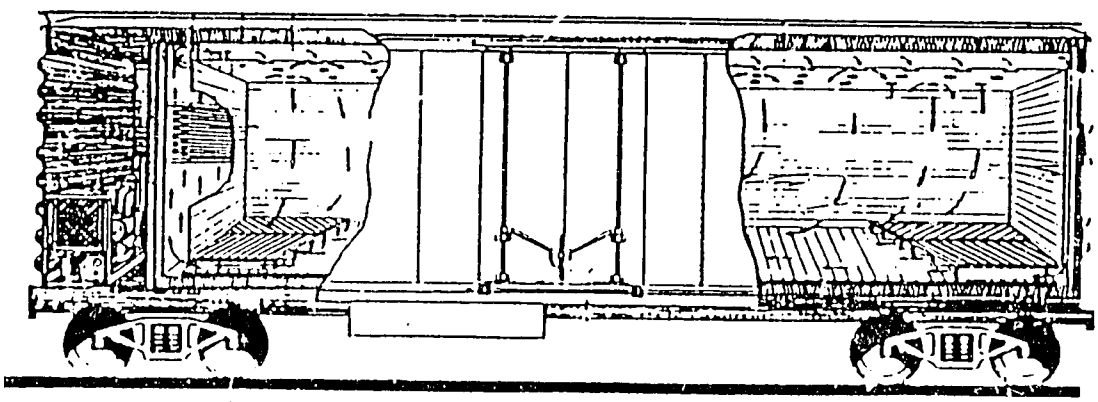
Las mayores fuentes de calor incluyen el calor sensible del producto y de los envases y el calor vital del producto.

Problemas: Los carros mecánicamente refrigerados construidos en Estados Unidos hasta 1972 son: (1) inadecuamente mantenidos; (2) ya no tienen la capacidad de mantener las temperaturas adecuadas para el producto; (3) cargados muy compactamente, lo cual no permite dejar canales verticales de circulación de aire y por lo tanto, se pueden producir congelamientos más superiores y calentamiento del producto en el centro de la carga, en el extremo del carro (extremo B) opuesto a la unidad de refrigeración.

Vagones tolva. Estos son grandes vagones refrigerados y aislados (3 tolvas por vagón) que tienen flujo vertical de abajo hacia arriba (*bottom-to-top*) en las tolvas y con sistema de descarga por abajo. Fueron originalmente diseñados para transportar productos frescos a granel para proceso o para embalaje en los mercados de destino (ej: cebollas, papas, naranjas). Ya no se usan muy frecuentemente para productos frescos, ya que las cantidades transportadas (>68.039 kg [>150.000 libras]) generalmente excedían la capacidad de las instalaciones del comprador o las necesidades de abastecimiento del producto.

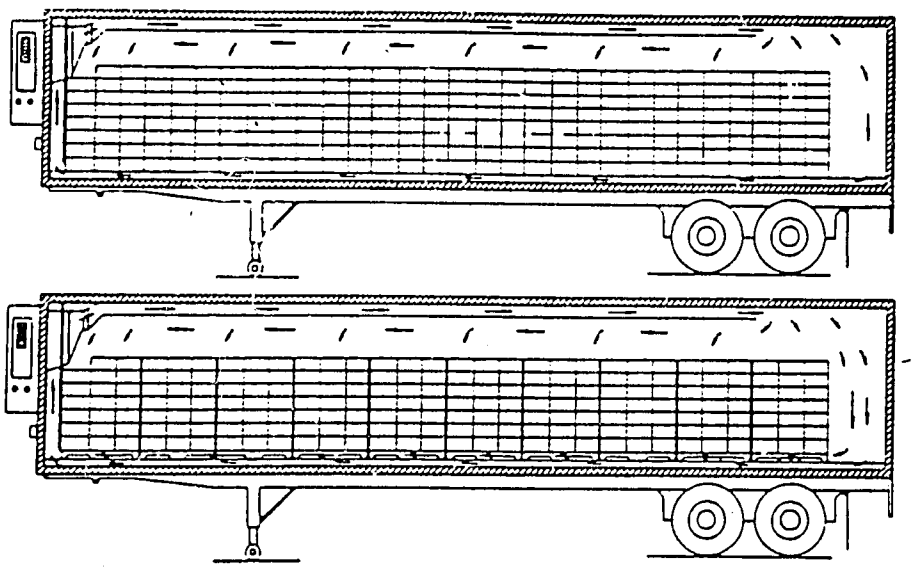
Acoplados. Se incluyen los acoplados refrigerados en la ruta, acoplados sobre carro plano (TOFC o piggy-back), (Fig.2) y los contenedores marítimos (Fig.3). Los camiones son usados para transportar cargas de un solo producto o cargas mixtas. Las características de los camiones trailer están descritas más adelante.

Figura 1.-



VAGON DE FERROCARRIL CON REFRIGERACION MECANICA
(de USDA, Agricultural Handbook Nº 195)

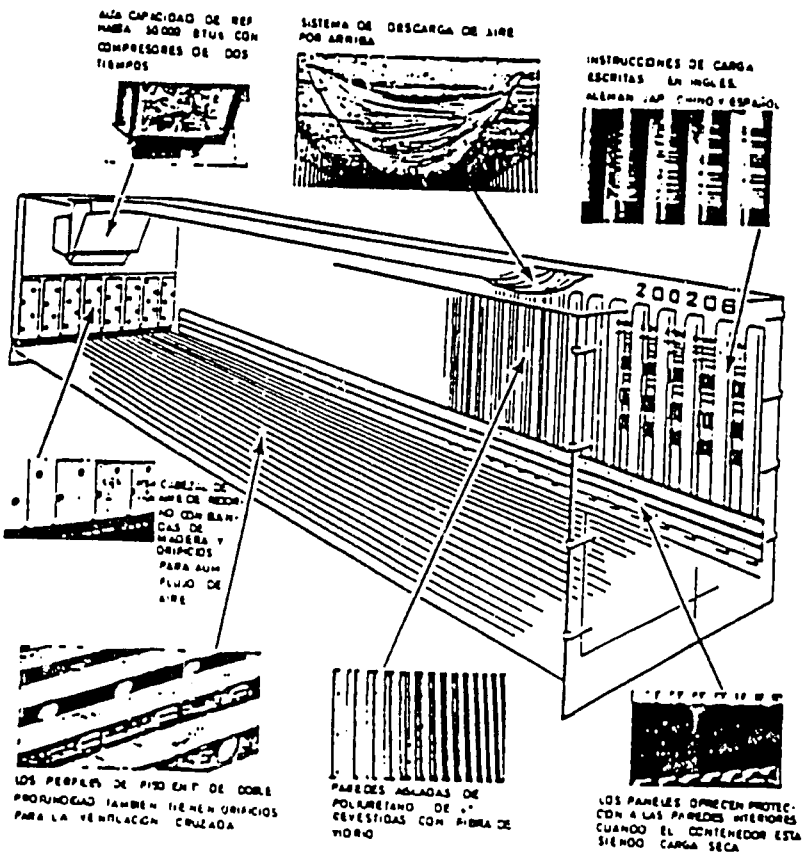
Figura 2.-



Arriba cirulación de aire en y alrededor de una carga sólida colocada directamente en el piso del acoplado.

Abajo la circulación de aire en y alrededor de una carga paletizada.

Figura 3.-


SISTEMA DE DESCARGA DE AIRE POR ARRIBA
INSTRUCCIONES DE CARGA ESCRITAS EN INGLES
200208
PAREDES AISLADAS DE POLIURETANO DE
LOS PANELES OFRECEN PROTEC-
CUANDO EL CONTENEDOR ESTA
CARGA SECA

Espacio de carga intermedio (57 a 99 metros cúbicos (2,000 a 3,500 pies cúbicos)) y capacidad de peso de la carga (18,144 a 20,412 kg (40,000 a 45,000 libras) son estándares. Algunos contenedores marítimos más antiguos son más pequeños (<40 metros cúbicos (<1,400 pies cúbicos). El peso bruto de los camiones está controlado en los Estados Unidos por las regulaciones de limitación de carga (36,287 Kg = 80,00 libras peso bruto máximo). Esto requiere de una estiba cuidadosa para la distribución exacta del peso. Los acoplados sobre carro plano (TOFC) generalmente llevan más carga con los subsiguientes problemas del manejo de la temperatura durante el transporte (poca circulación de aire debido a la estiba excesivamente compacta).

Las unidades son refrigeradas por motores diesel (en camiones trailer y TOFC), o motores diesel o electricidad en los muelles y barcos para los contenedores marítimos, y también por generadores diesel-eléctricos. Algunos barcos extranjeros tienen torres refrigerantes a las cuales se conectan los contenedores en las bodegas de los barcos. El aire fresco generado por el sistema de refrigeración del barco se circula a través de las torres a los contenedores para mantener la temperatura de los productos.

La circulación del aire de enfriamiento generalmente se hace a lo largo, ej: desde el extremo delantero al trasero (*front-to-rear*), sobre el producto, luego hacia abajo, por los lados y parte posterior y de atrás hacia adelante a través y bajo la carga. Luego el aire retorna hacia adelante y llega a la unidad de refrigeración, siempre que los conductos de aire de retorno sean adecuados. La capacidad de circulación de aire está diseñada para mantener las temperaturas del producto, no para su enfriamiento.

La circulación del aire se hace con un ventilador colocado en las unidades de refrigeración, y sale a través de conductos colocados sobre la carga. Esta característica ayuda a circular más aire al extremo de la carga y previene, o reduce, el congelamiento de los productos de la capa(s) superior(es) en el extremo delantero de la carga que están más expuestos al aire frío proveniente del serpentín refrigerante. Las cargas deben colocarse retiradas de las puertas traseras para que la circulación del aire pueda llegar al extremo trasero de la carga. Las paredes interiores pueden ser planas (como lo son en la mayoría de los camiones trailer) o con conductos verticales (como en TOFC o algunos contenedores marítimos), lo que permite que circule algo de aire entre las paredes laterales y la carga.

Algunos contenedores marítimos más nuevos tienen un flujo de aire vertical, de abajo hacia arriba (*bottom-to-top*) a través del compartimiento de carga, lo cual es mejor para el transporte de productos frescos. Estos contenedores producen temperaturas mejores y más parejas durante el transporte siempre que se cumplan los requisitos correctos de estiba. En la actualidad, sólo un pequeño porcentaje de camiones trailer de tolva y TOFC han incorporado este sistema. Los pisos profundos de perfiles en T, los cabezales frontales sólidos y los ventiladores de capacidad más alta son muy costosos y reducen las ganancias.

Un sólido cabezal de aire de retorno es necesaria en la parte delantera (frontal) de la carga para facilitar la circulación de aire y mantener la carga alejada de la pared delantera del acoplado.

Los pisos con ductos de madera, poco profundos y colocados a lo largo de la mayoría de los acoplados, son inadecuados para la circulación del aire bajo la carga para prevenir el calor en el verano o el frío en el invierno, en la capa inferior de la carga. Este problema no se presenta en los contenedores marítimos, porque las tarimas tienen una altura más alta desde el piso, las cargas no son tan compactas y hay menos conducción de calor ambiental, especialmente a través de las puertas.

Las cargas compactas que no tienen conductos de aire veticales o longitudinales, no permiten la circulación del aire de enfriado y ayudan al calentamiento del producto. Sin embargo, la circulación del aire bajo las cargas es mayor y las temperaturas de transporte son más parejas en cargas paletizadas o en aquellas sobre las tarimas de madera que aquellas colocadas directamente sobre el piso (Fig. 2)

La aislación es menor en los acoplados que en los trenes, permitiendo más conducción de calor a través de las paredes, techos, pisos y puertas. Generalmente la aislación se daña con las operaciones de carga y descarga. La hermeticidad de los acoplados (especialmente la de las puertas) se deteriora rápidamente con el maltrato.

Las puertas traseras y laterales permiten la carga y descarga y la inspección. Con el uso constante se dañan fácilmente. Esto produce pérdida de calor alrededor de las puertas, especialmente en aquellas con sellos, visagras o cerrojos dañados. También se produce pérdida de calor alrededor de las unidades de refrigeración, a través de los drenes en el suelo y junturas.

Se dispone de capacidad de intercambio de aire en muchos acoplados y contenedores marítimos más modernos para una corta ventilación con aire ambiental para evitar niveles perjudiciales de anhídrido carbónico o de etileno.

La mantención de atmósferas modificadas no se puede lograr en la mayoría de los acoplados ya que carecen de hermeticidad. Sin embargo, esto se puede lograr con los contenedores marítimos más modernos y algunos contenedores TOFC.

El tiempo de viajes transcontinentales para los camiones en los Estados Unidos es de 3 a 6 días y de 5 a 7 días para las cargas sobre TOFC. El tiempo de embarque marítimo fluctúa entre 5 a 25 días.

Los problemas de mantención de los equipos, tales como la aislación, paredes, puertas y salidas de aire dañados y pisos con marcos y tarimas hundidas, son bastante comunes. La responsabilidad y pago por daños a los acoplados y a los sistemas de refrigeración son temas de permanente discusión.

Transporte aéreo. Los embarques aéreos se usan mayormente para transportar productos altamente perecederos y valiosos (ej: ornamentales, berries, frutas tropicales) a mercados distantes internos y externos o para abastecer mercados con productos limitados durante las temporadas de precios muy elevados y de mucha demanda. Los productos son transportados en contenedores cerrados o en palets cubiertos con malla, en aviones de carga y ocasionalmente en compartimientos de carga en aviones de pasajeros.

El tiempo de viaje generalmente es de 6 a 18 horas, pero el tiempo de espera en los terminales de origen y destino pueden ser de 1 a 2 días, comúnmente en almacenamiento refrigerado. La mayoría de los contenedores de transporte aéreo no tienen sistemas de refrigeración para la mantención de la temperatura del producto. Se usan algunos contenedores con una pequeña refrigeración. No existe control de humedad. Algunas aerolíneas usan cámaras de almacenamiento refrigerado en los aeropuertos de origen y de destino, pero no lo hacen en forma regular.

Transporte marítimo. Este tipo de transporte es de uso muy limitado para los productos perecederos que van y vienen de puertos que no tienen instalaciones para manejar contenedores, o donde los únicos barco utilizados son antiguos, pequeños y que poseen cámaras de almacenamiento en frío comunes, donde se almacenan los productos durante el

embarque. La designación se refiere al sistema más antiguo en el cual los envases individuales son vueltos a manipular cada vez que la carga se transfiere de un módulo de transporte a otro. Este método puede ser muy costoso por su capacidad limitada, alto costo de mano de obra, problemas de manejo, carga y descarga lenta y la capacidad inadecuada de la mantención de la temperatura. Estos problemas se han minimizado con los barcos más modernos que tienen la capacidad de manejar cargas paletizadas y están equipados con sistemas mejores de refrigeración.

Manejo de la temperatura del producto durante el transporte

Sistema de refrigeración y circulación del aire. Para que este sistema sea efectivo se requiere de canales de descarga de aire forzado y retorno de aire, lo suficientemente grandes para que el rendimiento de los ventiladores sea el máximo. Cualquiera interferencia en esta circulación de aire reduce el volumen de aire producido por los ventiladores, con lo cual se reduce la cantidad de aire frío circulante para la mantención de la temperatura. Una capa gruesa (de 20 a 40 cm) de hielo colocada sobre la carga, no permite que el aire frío penetre el hielo y enfríe la carga. En los acoplados, esto resulta en que tratándose de cargas compactas, solamente en la capa superior de producto que está en contacto con el hielo, se mantiene fría, mientras que se produce calentamiento en las capas inferiores del producto. La aplicación de hielo (*top-icing*) en un sistema de bandas evita que esto ocurra y proporciona un enfriado más rápido. En los acoplados con cabezales de aire de retorno sólidos frontales, el top-icing causa una señal falsa de enfriado que es transmitida al termostato. Esto causa que la unidad de refrigeración se vuelva al ciclo de calentamiento, lo que derrite el hielo y produce el calentamiento del producto.

Características del vehículo de transporte. Las paredes laterales lisas, delgadas, los pisos lisos poco profundos (o la ausencia de tarimas), o la falta de un plenum de aire, pueden impedir la circulación adecuada de aire y el manejo de la temperatura del producto en los acoplados. Ductos grandes en los lados y extremos de las paredes de los trenes permiten que el aire frío se movilice en el compartimiento de carga. La disminución notoria de la capacidad de salida de los ventiladores a medida que aumenta la resistencia de aumento del aire circulante, es un problema. Los ventiladores deben ser capaces de circular el aire en contra de una gran resistencia. Algunos acoplados más modernos tienen unidades de refrigeración que incluyen ventiladores con gran capacidad

de circulación de aire, aún contra una gran resistencia de carga. La unión mecánica directa del compresor y el ventilador, permite que el ventilador baje su velocidad cuando lo haga el compresor. El ventilador debe ser capaz de operar siempre a alta velocidad. Esta característica ha sido incoporada en algunas de las nuevas unidades de refrigeración.

Envases. El diseño, construcción y uso de los envases, es variado. Los envases con ventilación inadecuada (especialmente de cartón y bolsas de polietileno) no permiten una circulación de aire adecuada alrededor de los productos e impiden lograr un manejo efectivo de la temperatura, especialmente en cargas masivas y apretadas. El aplastamiento parcial de envases débiles resulta en la formación de una masa sólida que evita la circulación del aire a través de la carga, tanto en camiones como en trenes. Los envases débiles también se dañan con más facilidad que aquellos que son firmes.

Patrones y tamaños de las cargas. La mantención de la temperatura durante el transporte del producto se ve afectada por el tamaño y patrón de la carga. Las cargas deben tener canales abiertos de aire a través y alrededor de ellas, ya sean verticales (para embarques por tren, contenedores marítimos con descarga por el piso, TOFC, o acoplados), u horizontales, a lo largo (para la mayoría de los acoplados, TOFC y algunos contenedores marítimos). Se deben tomar medidas en los patrones de carga para asegurar que éstos se mantengan durante el transporte. Esto generalmente se obtiene haciendo unidades de carga en palets o parrillas. Se utilizan diferentes tipos de rejillas de seguridad, abrazaderas y/o barras de cierre para mantener la integridad de las cargas.

El uso optimizado del espacio de flete (en el cual se reduce el costo unitario a medida que aumenta el peso de la carga) ha creado serios problemas de mantención de la temperatura durante el transporte. Han aumentado el tamaño, peso y compactación de las cargas, lo que ha dificultado la mantención de la temperatura adecuada de transporte, especialmente en aquellos productos que no han sido adecuadamente enfriados antes de ser cargados. La sobrecarga de los TOFC (que no tienen que cumplir con requisitos de límites de peso para efectos de la mantención de carreteras) los ha debilitado estructuralmente de tal manera que no pueden ser usados para embarques de atmósfera modificada. La sobrecarga no permite la circulación de aire en los contenedores, por lo tanto la temperatura del producto aumenta durante el transporte. Las cargas paletizadas en

forma conveniente, con conductos de aire verticales, aseguran temperaturas de transporte adecuadas en cargas pesadas. Sin embargo, en los contenedores con descarga por el piso (*bottom-air delivery*), se debe ocupar toda la superficie del piso para asegurar que el aire circulante subirá a través de toda la carga. Durante el tiempo de mucho frío o calor, las cargas deben estar paletizadas o puestas sobre tarimas de madera y colocadas lejos de las paredes laterales para prevenir el calentamiento o enfriamiento excesivo del producto en las hileras adyacentes a las paredes o en las capas inferiores.

Cargas mixtas. Es difícil mantener temperaturas óptimas del producto en cargas mixtas, especialmente en cargas que contienen varios (ej: cinco o más) productos. Los productos generalmente son embalados en envases de distintos tamaños y formas, por lo que luego son cargados bajo distintos patrones de carga, en diferentes partes del acoplado. Con los tipos actuales de envases, estas variaciones generalmente resultan en cargas muy compactas que restringen la circulación del aire. Cuando se embarcan en conjunto productos que tienen diferentes temperaturas óptimas de almacenamiento, generalmente se establecen temperaturas de transporte diseñadas para proteger el producto más perecedero y valioso de la carga. Algunos productos en cargas mixtas pueden no haber sido previamente enfriados o estar inadecuadamente enfriados antes de la carga. Algunos productos en cargas mixtas pueden no haber sido previamente enfriados o estar inadecuadamente enfriados antes de la carga. La frecuente apertura de puertas durante la carga de cargas mixtas causa el calentamiento o el enfriamiento de productos ya cargados.

Condiciones del vehículo de transporte. La mantención de temperaturas de transporte deseadas se ve afectada por las condiciones físicas del vehículo de transporte. Para asegurar una mantención apropiada de la temperatura es indispensable que la aislación de las paredes esté intacta, la limpieza de los pisos y sus drenajes, que las unidades de refrigeración sean mantenidas en forma adecuada (incluyendo la calibración del termostato), como asimismo deben estar intactas las salidas de aire, y las puertas y sellos deben estar herméticos y sin daño. El operador o dueño del vehículo es el responsable de la condición del equipo. Sin embargo, los usarios (exportadores, compradores, agentes o recibidores) o sus representantes son los responsables de revisar las condiciones del equipo antes de cargar sus productos y que son responsables de los daños resultantes durante las operaciones de carga o descarga. La carga de productos buenos en equipos de transporte defectuosos sólo aumenta la tasa de

pérdida de calidad de los productos y su consiguiente pérdida de valor comercial.

Termómetros registradores. Muchos exportadores colocan termómetros registradors en cada vehículo de transporte cargado. En acoplados generalmente éste es colocado en la parte alta de una de las paredes, como a tres-cuartas partes del largo del acoplado o sobre la carga hacia el extremo posterior; en vagones de tren, el termómetro registrador se coloca justo al interior de una puerta y en la parte alta de la carga. En estas posiciones los termómetros miden y registran sólo la temperatura del aire de descarga en ese lugar específico y proporcionan información sobre el rendimiento de la unidad de refrigeración. No miden ni registran temperaturas de los productos transportados.

Termostatos. Estos sólo aseguran un control de la temperatura si están acuciosamente calibrados y estén ubicados en una corriente de aire que sea representantiva de la temperatura del aire en toda carga. Los termostatos deben calibrarse periódicamente. Si no es así, los operadores estarán más preocupados del congelamiento de una carga y fijarán el termostato varios grados más arriba para resguardarse. Aún cuando esto evite el congelamiento, pueden producir temperaturas mayores que las deseadas para el producto. Si el retorno de aire hacia la unidad de refrigeración se encuentra bloqueado (generalmente por cajas), o el patró de estiba no permite la circulación del aire a través de las cajas, el aire que pasa por el termostato por el canal de retorno es frío porque sólo ha absorbido muy poco calor desde la carga. En estos casos, las señales del termostato inducirán a la unidad de refrigeración a aminorar su velocidad de refrigeración, o en casos extremos, a un ciclo de calentamiento. Esto puede provocar que una parte de la carga (la capa superior y parte posterior) se congele y que el resto se caliente, o puede resultar en un ciclo extensivo (calentamiento y enfriamiento) de la unidad de refrigeración. En los acoplados, el aire que circula sobre la carga y retorna directamente a las partes laterales o inferiores de la unidad de refrigeración, no pasa por el termostato o no influye en él. Es muy importante asegurarse que el paso del aire de retorno no se encuentre bloqueado y que pueda circular una cantidad de aire adecuada a través o alrededor de la carga. Los sensores de temperatura para los termostatos en algunos modelos nuevos de unidades de refrigeración están en la corriente de aire de descarga. Esta característica asegura un mejor control de la temperatura de aire circulante y reduce el riesgo de congelamiento de la capa superior. Se están modificando muchos acoplados antiguos para cambiar el termostato desde control de retorno a control de descarga.

Atmósferas modificadas - accidentales o planeadas. Las atmósferas modificadas pueden producirse porque los ductos de aire (ej: drenajes del suelo) están tapados con residuos o hielo, lo que provoca la disminución del abastecimiento de oxígeno disponible debido a la respiración del producto. Este es un problema común en los embarques invernales hechos por ferrocarril de broccoli, rappini y repollito de Bruselas, todos los cuales se embarcan con hielo en el envase y sobre la carga (top-ice). Este problema se soluciona con conductos de aire desde el interior de los vagones de tren hacia el aire ambiental.

Compatibilidad de productos

En cargas mixtas se deben considerar los factores de compatibilidad de los productos. Estos incluyen los siguientes:

Compatibilidad de temperatura. Se deben considerar las diferencias de temperaturas que son necesarias para variados productos en una carga. Por ejemplo: las frutillas que deben mantenerse cerca de los 32°F (0°C) no pueden embarcarse junto con zapallos, pepinos o tomates, los cuales están expuestos a daños de frío bajo 55°F (12,5°C).

Producción de etileno y compatibilidad de sensibilidad. Se deben tomar precauciones de no embarcar productos que producen grandes cantidades de etileno (ej: manzanas, peras, paltas y cierto tipo de melones) con productos que son muy sensibles al etileno (bróccoli, zanahorias, lechuga, kiwi, y muchos ornamentales). La incidencia de manchado de russet en la lechuga (causado por la exposición del etileno) es tres veces mayor en cargas mixtas que en la carga individual.

Compatibilidad de aromas de productos. Algunos productos producen aromas (ej: cebollas, ajo) que pueden ser absorbidas por otros productos, lo que causa aromas indeseables y menor apariencia comercial.

Compatibilidad de humedad. Algunos productos se benefician al ser envasados con hielo o una humedad relativa alta en la atmósfera ambiental (ej: hortalizas de hoja, maíz dulce, berries) mientras que otras se benefician sólo con niveles intermedios de humedad (ej: ajo, cebollas de guarda). El control de la humedad es muy importante en largos períodos de tránsito.

Atmósferas modificadas

Mientras que algunos productos se benefician con la mantención de atmósferas modificadas en vehículos de transporte, hay otros que no lo hacen. El uso exitoso de atmósferas modificadas depende en gran parte en la hermeticidad de los vehículos de transporte. En general, algunos vagones de ferrocarril y contenedores marítimos más modernos pueden ser usados para la mantención de atmósferas modificadas. Los vagones de ferrocarril más antiguos o dañados ya no tienen la hermeticidad para ser usados con este fin. Las atmósferas modificadas se aplican a contenedores marítimos en los puertos de embarque. Los acoplados y muchos contenedores TOFC generalmente no tienen la hermeticidad necesaria o la pierde (ej: alrededor de las puertas traseras) para mantener atmósferas modificadas. En estos vehículos, las atmósferas modificadas pueden ser logradas y mantenidas dentro de las cubiertas de palets (bolsas de polietileno) aseguradas a las bases de los palets. Algunos acoplados más nuevos pueden mantener las atmósferas deseadas haciendo una purga controlada con nitrógeno proveniente de estanques de nitrógeno que se colocan, ya sea en un compartimiento especial o bajo el acoplado.

Conclusiones

El uso exitoso de diferentes métodos de transporte de productos hortofrutícolas frescos a los mercados depende de que los productos sean enfriados y cargados a la temperatura de tránsito deseada; que los usuarios y transportistas estén bien informados sobre las capacidades y limitaciones de cada tipo de equipo; la buena condición del equipo de transporte; los adecuados tipos de envase y los óptimos patrones de carga y métodos de carga; la capacidad para mantener la atmósfera controlada; y las compatibilidades de los diferentes productos embarcados en cargas mixtas. Las fallas que se producen por no considerar estos factores, pueden provocar pérdidas en la comercialización.

MANEJO DE PRODUCTOS HORTOFRUTICOLAS FRESCOS EN LOS PUERTOS Y EN LOS MERCADOS DE DESTINO *

Los manipuladores de producto fresco en los mercados de destino son un eslabón integral entre los embarcadores y consumidores, ya que ellos manejan aproximadamente el 90 por ciento del mercado de las frutas y hortalizas frescas en los Estados Unidos. En la actualidad, entre el 70 y el 75 por ciento del producto es embarcado directamente a los centros de distribución de cadenas de tiendas de alimentos, y el 5 al 10 por ciento directamente a recibidores institucionales y cadenas de alimentos rápidos. La mayoría del crecimiento del mercado terminal mayorista de productos ha sido en el área de servicios de alimentación.

Funciones de la venta al por mayor y al detalle

Operaciones de ventas mayoristas

1. La compra y la acumulación de productos para ser vendidos a minoristas, intermediarios, proveedores y distribuidores institucionales.

2. La distribución y el servicio a minoristas e instituciones

3. La preparación y el embarque de cargas mixtas a otros mercados mediante operadores terminales de mercado llamados *mixers*.

4. Abastecimiento de item de pequeño volumen (productos *gourmet*) a cadenas de tiendas y otros minoristas, instituciones y proveedores.

5. Maduración (a veces), selección y pre-envasado en unidades de consumo

Operaciones de ventas al detalle

1. Acumulación, preparación (arreglo, selección y envasado para el consumidor), y presentación de productos para la venta a consumidores.

---

* Dr. Robert F. Kasmire, Especialistas en Servicios de Extensión de Mercadeo de Vegetales, Emeritus, Universidad de California, Davis. Presentado en AGRITRADE '89. Lectura complementaria del Curso Manejo Post-cosecha de Cultivos Hortícolas,

Previous Page Blank

2. Actividades relacionadas con la promoción de diferentes productos.

Tipos de mayoristas y minoristas

Mayoristas

1. Centros de distribución de cadenas de almacenes que abastecen sus propios locales.

2. Servicio de abastecimiento de mayoristas a locales independientes y/o pequeños locales minoristas.

3. Recibidores que dividen y venden grandes cantidades a minoristas, agentes, intermediarios, proveedores e instituciones, y pueden abastecer locales minoristas.

4. Los comisionistas pueden ser recibidores que venden mercadería consignada sobre un porcentaje fijo de comisión y pueden cumplir las mismas funciones que los recibidores, incluso el de abastecer a los locales minoristas.

5. Los intermediarios pueden manejar productos desde los recibidores a los pequeños minoristas independientes.

6. Los *mixers* compran a otros mayoristas, generalmente a los recibidores, y hacen una carga mixta de productos para embarcar, según solicitudes, a mercados distantes.

7. Los proveedores abastecen restaurantes, instituciones y/o transportes y también pueden ser procesadores de alimentos preparados.

8. Los remates mayoristas venden ciertos productos en base a ofertas.

Minoristas

1. Las cadenas de tiendas pueden pertenecer a corporaciones, individuales (familias), o a cooperativas, que pueden ser grandes o pequeñas.

2. Locales independientes y otras salidas pueden incluir supermercados de barrios, pequeños locales minoristas, locales que venden hortalizas y que sólo venden productos frescos y lo relacionado a ello, y acarreadores de productos.

3. Puntos directos de comercialización que incluyen mercados de productores, puestos camineros, operaciones de autocosecha, etc.

Manejo del producto

Existe una gran variedad de prácticas para el manejo de los productos. Las buenas prácticas de manejo de la temperatura del producto y adecuadas instalaciones son esenciales para la manipulación adecuada y para proporcionar a los consumidores un producto de la mejor calidad posible. Desafortunadamente, algunas prácticas e instalaciones que se encuentran en uso, provocan el enfriado o el calentamiento del producto, lo que causa pérdidas comerciales. Es común el maltrato del producto durante la manipulación. Esto puede ser debido a problemas laborales en aquellas operaciones, al uso de instalaciones viejas, mal mantenidas y de poca capacidad y a prácticas de mal manejo. Todos estos factores son importantes para el subsiguiente embarque de productos en cargas mixtas a otros mercados.

Los procedimientos de sanidad son necesarios tanto en las operaciones mayoristas como en los minoristas. El manejo del desecho de productos deteriorados, la limpieza y desinfección de las instalaciones de almacenamiento, de las áreas de preparación y de los bins, ayudan a conservar la calidad del producto y reducir pérdidas comerciales.

Recibidores mayoristas

La mayoría de los recibidores manejan una gran cantidad de productos. Ellos pueden tener una cámara fría "mojada" puesta de 1,7° a 4,4°C (35°F a 40°F) para hortalizas de hoja y raíz y una cámara fría seca puesta a 0°C (32°F) para frutas de clima templado y otras hortalizas de estación fría. Algunos tienen una cámara con una temperatura media de 7,2° a 10°C (45° a 50°F), a veces demasiado fría, donde se almacenan los productos sensibles al daño por frío. En otras instalaciones, los productos sensibles al frío se almacenan en una bodega que puede estar refrigerada de 10° a 12,8°C (50° a 55°F), o no estar refrigerada. Los centros de distribución modernos de cadenas de tiendas y mayoristas suelen tener cámaras de refrigeración mejor diseñadas y mantenidas que aquellas que se encuentran en los terminales comerciales. Esto se debe a que la mayoría de los terminales comerciales son viejos, mal cuidados, y no tienen espacio para agrandarse. Los productos generalmente quedan expuestos durante varias horas a temperatura ambiental (a veces muy fría o muy caliente) en los mercados terminales, causando pérdida de vida útil del producto.

Minoristas

El manejo a nivel minorista varía tanto como el manejo a nivel mayorista. Los minoristas deben manejar una gran cantidad de productos y generalmente sólo existe una cámara fría en una tienda. La cámara generalmente está puesta aproximadamente a 4,4°C (40°F), es demasiado pequeña y no bien mantenida, especialmente en las tiendas más pequeñas. El manejo de la temperatura del producto es mínimo en muchos puestos camineros. El problema mayor del manejo minorista inadecuado es la falta de programas de educación sobre este tema en la industria, aún cuando se le está dando más importancia.

Daño por etileno

Las concentraciones dañinas de etileno en los ambientes de almacenamiento a nivel mayorista y minorista, es otro problema que aún no ha sido resuelto. Debido al reducido espacio de almacenamiento refrigerado, los productos que generan etileno y los que son sensibles al etileno, generalmente son almacenados en la misma cámara. Este problema se agrava cuando los productos son almacenados en estas condiciones por más de 24 horas. Un ejemplo común de este problema es el almacenamiento de lechugas en cámaras frigoríficas, junto con manzanas, peras, frutas de carozo y melones. El etileno despedido por estas frutas y los melones causan el manchado de *russet*, un desorden fisiológico en la lechuga. Es preferible almacenar los productos que generan etileno y los sensibles al etileno en cámaras separadas. Las grúas horquilla a gas propano que son usadas en las bodegas de los mercados de destino, también son fuentes de etileno y provocan cargas excesivas de calor en los sistemas de refrigeración de las cámaras refrigeradas. Otra fuente importante de etileno en algunas instalaciones de distribución es el etileno residual producido durante la descarga de cámaras de maduración sin ventilación que están cerca de áreas de almacenamiento de productos.

Manejo de los envases

La estiba de envases de diferentes tamaños, formas, construcción y diseño en el carguío de camiones destinados a mercados minoristas, constituyen otro gran problema. Existen más de 500 tipos de envases en los Estados Unidos. Esta gran variedad causa muchos problemas de estiba para los manipuladores y distribuidores en los mercados de destino.Se está realizando un programa industrial para reducir este gran

número de contenedores de diferentes tamaños, formas, etc., a un número limitado (ej: 12 a 24) de formas y tamaños modulares que puedan ser manipulados en cargas uniformes durante la distribución. Este cambio resultaría en un manejo mejor, más económico y se reducirían las pérdidas comerciales.

Los productos embarcados en palets que no sean los de madera de 100 cm por 120 cm (40 por 48 pulgadas), a los centros de distribución y mayoristas, requieren de un manejo, a veces brusco, adicional. La falta de estandarización del tamaño de los palets es un problema de alto costo para los manipuladores en el mercado de destino.

No existe un programa educacional contínuo en el manejo de postcosecha para los manipuladores en el mercado de destino, aunque algunas asociaciones comerciales conducen programas al respecto. Sólo algunos Estados conducen programas extensivos con los embarcadores de fruta, hortalizas y plantas ornamentales y ninguno de estos programas es formalmente extendido a los mercados de distribución. Estos programas deben hacerse extensivos a los manipuladores en los mercados de destino.

Problemas de Mayoristas y Minoristas

Los problemas de los mayoristas incluyen:

1. El personal que maneja la bodega necesita más capacitación acerca de los requisitos de manejo de productos hortofrutícolas.

2. Los productos no son de calidad uniforme.

3. Los productos adquiridos o recibidos a menudo están inmaduros, sobre-maduros, o son de variada madurez y requieren de manejo, espacio y tiempo extra; esto causa pérdidas comerciales.

4. Se debe perfeccionar el control de calidad en los sitios de embarque y en el nivel de ventas mayoristas. Se requiere una mejor comunicación y más objetiva sobre la calidad del producto.

5. Las instalaciones físicas usadas para muchas operaciones son inadecuadas para el manejo correcto del producto, especialmente en la mantención de la temperatura, sanidad y concentraciones de etileno en atmósferas de almacenaje.

6. Los problemas de transporte, incluyendo el manejo de temperaturas del producto y el daño físico que reciben los envases y los productos durante el transporte, deben ser solucionados.

7. Los programas de educación en manejo de productos frescos deben estar al alcance de los manipuladores mayoristas. Las prácticas de manejo mayoristas pueden agravar o aliviar el mal manejo previo, los problemas de madurez o de manejo de la temperatura.

8. Se requiere de manejos extras para muchos productos que se reciben en palets no estandarizados.

Los problemas de los minoristas incluyen:

1. La dificultad de obtener abastecimiento de productos de calidad uniforme.

2. La falta de madurez uniforme es un problema con varios productos y es muy común en melones, tomates y algunas frutas de clima templado.

3. El control de calidad en los puntos de embarque y en los niveles de mayoristas es inadecuada.

4. Se debe contar con personal entrenado y estable.

5. Las instalaciones físicas que existen para el almacenamiento temporal y exhibición del producto bajo condiciones óptimas, son adecuadas.

6. Faltan programas de educación en manejo de productos frescos para el personal de ventas minoristas.

Tendencias y desarrollos actuales

Algunos desarrollos actuales ayudarán al mejor manejo del producto en los mercados de destino. Estos incluyen:

Mejor manejo de la temperatura del producto durante el transporte desde el lugar de embarque a los mercados de destino, mayor uso de camiones refrigerados en la distribución desde bodegas mayoristas o mercados terminales a las tiendas minoristas, mayor y mejor uso de instalaciones refrigeradas de almacenamiento a niveles de mayoristas y minoristas, mayor uso de métodos de enfriado rápido (hidroenfriado, enfriado por aire forzado y

aplicación de hielo al envase) para enfriar productos locales recibidos en los centros de distribución.

2. Mejor uniformidad de los envases en la distribución desde los mayoristas a los minoristas. Esto se puede mejorar uniformando los envases sobre palets estandarizados de 100 cm por 120 cm (40 po 48 pulgadas), usando el concepto de pedidos por capas (por ejemplo, pedir los envases necesarios de un producto para completar una o más capas de envases en un palet) y desarrollar un número mínimo de envases modulares, de tamaño estandar, con medidas métricas, lo cual facilitaría la mezcla de contenedores de distintos tamaños sobre el palet.

3. Mayor uso de personal para control de calidad en los puntos mayoristas (mayormente por mayoristas y cadenas de alimentos). El comprador FOB también sirve como persona de control de calidad.

4. Mayor uso de programas educacionales sobre manejo de productos frescos en los puntos de ventas mayoristas y minoristas. Estos programas pueden ser conducidos por el personal de la misma compañía, consultores de productos, asociaciones para la comercialización de productos (por ejemplo, California Fresh Market Tomato Advisory Board, California Iceberg Lettuce Commission, California Avocado Commission) y organizaciones de comercialización (por ejemplo, Sunkist, Blue Anchor, United Brands).

5. Esfuerzos expansivos de las asociaciones nacionales de productores para promover el valor nutritivo de los productos frescos y para reforzar los estudios hechos sobre los efectos de las prácticas de manejo sobre la mantención de la calidad nutritiva.

6. Mejores comunicaciones entre los manipuladores en los diversos pasos de manejo, especialmente por medio de programas de asociaciones de comercializaciones. Esto incluye actividades educacionales dirigidas a manipuladores de productos para la alimentación.

MADUREZ HORTOFRUTICOLA EN RELACION A LOS ESTADOS DE DESARROLLO DE LA PLANTA (Watada et.al. 1984)

DESARROLLO

CRECIMIENTO

MADURACION

MADUREZ FISIOLOGICA

MADUREZ DE CONSUMO

SENESCENCIA

MADUREZ HORTOFRUTICOLA

BROTES
(espárragos, apio, lechuga y repollo)

TALLOS Y HOJAS

INFLORESCENCIAS
(alcachofa, brocoli, coliflor)

FRUTOS PARCIALMENTE DESARROLLADOS
(pepino, poroto verde, maíz)

FRUTOS TOTALMENTE DESARROLLADOS
(manzana, pera, cítricos, tomate)

RAICES Y TUBERCULOS, SEMILLAS
(zanahoria, cebolla, papas, porotos)

SISTEMAS DE MANEJO DE POSTCOSECHA: HORTALIZAS DE HOJA, RAIZ Y TALLO*

Robert F. Kasmire, Cooperative Extension (retired), Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, CA. 95616

Las hortalizas que no son fruto se pueden dividir en dos subgrupos: hortalizas de tejidos foliares suculentos y órganos vegetativos (estructuras subterráneas). Este capítulo resume las características generales de cada grupo.

I. TEJIDOS FOLIARES SUCULENTOS

El grupo de tejidos foliares suculentos incluye las siguientes hortalizas:

1. *Hortalizas de hoja* - lechuga, repollo, repollo Chino, repollito de Bruselas, apio, ruibarbo, espinaca, acelga, col crespa, endibia, escarola, perejil, cebollas verdes.
2. *Hortalizas de tallo* - espárragos, col rábano, eneldo.
3. *Hortalizas florales* - alcachofas, bróccoli, coliflor.

La mayoría de estas hortalizas se encuentran disponibles en el mercado durante todo el año, provenientes de diversas áreas de producción de California. Por esta razón, no se requiere de un almacenamiento de larga duración. Los productos más perecedores no pueden ser almacenados durante períodos largos.

PROCEDIMIENTOS DE COSECHA Y MANEJO DE POSTCOSECHA

Cosecha

Hortalizas de hoja. Generalmente todas las hortalizas de hoja se cortan manualmente, pero algunas ayudas de cosecha se utilizan con algunas de ellas (repollito de Bruselas, apio y perejil). Se han de-

Versión en inglés "Postharvest Technology of Horticultural Crops". Special Publication 3311 (1985), Cooperative Extension, UCD. Traducido por el Departamento Agroindustrial, Fundación Chile, Santiago, Chile. Lectura complementaria para el Curso Manejo Post-cosecha de Cultivos Horticolas,

sarrollado sistemas mecánicos para la lechuga de cabeza, apio, repollo, repollito de Brusela y coliflor, pero no son usados comercialmente. El apio comúnmente se despunta mecánicamente a una altura uniforme (largo) antes de ser cosechado. La cosechadora de lechuga utiliza rayos gamma o rayos X para determinar la densidad de la cabeza, que es el indicador de la madurez. Ambos métodos son más precisos que la determinación manual. La determinación de la madurez varía según el producto. Las características de firmeza (madurez) utilizadas para la lechuga de cabeza figuran en el Cuadro 28.1. La madurez de otras hortalizas de hoja generalmente se determina por el tamaño y la compacticidad.

Hortalizas de tallo. La mayoría de las hortalizas de tallo se cosechan manualmente. Se pueden efectuar cosechas mecánicas experimentales con una cantidad limitada de espárragos. Los espárragos generalmente son cortados a mano cuando los turiones han crecido por lo menos 23 cm (9 pulgadas) sobre la superficie del suelo.

Hortalizas de flor. Todas las hortalizas de flor se cosechan manualmente, pero a veces se usa ayuda de cosecha en el caso de bróccoli.

Embalaje en campo versus embalaje en plantas de embalaje

El embalaje en el campo se utiliza para todas las hortalizas de hoja, con algunas excepciones con repollitos de Bruselas y las cebollas verdes. Los productos se seleccionan por madurez y calidad, después se cortan, se recortan, se embalan en cajas de cartón o madera, se transportan a los enfriadores, se enfrían, se colocan en almacenamiento en frío temporal previo a la carga o carga directa, y después se transportan al mercado. El envasado en el campo produce rendimientos comerciales más altos, ya que se reducen los daños causados por la manipulación. La lechuga, envuelta y no envuelta, el apio, coli-

flores, bróccoli y espinaca, son mayormente envasadas en el campo, aun cuando las tres últimas aun son envasadas en plantas de embalaje.

Generalmente los tállos de apio pequeños son envasados en el campo en envases a granel despues de ser cosechados y transportados a las plantas de embalaje para el recorte, la selección, el pre-envasado y el embalaje, como corazones de apio. La lechuga y colifor envuelta son seleccionadas manualmente, cortadas, recortadas y colocadas en unidades móviles en el terreno donde se envuelven y se embalan en cajas. Posteriormente se transportan a los enfriadores al vacío u otras instalaciones para su enfriado y manejo posterior. El manejo brusco durante las operaciones de envasado en el campo es la causa principal de las pérdidas comerciales de lechugas y coliflores. La limpieza del producto es un problema en el envasado en campo, especialmente cuando los terrenos están barrosos.

CUADRO 28.1

CARACTERISTICAS DE FIRMEZA (MADUREZ) DE LECHUGA DE CABEZA

Tipos de firmeza	Consideraciones de postcosecha
(1) Blanda, sin formación de cabeza	Mayor susceptibidad a daños físicos; de tasa de respiración más alta que de lechuga madura; no comercializabilizable.
(2) Regualarmente firme, pequeña formación de cabeza	Tasa de respiración más alta.
(3) Firme, buena formación de cabeza; densidad óptima (madurez)	Vida de almacenamiento máxima
(4) Dura densidad máxima, nervios partidos	Mayor susceptibilidad al "russet, ("pink-rib") u otros desórdenes fisiológicos; menor vida útil.
(5) Extra dura; nervios centrales partidos, común; mucha presión interna	Mínima vida útil y de almacenamiento, por avanzada madurez; más difícil de enfriar al vacío.

Operaciones en la planta de embalaje

Todas las hortalizas de tallo y flor que no son envasadas en el campo son seleccionadas, cortadas, colocadas en envases a granel, transportadas a las plantas de embalaje, recortadas, seleccionadas, calibradas, envasadas en cajas de cartón o madera, enfriadas, colocadas temporalmente en almacenaje frío para carga posterior o cargadas directamente en vehículos de transporte preenfriados, y transportadas al mercado (Fig. 28.1). En comparación con el embalaje en el campo, el método de embalaje en la planta de embalaje requiere de más energía,

mayor manipulación del producto, y causa más daños, lo cual reduce los rendimientos comerciales. Todos estos factores hacen que el embalaje en la planta de embalaje sea el más costoso de ambos métodos.

Las cabezas firmes de las lechugas se cortan manualmente, se recortan cuidadosamente, se cargan en "bins", se transportan a los enfriadores al vacío y se enfrían para el proceso posterior en los puntos de embarque o se embarcan a procesadores en el mercado de destino. El proceso incluye quitar el corazón, el picado, el lavado en agua fría (aproximadamente 0°C = 32°F), la selección para eliminar los productos defectuosos, secado por centrifugación, envasado en bolsas de polietileno, aplicación de atmósferas controladas, (donde se usen), embalaje en cajas, almacenamiento en frío temporal, y embarque a los mercados de destino en vehículos de transporte refrigerados.

Las operaciones llevadas a cabo en las plantas de embalaje para la preparación para la venta son las siguientes:

1. Recorte y lavado con agua clorinizada (concentración de cloro deseable alrededor de 200 ppm)
2. Clasificación para eliminar los productos defectuosos
3. Calibraje, en algunos casos (todo el calibrado es subjetivo y hecho a mano)
4. Envoltura de las unidades individuales (coliflores), o en algunos casos, el reenvasado (repollito de Bruselas, bróccoli, coliflor)
5. Embalaje en envases de cartón cerecinado, o en cajas de madera que soporten el hidroenfriado, envasado con hielo, o colocación de hielo sobre los envases durante el transporte.

Enfriado

Los métodos de enfriado varían según el producto, como sigue:

1. Se usa el enfriado al vacío para lechuga de cabeza, lechuga de hojas, espinaca, coliflor, repollo Chino, repollo y otras hortalizas de hoja
2. El enfriado Hydro-Vac (una modificación del enfriado al vacío), para el apio y otras hortalizas de hoja
3. El hidroenfriado, para lechuga de hoja, apio, espinaca, algunas cebollas verdes, puerro, alcachofa y otras hortalizas de hoja
4. Envasado con hielo, incluyendo "hielo líquido", para bróccoli, espinaca, perejil, cebollas verdes y repollitos de Bruselas
5. Enfriado en cámara, especialmente para alcachofa y repollo y para otras hortalizas en algunos lugares
6. Enfriado por aire forzado, especialmente para coliflor y limitadamente para otras hortalizas de hoja y tallo.

Condiciones recomendadas para el almacenamiento

Procedimientos de manejo de temperatura:

1. Evitar las demoras entre la cosecha y el enfriado, especialmente durante las épocas de calor
2. Enfriar a 1°C (± 1°C) [34°F (± 2°F)]; evitar la congelación
3. Inmediatamente después del enfriado, trasladar a vehículos de transporte refrigerado o cámaras de almacenamiento en frío
4. Mantener la temperatura a 1°C (± 1°C) y una humedad relativa de 90 a 95% durante el transporte y almacenamiento temporal.

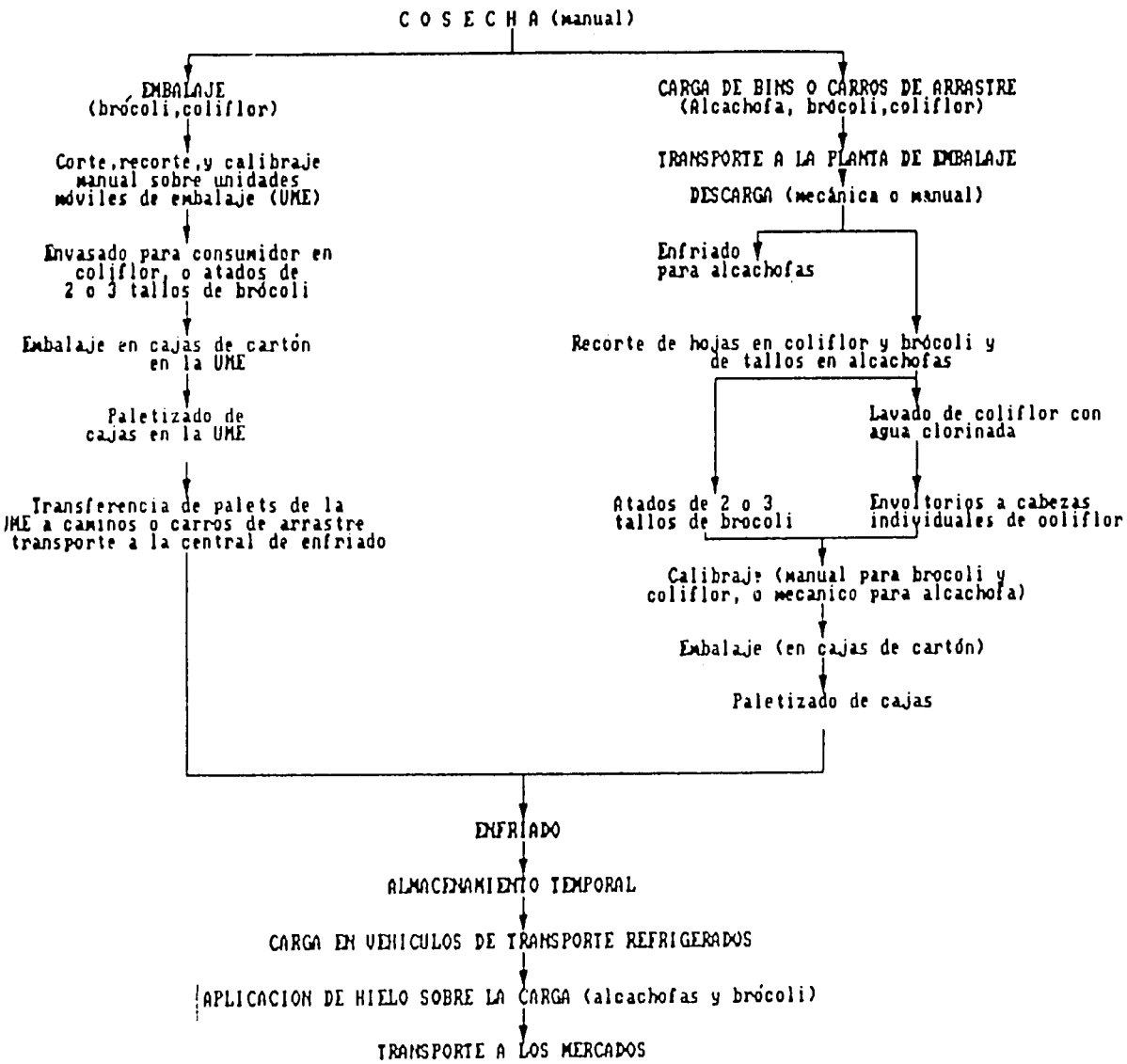


FIG.28.1/ OPERACIONES DE COSECHA Y POSTCOSECHA EN HORTALIZAS DE FLOR (Alcachofa,brocoli,coliflor)

No se recomienda un almacenamiento prolongado, excepto con repollo, repollo Chino y apio. Durante el almacenamiento se debe mantener el flujo de aire al mínimo para el control adecuado de la temperatura, remoción de CO_2, y la mantención de adecuados niveles de O_2. Se debe evitar la exposición al etileno en el sistema de manejo.

II. ORGANOS VEGETATIVOS SUCULENTOS

La parte comestible de los órganos vegetativos se desarrolla subterráneamente. Este grupo de hortalizas incluye varias estructuras botánicas:

1. *Raíces* - betarraga, zanahoria, apio de papa, rábano, raíz picante, pastinaca, nabo, camote, yuca.
2. *Tubérculos* - papa, topinanbur, yam *Dioscorea spp.*
3. *Bulbos* - cebollas, ajos, chalotas.
4. *Rizomas* - gengibre.
5. *Cormos* -taro (dasheen)

Las hortalizas de este grupo también se pueden subdividir en dos grupos según sus requerimientos de postcosecha:

1. *Hortalizas de "raíz" de zonas templadas* - betarraga, zanahoria, apio, rábano, raíz picante, pastinaca, nabo, papa, cebolla, ajo, chalota.
2. *Hortalizas de "raíz" tropicales y subtropicales* - camote, yam, yuca, gengibre, taro.

SISTEMAS DE MANEJO DE COSECHA Y POSTCOSECHA

Cosecha

Los índices de la madurez de cosecha varían según el producto. Estos son algunos criterios utilizados para algunos cultivos:

1. *Zanahoria* - tamaño de la raíz
2. *Rábano* - días desde su plantación
3. *Papa* - sequedad del follaje, condición de la cáscara
4. *Taro* - comienza a secarse el follaje
5. *Ajo y cebolla* - la sequedad de las raíces superiores, ablandamiento de los tejidos del cuello.
6. *Camote* - senescencia de las viñas

Este grupo de hortalizas se cosechan manualmente y mecánicamente. La mayoría de las hortalizas de raíz se cosechan mecánicamente y se transportan a granel a las plantas de embalaje o de procesamiento. El ajo y las cebollas para el mercado fresco se cosechan manualmente, se curan en el campo y se transportan a granel a la planta de embalaje. La cosecha de los camotes aún se hace manualmente, ya que sus pesadas guías y sus raíces tiernas se dañan fácilmente con el sistema mecánico. En papas se usan productos químicos para secar las guías antes de efectuar la cosecha mecánica. Se puede producir mucho daño físico durante las operaciones de cosecha, lo que constituye el principal problema de pérdidas en la postcosecha.

Curado

Uno de los sistemas más efectivos para reducir la pérdida de agua y pudrición durante el almacenaje de postcosecha de cebollas, ajos, papas, camotes y otras hortalizas tropicales de "raíz", es el curado. Se deja que las superficies dañadas cicatricen, y el peridermio de

la herida de papas, camotes y otros productos similares se torna más grueso. Hay una pequeña pérdida de agua durante el curado. La remoción de los productos en estado de pudrición previo al curado y almacenamiento, asegura un mayor porcentaje de productos sanos después del almacenamiento. Las condiciones requeridas para el curado varían según el producto, lo que se demuestra en el Cuadro 28.2.

Cuando cebollas y ajos se curan en el campo, se cortan por abajo, se arrancan manualmente y se dejan secar durante 5 a 10 días (dependiendo de las temperaturas ambientales), antes de despuntarlos. El curado se puede efectuar en zanjas tapadas para prevenir la quemadura de sol de los bulbos. Otro método es colocar los bulbos ya desraizados y despuntados en sacos de aspillera durante 3 a 14 días para el curado en el campo. Algunas veces, el curado se hace cerca de las plantas embaladoras o en ellas, o bien en instalaciones especiales que utilizan aire forzado caliente.

CUADRO 28.2

CONDICIONES OPTIMAS PARA EL CURADO DE HORTALIZAS DE RAIZ, TUBERCULOS O BULBOS

Producto	Temperatura Celsius (grados)	Temperatura Farenheit (grados)	Humedad relativa (%)	Duración (días)
Papas	15-20	59-68	85-90	5-10
Camotes	30-32	85-90	85-90	4-7
Yam	32-40	90-104	90-100	1-4
Yuca	30-4	90-104	90-95	2-5
Cebolla y Ajo	35-45	95-113	60-75	0.5-1[a]

[a] Con aire forzado caliente.

Almacenamiento

Cebollas, ajos, papas y camotes generalmente se almacenan después del curado y antes de ser preparadas para su comercialización (selección, calibraje y embalaje). Estos productos pueden ser almacenados de 3 a 10 meses.

Preparación para el mercado y la comercialización

Para que los órganos vegetativos lleguen al mercado en condiciones comercializables, se debe seguir los siguientes pasos:

1. Limpieza: Las hortalizas de tubérculo se deben escobillar en seco o lavar y secar para extraer toda la humedad excesiva de la superficie.

2 Separación: Eliminar todos los productos defectuosos y basuras.

3. Tratamiento: Se utiliza el tratamiento fungicida con SOPP y Botran, en postcosecha de camotes.

4. Calibraje: Se pueden usar calibradores mecánicos o manuales (subjetivo). Los calibradores mecánicos generalmente utilizados son los rodillos divergentes o calibradores por peso. Para papas se usan calibradores volumétricos modificados.

5. Selección: Separa en categorías de calidad

6. Embalaje: El embalaje se hace en envases definitivos o a granel. Algunos productos (papas, ajos, hortalizas de raíz) generalmente se envasan en unidades de consumo que a la vez son embaladas en envases mas grandes.

7. Carga en vehículos de transporte: Cebollas, papas y rábanos generalmente se transportan a granel a las plantas de proceso. Sin embargo, la mayoría de los productos se transportan en los envases definitivos.

8. Almacenamiento: Las instalaciones de almacenamiento refrigerado o ventilado mantienen los productos durante largos períodos para regular el flujo al mercado.

9. Manejo en el punto de destino: En envasado de consumo en el punto de destino puede efectuarse por manipuladores especializados conocidos como pre-envasadores, por distribuidores mayoristas o por cadenas de tiendas de alimentos.

10 Manejo de minoristas: Esta etapa varía según el tipo de tienda de alimentos minorista, pero siempre incluye un almacenamiento temporal, la preparación de los productos para ser exhibidos al consumidor y mantención de los exhibidores.

Enfriado

Todos los cultivos de raíz de zonas temperadas, exceptuando papas, cebollas y ajos pueden ser hidroenfriadas, y algunos embarcadores usan este método con las papas durante las temporadas de mucho calor. Los cultivos de raíz tropicales, papas, cebollas y ajos, ocasionalmente son enfriados en cámara antes de ser embarcado a su mercado de destino. Este sistema se está usando cada vez más con las papas que son embarcadas durante las temporadas de mucho calor. Las papas y cebollas destinadas al almacenamiento son enfriadas durante la primera etapa del almacenamiento con aire frío forzado a través de las pilas o "bins". El enfriado se puede hacer mediante el aire ambiental, usando controles de temperatura y humedad relativa, o con aire producido por refrigeración mecánica.

Tratamientos especiales

Para el almacenamiento, las cebollas y papas generalmente se pulverizan con HM (hidrazida maleica) algunas semanas antes de la cosecha para inhibir la brotación durante el almacenamiento. Las pulverizaciones en aerosol de CIPC (3-cloro-isopropil-N-feniel carbamato) son circuladas alrededor de las papas almacenadas para inhibir la brotación. También es necesario controlar los roesdores en las instalaciones de almacenamiento de papas y camotes.

Métodos de almacenamiento no refrigerado

Algunos productores ocasionalmente almacenan papas maduras en el terreno durante varias semanas antes de la cosecha. Para el almacenamiento de raíces tropicales y tubérculos se utilizan hoyos, zanjas y trojas. En algunas áreas, los hoyos se usan ocasionalmente para el almacenamiento de corta duración y para pequeños volúmenes de papas irlandesas, pero este sistema es menos efectivo que una instalación de enfriado para almacenamiento prolongado.

El almacenamiento ventilado en subterráneos o en bodegas sobre la superficie, se usa para papas, camotes, ajos y cebollas. Las instalaciones más modernas están provistas de controles de temperatura y humedad relativa, y proporcionan circulación de aire forzado a través de las trojas de papas o cebollas, o alrededor de las estibas de los "bins" que contienen cebollas, ajos o camotes.

CONDICIONES RECOMENDADAS DE ALMACENAMIENTO

Hortalizas de raíz de zonas templadas

En California, las hortalizas de raíz de zonas templadas generalmente no se almacenan. Cuando esto ocurre, se deben mantener las siguientes condiciones: una temperatura de 0°C (32°F), 95 a 98% de humedad relativa (HR), una circulación de aire adecuada para remover el calor vital del producto y prevenir la acumulación de CO_2.

Las papas pueden ser almacenadas durante 10 a 12 meses en condiciones apropiadas de almacenamiento. La mayoría de las instalaciones de almacenamiento de larga duración se encuentran en los Estados del norte. En California, las papas son almacenadas en Klamath Basin, cerca del límite de Oregon. Para el mercado fresco, las papas deben ser almacenadas bajo las siguientes condiciones: temperatura de 4° a 7°C (39.2° a 44.6°F), 95 a 98% de HR, suficiente circulación de aire para prevenir la acumulación de CO_2 (alrededor de 0,8 pies cúbicos [0,02 metros cúbicos] por minuto por 100 libras [45 kg] de papas), y sin luz para evitar el verdeo. Para el proceso (ej: papas chips), las condiciones adecuadas deben ser: 8° a 12°C (46.4° a 53.6°F), 95 a 98% de HR, ventilación adecuada, y oscuridad absoluta. Las papas para semilla se mantienen mejor de 0° a 2°C (32° a 36°F), 95 a 98% de HR y ventilación adecuada.

El ajo debe mantenerse a 0°C (32°F) durante almacenamiento prolongado (de 6 a 7 meses); se puede usar 28° a 30°C (82.4° a 86°F) para almacenamiento de hasta un mes. Una HR de 70% y ventilación de aproximadamente [illegible] metro cúbico de aire por minuto por un metro cúbico de ajo [illegible] efectivo.

La capacidad de almacenamiento de la cebollas es muy variable. Los tipos de alto contenido de sólidos soportan mejor el almacenamiento

prolongado, y los tipos moderados (contenidos bajos de sólidos) generalmente no se pueden almacenar más allá de un mes. Las temperaturas de almacenamiento deben ser de 0° a 5°C (32° a 41°F) y de 28° a 30°C (82.4° a 86°F); las temperaturas intermedias favorecen la brotación. La humedad relativa debe mantenerse de 65 a 70% y la ventilación debe ser de 0,5 a 1,0 metro cúbicos de aire por minuto por cada metro cúbico de cebollas. Se debe evitar la exposición a la luz para prevenir el verdeo. El potencial de almacenamiento de las cebollas depende del cutivar.

Hortalizas de raíz de zonas tropicales

Las condiciones óptimas de almacenaje para las hortalizas de raíz de zonas tropicales están resumidas en la Cuadro 28.3

CUADRO 28.3

CONDICIONES OPTIMAS DE ALMACENAMIENTO PARA LAS HORTALIZAS DE RAIZ DE ZONAS TROPICALES

Producto	Temperatura Celsius (grados)	Temperatura Farenheit (grados)	Humedad relativa (%)	Duración
Yuca	5- 8	41.0-46.4	80-90	2-4 semanas
Gengibre	12-14	53.6-57.2	65-75	< 6 meses
Camotes	12-14	53.6-57.2	85-90	< 6 meses
Taro	13-15	55.4-59.0	85-90	< 4 meses
Yam	13-15	55.4-50.0	cerca 100	< 6 meses
	27-30	80.6-86.0	60-70	3-5 semanas

ORGANOS VEGETATIVOS SUCULENTOS *

La parte comestible de los órganos vegetativos se desarrolla subterráneamente. Este grupo de hortalizas incluye varias estructuras botánicas:

1. Raíces - betarraga, zanahoria, apio de papa, rábano, raíz picante, pastinaca, nabo, camote, yuca.
2. Tubérculos - papa, topinanbur, yam Dioscorea spp.
3. Bulbos - cebollas, ajos, chalotas
4. Rizomas - gengibre
5. Cormos - taro (dasheen)

Las hortalizas de este grupo también se pueden subdividir en dos grupos según sus requerimientos de postcosecha:

1. Hortalizas de "raíz" de zonas templadas -betarraga, zanahoria, apio, rábano, raíz picante, pastinaca, nabo, papa, cebolla, ajo, chalota.

2. Hortalizas de "raíz" tropicales y subtropicales -camote, yam, yuca, gengibre, taro.

Sistemas de manejo de cosecha y postcosecha

Cosecha

Los índices de la madurez de cosecha varían según el producto. Estos son algunos criterios utilizados para algunos cultivos:

1. Zanahoria - tamaño de la raíz
2. Rábano - días desde su plantación
3. Papa - sequedad del follaje, condición de la cáscara
4. Taro - comienza a secarse el follaje
5. Ajo y cebolla - la sequedad de las raíces superiores, ablandamiento de los tejidos del cuello.
6. Camote - senescencia de las viñas.

Este grupo de hortalizas se cosechan manualmente y mecánicamente. La mayoría de las hortalizas de raíz se cosechan mecánicamente y se transportan a granel a las plantas de embalaje o de procesamiento. El ajo y las cebollas para el mercado fresco se cosechan manualmente, se curan en el campo y se transportan a granel a la planta de embalaje.

---

* R.F. Kasmire, Universidad de California, Davis, CA 95616 Lectura complementaria del **Curso Manejo Post-cosecha de Cultivos Hortícolas,**

La cosecha de los camotes aún se hace manualmente, ya que sus pesadas guías y sus raíces tiernas se dañan fácilmente con el sistema mecánico. En papas se usan productos químicos para secar las guías antes de efectuar la cosecha mecáncica. Se puede producir mucho daño físico durante las operaciones de cosecha, lo que constituye el principal problema de pérdidas en la postcosecha.

Curado

Uno de los sistemas más efectivos para reducir la pérdida de agua y pudrición durante el embalaje de postcosecha de cebollas, ajos, papas, camotes y otras hortalizas tropicales de "raíz", es el curado. Se deja que las superficies dañadas cicatricen, y el peridermio de la herida de papas, camotes y otros productos similares se torna más grueso. Hay una pequeña pérdida de agua durante el curado. La remoción de los productos en estado de pudrición previo al curado y almacenamiento, asegura un mayor porcentaje de productos sanos después del almacenamiento. Las condiciones requeridas para el curado varían según el producto, lo que se demuestra en el Cuadro 1.

Cuando cebollas y ajos se curan en el campo, se cortan por abajo, se arrancan manualmente y se dejan secar durante 5 a 10 días (dependiendo de las temperaturas ambientales), antes de despuntarlos. El curado se puede efectuar en zanjas tapadas para prevenir la quemadura de sol de los bulbos. Otro método es colocar los bulbos ya desraizados y despuntados en sacos de aspillera durante 3 a 14 días para el curado en el campo. Algunas veces, el curado se hace cerca de las plantas embaladoras o en ellas, o bien en instalaciones especiales que utilizan aire forzado caliente.

Cuadro 1.- Condiciones óptimas para el curado de hortalizas de raíz, tubérculos o bulbos

Producto	Temperatura Celsius (grados)	Temperatura Farenheit (grados)	Humedad relativa (%)	Duración (días)
Papas	15-20	59-68	85-90	5-10
Camotes	30-32	85-90	85-90	4- 7
Yam	32-40	90-104	90-100	1- 4
Yuca	30- 4	90-104	90-95	2- 5
Cebolla y Ajo	35-45	95-113	60-75	0.5- 1*

* Con aire forzado caliente.

Almacenamiento

Cebollas, ajos, papas y camotes generalmente se almacenan después del curado y antes de ser preparadas para su comercialización (selección, calibraje y embalaje). Estos productos pueden ser almacenados de 3 a 10 meses.

Preparación para el mercado y la comercialización

Para que los órganos vegetativos lleguen al mercado en condiciones comercializables, se debe seguir los siguientes pasos:

1. Limpieza: Las hortalizas de tubérculo se deben escobillar en seco o lavar y secar para extraer toda la humedad excesiva de la superficie.

2. Separación: Eliminar todos los productos defectuosos y basuras.

3. Tratamiento: Se utiliza el tratamiento fungicida con SOPP y botran, en postcosecha de camotes.

4. Calibraje: Se pueden usar calibradores mecánicos o manuales (subjetivo). Los calibradores mecánicos

generalmente utilizados son los rodillos divergentes o calibradores por peso. Para papas se usan calibradores volumétricos modificados.

5. Selección: Separa en categorías de calidad.

6. Embalaje: El embalaje se hace en envases definitivos o a granel. Algunos productos (papas, ajos, hortalizas de raíz) generalmente se envasan en unidades de consumo que a la vez son embaladas en envases más grandes.

7. Carga en vehículos de transporte: Cebollas, papas y rábanos generalmente se transportan a granel a las plantas de proceso. Sin embargo, la mayoría de los productos se transportan en los envases definitivos.

8. Almacenamiento: Las instalaciones de almacenamiento refrigerado o ventilado mantienen los productos largos períodos para regular el flujo de mercado.

9. Manejo en el punto de destino: En envasado de consumo en el punto de destino puede efectuarse por manipuladores especializados conocidos como pre-envasadores, por distribuidores mayoristas o por cadenas de tiendas de alimentos.

10. Manejo de minoristas: Esta etapa varía según el tipo de tienda de alimentos minoristas, pero siempre incluye un almacenamiento temporal, la preparación de los productos para ser exhibidos al consumidor y mantención de los exhibidores.

Enfriado

Todos los cultivos de raíz de zonas temperadas, exceptuando papas, cebollas y ajos pueden ser hidroenfriadas, y algunos embarcadores usan este método con las papas durante las temporadas de mucho calor. Los cultivos de raíz tropicales, papas, cebollas y ajos, ocasionalmente son enfriados en cámara antes de ser embarcado a su mercado de destino. Este sistema se está usando cada vez más con las papas que son embarcadas durante las temporadas de mucho calor. Las papas y cebollas destinadas al almacenamiento son enfriadas durante la primera etapa del almacenamiento con aire frío forzado a través de las pilas o "bins". El enfriado se puede hacer mediante el aire ambiental, usando controles de temperatura y humedad relativa, o con aire producido por refrigeración mecánica.

Tratamientos especiales

Para el almacenamiento, las cebollas y papas generalmente se pulverizan con HM (hidrazida maleica) algunas semanas antes de la cosecha para inhibir la brotación durante el almacenamiento. Las pulverizaciones en aerosol de CIPC (3-cloro-isopropil-N-feniel carbamato) son, circuladas alrededor de las papas almacenadas para inhibir la bortación. También es necesario controlar los roedores en las instalaciones de almacenamiento de papas y camotes.

Métodos de almacenamiento no refrigerado

Algunos productores ocasionalmente almacenan papas maduras en el terreno durante varias semanas antes de la cosecha. Para el almacenamiento de raíces tropicales y tubérculos se utilizan hoyos, zanajs y trojas. En algunas áreas, los hoyos se usan ocasionalmente para el almacenamiento de corta duración y para pequeños volúmenes de papas Irlandesas, pero este sistema es menos efectivo que una instalación de enfriado para almacenamiento prolongado.

El almacenamiento ventilado en subterráneos o en bodegas sobre la superficie, se usa para papas, camotes, ajos y cebollas. Las instalaciones más modernas están provistas de controles de temperatura y humedad relativa, y proporcionan circulación de aire forzado a través de las trojas de papas o cebollas, o alrededor de las estibas de los "bins" que contienen cebollas, ajos o camotes.

Condiciones recomendadas de almacenamiento

Hortalizas de raíz de zonas templadas

En California, las hortalizas de raíz de zonas templadas generalmente no se almacenan. Cuando esto ocurre, se deben mantener las siguientes condiciones: una temperatura de 0°C (32°F), 95 a 98% de humedad relativa (HR), una circulación de aire adecuada para remover el calor vital del producto y prevenir la acumulación de CO_2.

Las papas pueden ser almacenadas durante 10 a 12 meses en condiciones apropiadas de almacenamiento. La mayoría de las instalaciones de almacenamiento de larga duración se encuentran en los Estados del norte. En California, las papas son almacenadas en Klamath Basin, cerca del límite de Oregon. Para el mercado fresco, las papas deben ser almacenadas bajo las siguientes condiciones: temperatura de 4° a 7°C (39.2° a 44.6°F), 95 a 98% de HR, suficiente circulación de aire para prevenir la acumulación de CO_2 (alrededor de 0,8 pies cúbicos

(0,02 metros cúbicos) por minuto por 100 libras (45 Kg) de papas), y sin luz para evitar el verdeo. Para el proceso (ej: papas chips), las condiciones adecuadas deben ser: 8° a 12°C (46,4° a 53.6°F), 95 a 98% de HR, ventilación adecuada, y obscuridad absoluta. Las papas para semilla se mantienen mejor de 0° a 2°C (32° a 36°F), 95 a 98% de HR y ventilación adecuada.

El ajo deben mantenerse a 0°C (32°F) durante almacenamiento prolongado (de 6 a 7 meses); se puede usar 28° a 30°C (82.4° a 86°F) para almacenamiento de hasta un mes. Una HR de 70% y ventilación de aproximadamente un metro cúbico de aire por minuto por un metro cúbico de ajo, es efectivo.

La capacidad de almacenamiento de las cebollas es muy variable. Los tipos de alto contenido de sólidos soportan mejor el almacenamiento prolongado, y los tipos moderados (contenidos bajos de sólidos) generalmente no se pueden almacenar más allá de un mes. Las temperaturas de almacenamiento deben ser de 0° a 5°C (32° a 41°F) y de 28° a 30°C (82.4° a 86°F); las temperaturas intermedias favorecen la brotación. La humedad relativa debe mantenerse de 65 a 70% y la ventilación debe ser de 0,5 a 1,0 metro cúbicos de aire por minuto por cada metro cúbico de cebollas. Se debe evitar la exposición a la luz para prevenir el verdeo. El potencial de almacenamiento de las cebollas depende del cultivar.

Hortalizas de raíz de zonas tropicales

Las condiciones óptimas de almacenaje para las hortalizas de raíz de zonas tropicales están resumidas en el Cuadro 2.

Cuadro 2.- Condiciones óptimas de almacenamiento para las hortalizas de raíz de zonas tropicales

Producto	Temperatura Celsius (grados)	Temperatura Farenheit (grados)	Humedad relativa (%)	Duración (días)
Yuca	5 -8	41.0-46.4	80-90	2-4 semanas
Gengibre	12-14	53.6-57.2	65-75	< 6 meses
Camotes	12-14	53.6-57.2	85-90	< 6 meses
Taro	13-15	55.4-59.0	85-90	< 4 meses
Yam	13-15	55.4-50.0	cerca 100	< 6 meses
		ó		
	27-30	80.6-86.0	60-70	3-5 semanas

MANEJO POSTCOSECHA DE ESPARRAGOS *

Robert F. Kasmire **

El espárrago es de los productos horticolas más perecederos. Se deterioran rápidamente a temperaturas sobre 5°C (41°F). Por lo tanto, su calidad, contenido vitaminico, y su sabor delicado sólo puede mantenerse con el manejo adecuado durante el proceso comercial. Esto incluye al productor, al embarcador, a la agencia de transporte, al comprador y/o minorista, además del público consumidor.

Es muy importante tener presente que los productos frescos, incluyendo los espárragos, son organismos vivos; ya que respiran, despiden calor, pierden humedad y si no son manejados cuidadosamente, no son comerciables. Muchos factores influyen la tasa del deterioro de postcosecha del espárrago, incluyendo las prácticas físicas de manejo, la sanidad, humedad relativa, y la temperatura ambiental.

La pérdida de la calidad comienza con la cosecha. La exposición a temperaturas altas desde 30° a 35°C (85° a 95°F) durante unas pocas horas, puede resultar en grandes pérdidas de la calidad. Los productores deben manejar el cultivo expeditamente desde el campo a la planta de embalaje y de allí al enfriado por el embarcador para el mercado fresco, si es que éste no se ha efectuado en la misma instalación de embalaje. Muchos productores han instalado hidroenfriado en sus plantas de embalaje para la remoción del calor del campo y después almacenan las cajas envasadas en cámaras frías hasta el momento del transporte, o han construido pequeñas cámaras frías para mantener el embalaje del día hasta que pueda ser llevado a las instalaciones de hidroenfriado.

Si la mercaderia se encuentra en la instalación central de embalaje en el predio, o en la instalación de embarque en la ciudad, durante el embalaje, el espárrago debe ser rápidamente enfriado a menos de 2°C y mantenerlo a esa temperatura durante el periodo de comercialización. Generalmente el espárrago es hidroenfriado en equipos tipo ducha. El ciclo de enfriado generalmente es de 10 a 14 minutos (aún cuando ésto varia de acuerdo a la temperatura

* Lectura complementaria para el Curso **"Manejo Post-cosecha de Productos Horticolas"**,

** Cooperative extension (retired), Department of Vegetables Crops, University of California, Davis, CA 95616.

inicial del producto antes del enfriado para obtener la temperatura final). Los envases generalmente se mueven en una cinta transportadora a través del hidroenfriador, en una sola capa, especialmente cuando se usan envases de cartón reforzado, para asegurar una buena penetración de agua fría a través de la carga. Es conveniente tener presente lo siguiente: un buen enfriado requiere del hielo adecuado para mantener el nivel de la temperatura del agua de enfriado a aproximadamente 2°C; que el filtro de la parte superior del hidroenfriador se mantenga limpio (ya que los hoyos tapados no permiten un flujo uniforme de agua sobre la carga, el flujo óptimo debe ser de 10 a 15 gpm/pie² del área del hidroenfriador), y el agua de enfriado debe estar clorinizada a aproximadamente 100-150 ppm para la protección de los espárragos contra organismos de pudrición. Una vez enfriados, los envases deben ser paletizados de forma que permitan un buen flujo de aire a través y alrededor de los envases mientras son mantenidos en la cámara de almacenamiento refrigerado, a la espera del embarque hacia el mercado. También es importante tener a la salida, un envase bien diseñado con buena ventilación superior e inferior que permita un hidroenfriado y un almacenamiento eficiente.

La temperatura en las cámaras frigoríficas debe mantenerse de 2° a 4.5°C (36° a 40°C) con una buena circulación de aire y humedad relativa alta (90 a 95%) para evitar la deshidratación, especialmente en los extremos inferiores de los turiones. Cuando se consideren las tasas de respiración del turión cosechado, se debe recordar lo siguiente:

Turiones enteros	- Altas
Puntas	- Las más altas
Zona de elongación	- Intermedias
Porción de la base	- Bajas

También se producen cambios químicos en el turión cosechado relacionados con la temperatura:

1. La lignificación (tejido fibroso) aumenta (largo total del turión).
2. Pérdida de azúcares totales y azúcares reductores
3. Pérdida en el peso seco del producto
4. Aumento de la fibra cruda a expensas de los azúcares
5. Pérdida de ácido ascórbico (vitamina C)

En todo lo mencionado anteriormente, los cambios porcentuales más altos se producen durante las primeras 24 horas de almacenamiento. Estos cambios son menores a 0.5°C y mayores a medida que aumenta la temperatura.

El crecimiento promedio del turión durante 24 horas que se produce a diferentes temperaturas:

0.16 pulgadas a 0.5°C
0.71 pulgadas a 5°C
1.13 pulgadas a 13°C

Una vez que el espárrago es transportado desde la instalación embarcadora al vehiculo de transporte, debe ser cargado cuidadosamente para que los palets estén alineados longitudinalmente en la dirección del flujo de aire frio que viene de la unidad de refrigeración del vehiculo. Las unidades de transporte deben estar equipadas con cabezales de aire de retorno delantero, y los envases no deben ser colocados en contacto directo con las paredes y piso del vehiculo, ya que éstas son fuentes de calor. Los vehiculos deben ser preenfriados antes de la carga, y la temperatura debe ser mantenida a menos de 5°C durante todo el periodo de tránsito. Una buena medida es la siguiente: el espárrago que va a ser mantenido durante menos de 10 dias debe estar a temperaturas de 0° a 1°C; por más de 10 dias, la temperatura baja prolongada. La humedad relativa debe ser de 90 a 95%. La concentración de anhidrido carbónico debe ser mantenida a 5% y los niveles de oxigeno de 1-10% causarán daño al turión. También se ha informado de daños por concentraciones de etileno de 10 ppm.

El cuidado de la carga es tan importante como el manejo en la planta de embalaje; los machucones y otras heridas causan una respiración acelerada y muchas veces una producción acelerada de etileno. Los machucones dañan las barreras naturales de humedad del espárrago, acelerando la tasa de pérdida de agua y provocando puntos de entrada para los organismos de pudrición. El buen manejo y una carga adecuada, además de buenas temperaturas de tránsito, aseguran la mantención de la calidad del producto y evitan las pérdidas producidas por organismos patógenos tales como la pudrición blanda bacteriana, la pudrición por *Fusarium*, y la pudrición gris.

Las cargas deben ser bien aseguradas para evitar daños y mantener canales de aire adecuados. La descompensación de los envases, ya sea por estiba irregular o el movimiento durante el tránsito puede obstruir los canales de aire y resultar en

el colapso del envase y en la condición adversa del producto en su punto de destino. Los acoplados deben ser controlados en sus paredes y puertas dañadas, antes de la carga para asegurar una buena hermeticidad y mantención de la temperatura de tránsito.

El espárrago puede ser embarcado en cargas mixtas con otros productos que tienen los mismos requerimientos de temperatura y humedad relativa. Esto incluye productos como las alcachofas, betarragas, zanahorias, lechugas, endibias, champiñones, perejil, pastinaca, arvejas, ruibarbo, espinaca, cebollas verdes, rábanos, apio, brócoli, repollo, coliflor, repollitos de Bruselas y maiz dulce. (Si se fuera a utilizar vagones de ferrocarril o acoplados y el hielo fuera parte de la carga, se deben tomar precauciones para evitar el contacto con el espárrago).

Cuando el espárrago ha llegado a su destino, se debe mantener en frio, y la tienda minorista debe exhibir sólo la cantidad necesaria que puede ser comercializada en un dia. El remanente debe mantenerse en almacenaje frio adecuado. Cuando es exhibido para la venta en las tiendas, debe ser mantenido a temperaturas lo más cercanas a 0°C, si los equipos exhibidores lo permiten. El asperjar los espárragos periódicamente con agua fria mientras permanecen en el exhibidor, ayudarán a conservar su calidad tierna durante más tiempo y asegura un producto satisfactorio para el consumidor. Los espárragos deben ser exhibidos en posición vertical con los extremos inferiores puestos en bandejas con agua fria de poca profundidad.

Con lo que se ha visto, es aparente la importancia del buen manejo, enfriado rápido, y mantención de ambientes de tránsito adecuados para conservar la calidad el espárrago para el mercado fresco. La mantención de la calidad del producto y el abastecimiento asegurarán una buena demanda de consumo local, además de la posibilidad de apertura al mercado de exportación.

EL TURION DEL ESPARRAGO

EL APICE

EL AREA DE LA DIVISION CELULAR
EL AREA DE LA ELONGACION CELULAR
COMPOSICION QUIMICA

- Los azúcares totales bajos
- Los sólidos solubles más bajos
- El Nitrógeno total más alto
- La acidez titulable más alta
- La lignification leve
- La tasa de respiración más alta

ZONA DE ELONGACION CELULAR

CAMBIOS QUIMICOS

- Los sólidos totales aumentan a 8-14%
- Hidratación
- Disminuyen los azúcares
- Formación de celulosa
- Dilución en agua
- Lignificación mediana
- Aumenta el % de nitrógeno
- Engrosamiento de la pared celular

ZONA BASAL

COMPOSICION QUIMICA

- Sólidos totales más altos
- Sólidos solubles más altos
- Acidez titulable más baja
- Lignificación máxima
- Nitrógeno total más bajo

CAMBIOS QUIMICOS GLOBALES

- La lignificación aumenta en todo el turión
- Los azúcares totales y reductores disminuyen y son utilizados en la construcción de la pared celular
- El peso seco disminuye
- La fibra cruda aumenta
- El ácido ascórbico disminuye

FACTORES QUE AFECTAN LOS CAMBIOS

- La mayoría de los cambios ocurren en las primeras 24 horas después de la cosecha
- Menor cantidad de cambios a 0° - 0.5°C (32-33°F)
- La tasa de cambio aumenta con el aumento de temperatura

CAMBIOS FISICOS

- Crecimiento si los extremos inferiores están en agua
  Más lento a 32-33°F (0-0.5°C)
  Tasa a 41°F (5°C) = 4x tasa a 0.5°C
- La mayor tasa de aumento de crecimiento ocurre en las primeras 24 horas
  Limita los embarques de larga distancia
  Indica temperaturas altas de tránsito
- Aumento del % de agua en el turión
- La curvatura aumenta con la temperatura
- La dureza aumenta con la temperatura
- La apertura de brácteas aumenta con la temperatura
- La apertura de brácteas aumenta con un % bajo de humedad relativa

PRE-ENVASADO

- Es necesario un intercambio adecuado de O_2 y CO_2
- Se requieren 10 perforaciones de 10-5 mm/500 gr de turiones más cortos

ENVASES

- Requieren ventilaciones superiores e inferiores adecuadas
- Requieren un alza superior para el crecimiento del turión
- Requieren ventilaciones laterales adecuadas
- Deben ser paletizables

ENFRIADO

- Efectuarlo lo antes posible después de la cosecha
- El hidroenfriado es el más rápido
  2.2 minutos, tiempo medio de enfriado
- La sanidad es esencial
  Usar cloro de 100-200 ppm
  Drenar y limpiar el enfriador diariamente
    Limpiar el panel de duchas
    Limpiar el estanque
    Limpiar los filtros

DURANTE EL TRANSITO

- Embarques de menos de 2 semanas
  0 - 0.5°C es mejor y controlan mejor la pudrición
- Embarques de más de 2 semanas
  2 - 3°C es mejor y controlar mejor la pudrición
  El daño por frio se produce entre 0 - 2°C
  La pudrición es mayor a 5°C que a 2°C
- Cargas paletizadas
- Cargas centralmente alineadas

ATMOSFERAS CONTROLADAS

-CO_2

Un 12% controla mejor la pudrición
Usar 7% si no existe seguridad de las temperaturas de tránsito
Los turiones se dañan después de 1 semana al 10% a 5°C
Los turiones se dañan después de 1 semana al 20% a 3°C
No se produce daño después de 24 horas al 20% a 10°C

-O_2

No se observan beneficios especiales a niveles reducidos de O_2
Se observa daño entre 1% y 10% de O_2
A 0% de O_2 se desarrollaron áreas verdes obscuras en la zona de elongación
Cuando fueron transferidas al aire las áreas verdes obscuras se tornaron pardas y se produjo un exudado de color ámbar.

SISTEMAS DE MANEJO DE POSTCOSECHA: HORTALIZAS DE FRUTO*

Robert F. Kasmire, Cooperative Extension (retired), Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, CA. 95616

INTRODUCCION

Exceptuando las arvejas y frejoles verdes, todas las hortalizas de fruto son cultivos de estación cálida, y con la excepción del maíz dulce, son susceptibles al daño por bajas temperaturas. Las hortalizas de fruto generalmente no son adaptables al almacenamiento de larga duración. Las excepciones son el zapallo de guarda, calabazas y legumbres secas. Una clasificación útil para el manejo de postcosecha de las hortalizas de fruto está basada en el grado de madurez de la hortaliza al cosecharla:

1. *Hortalizas de fruto inmaduras* - leguminosas (frejol lima, frejol verde, arveja, "cowpea"), cucurbitáceas (pepino, zapallo tierno), berenjena, pimiento, okra, maíz dulce.

2. *Hortalizas de fruto maduras* - melón, sandía, calabaza, zapallo de guarda, tomate.

Este capítulo presenta los requisitos generales de postcosecha de este grupo de productos, en relación a los sistemas de manejo. La figura 29.1 es un diagrama de flujo del sistema de manejo de los tomates.

OPERACIONES EN EL CAMPO

La Cosecha

La mayoría de las hortalizas de fruto que se cosechan maduras para su comercialización en fresco, son cosechadas manualmente. Se pueden utilizar algunas ayudas, incluyendo máquinas recogedoras de melones,

* Versión en inglés "Postharvest Technology of Horticultural Crops". Special Publication 3311 (1985), Cooperative Extension, UCD. Traducido por el Departamento Agroindustrial, Fundación Chile, Santiago, Chile. Lectura complementaria para el Curso Manejo Post-cosecha de Cultivos Hortícolas,

Previous Page Blank

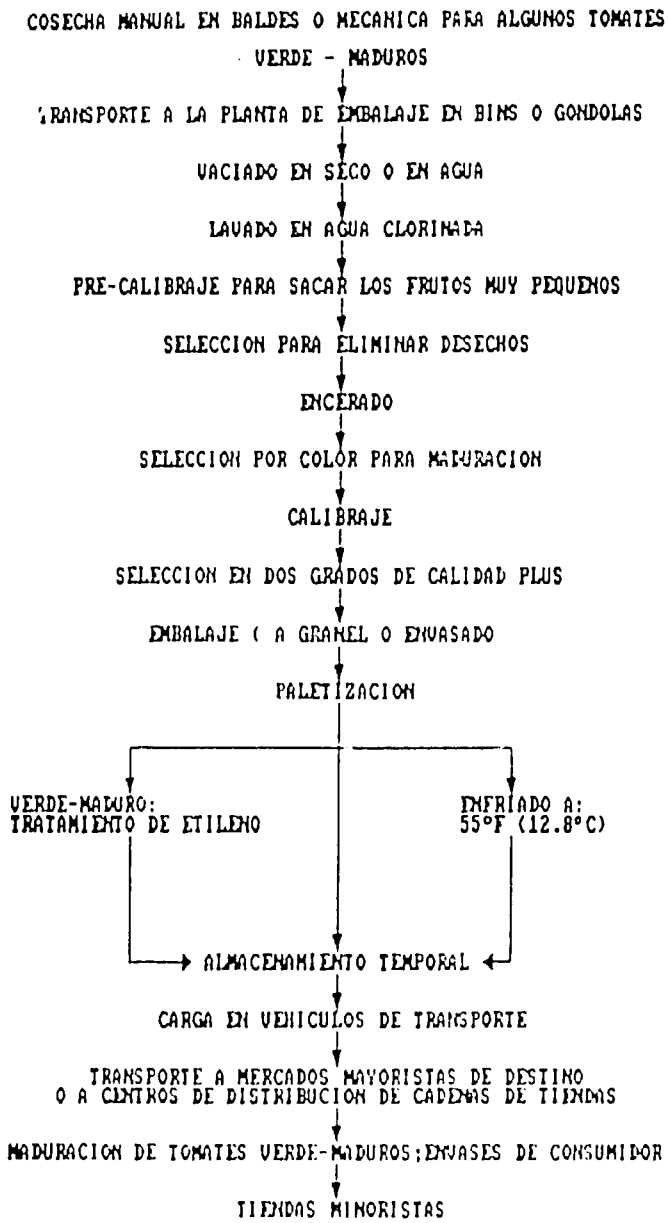


FIG.29.1. SISTEMA DE MANEJO DE TOMATES PARA MERCADO FRESCO

cintas transportadoras, etc. Los tomates verde-maduros generalmente se cosechan a mano, pero algunos embarcadores en California lo hacen mecánicamente. Los melones Crenshaw son muy tiernos, requieren de mucho cuidado, y la carga es de una sola capa en los vehículos de transporte desde el campo a la planta de embalaje.

Las hortalizas de fruto que se cosechan inmaduras, exceptuando el maíz dulce, tienen cáscaras muy tiernas que se dañan fácilmente en el manejo. Se debe tener mucho cuidado en las operaciones de manejo para evitar los daños y la subsiguiente pudrición. El maíz dulce y los frejoles verdes se cosechan mecánicamente y a mano.

Las arvejas y los pepinos se cosechan de ambas maneras. Los frejoles lima se cosechan mecánicamente. Las arvejas Chinas (snow peas) se cosechan a mano.

La cosecha nocturna, cuando el producto está más frío, se usa comúnmente para maíz dulce y está aumentando su uso para el melón cantaloup. Esta práctica reduce los requerimientos y costos de enfriado, produce un enfriado más uniforme y permite mantener la calidad del producto.

EMBALAJE EN CAMPO

En California está aumentando la tendencia de efectuar la selección, calibraje y embalaje de los cantaloups y zapallos tiernos en el campo, ya que este sistema reduce los costos y los daños manejo, y aumenta los rendimientos comerciales. Este sistema también se usa en una menor escala para el embalaje en el campo de las sandías en cajas de cartón.

TRANSPORTE A LA PLANTA EMBALADORA

Las plantas embaladoras de melones Crenshaw generalmente están situadas muy cerca de los campos de producción, ya que estos melones son muy tiernos y se dañan fácilmente en las operaciones de manejo. Las instalaciones móviles de embalaje son de uso común en los campos en Florida para el maíz dulce, pimientos y berenjenas, y también son usados por algunos embarcadores en California para los cantaloups, melones Crenshaw y zapallos italianos. Este sistema debería reducir los daños que se producen cuando los productos son transportados a las plantas embaladoras. Las hortalizas de fruto inmaduras generalmente se cultivan cerca de las plantas embaladoras. Esto ocurre especialmente en el caso de agricultores pequeños que cultivan y envasan sus productos (ej: okra, pepino, ají, calabacines, berenjenas). Estos productos casi siempre se colocan en cajas cosecheras y se transportan a las plantas embaladoras.

Las hortalizas de fruto maduro generalmente son transportadas a las plantas de embalaje, almacenamiento, o a las instalaciones de carga ya sea en "bins" (zapallos de guarda, pimientos, tomates pintones), gondolas (tomates verde-maduros), o en carros de arrastre (melones, sandías, zapallos de guarda, calabazas)

OPERACIONES DE LA PLANTA DE EMBALAJE

Recepción

Los vehiculos de campo cargados deben estacionarse en áreas sombrías para evitar el calentamiento y las quemaduras de sol antes de la descarga. Los productos pueden ser descargados manualmente (calabacines, berenjenas, algunos melones, pepinos, sandías), ser vaciados sobre ramplas acolchadas (cantaloups, melones Honeydew, tomates pintones, pimientos dulces), o sobre cintas transportadoras en movimiento,

o pueden ser vaciados en estanques de agua en movimiento, para prevenir los golpes (melones Honeydew, tomates verde-maduros, pimientos, y maíz dulce). Se producen muchos daños mecánicos en las operaciones de vaciado en seco, tales coro machucones, abrasiones, y partiduras. La temperatura del agua en los estanques de vaciado debe ser un poco más alta que la del producto para evitar la absorción de agua y contaminación con organismos patógenos.

Precalibraje

En el caso de muchos productos, las frutas menores a un cierto tamaño son eliminadas manualmente o mecánicamente por una cinta o cadena precalibradora. Las frutas muy pequeñas son colocadas en un transportador de desechos o se usan para proceso.

Selección

El proceso de selección elimina todos los productos desechables, sobre-maduros y malformados, y separa los productos por color, madurez y clases de madurez de consumo (ej: tomates, melones cantaloups, otros melones). Algunos embarcadores de tomates utilizan seleccionadores de color electrónicos.

Las frutas son seleccionadas por calidad en dos o más categorías de acuerdo a las normas de los EE.UU., de California, o los estándares propios del embarcador.

Encerado

Se aplican ceras para uso en alimentos a pepinos, berenjenas, pimientos, melones cantaloups y tomates, para inhibir la pérdida de agua y realzar su apariencia. El encerado se puede hacer antes o después del calibraje. Se pueden añadir fungicidas a la cera.

Calibraje

Las hortalizas de fruto pueden ser separadas en varias categorías de tamaño, dependiendo del producto. El calibraje es subjetivo para algunas hortalizas de fruto, incluyendo leguminosas, zapallos tiernos y de guarda, pepinos, berenjenas, ají, okra, calabazas, melones y sandías (aun cuando éstas pueden ser calibradas mecánicamente). Generalmente los cantaloups, pimientos y tomates son calibrados por diámetro, volumen o peso.

Embalaje

Los tomates verde-maduros y los pintones (en algunas operaciones), pimientos y ajíes, okra, pepinos y leguminosas se embarcan a granel en contenedores marítimos. Todas las otras hortalizas de fruto se colocan, previamente envasadas, en contenedores marítimos, bulk "bins" (zapallos de guarda, calabazas, melones Casaba y Honeydew, y sandías), o en camiones a granel (ej: sandías).

Paletización

La mayoría de los embalajes de hortalizas de fruto en operaciones de grandes volúmenes, son colocados sobre palets para el embarque. Esta práctica se usa comúnmente con melones cantaloups, otros melones, pimientos y tomates. Exceptuando el maíz dulce, los frutos inmaduros generalmente son manejados en operaciones de poco volumen donde no se usa la paletización, y la mayoría de los productos se embarcan en cargas mixtas con otros productos. La paletización de estos productos se efectúa después del hidroenfriado o el enfriado con hielo, pero antes del enfriado por aire forzado.

Enfriado

Se utilizan diferentes métodos para el enfriado de hortalizas de fruto. Los más comunes son:

1. *Enfriado por aire forzado* - Se usa para melones cantaloups, otros melones, arvejas, pimientos, zapallos tiernos y tomates. El enfriado por aire forzado evaporativo se usa limitadamente para zapallos tiernos, pimientos, berenjenas y tomate-cereza.

2. *Hidroenfriado* - Antes de la selección, calibraje y embalaje para los melones cantaloups y maíz dulce. Los productos defectuosos se apartan antes y después del enfriado. Durante los períodos de clima cálido, los ciclos de hidroenfriado nó son lo suficientemente largos. Para evitar problemas de mano de obra, los embarcadores se preocupan menos del enfriado y más de abastecer a los embaladores con melones, ya que ocurren problemas cuando los embaladores se quedan sin producto, porque los obreros son remunerados de acuerdo al número de cajas que embalan.

3. *Envasado con hielo y hielo líquido* - Se usa en forma limitada para el enfriado de melones cantaloups y como un enfriado complementario para el maíz dulce embalado. El uso inadecuado de hielo es un problema muy común.

Almacenamiento refrigerado temporal

En las operaciones de grandes volúmenes, la mayoría de las hortalizas de fruto son colocadas en cámaras de almacenaje refrigerado después del enfriado y previo al embarque. En pequeñas operaciones prediales, éstas cámaras son poco usadas. Sin embargo, algunos agricultores pequeños ocupan instalaciones de enfriado y enfriadores de una cooperativa.

Carga para el transporte

Algunos tomates, melones cantaloups y otros melones son embarcados en ferrocarriles refrigerados, pero la mayoría de las hortalizas de fruto se embarcan en camiones refrigerados - "over the road", "piggy back" o contenedores marítimos. Posiblemente el 80% al 85% se embarcan en camiones "over the road". Exceptuando los productos de mayor volumen, tales como cantaloups y tomates, la mayoría se embarcan en cargas mixtas, algunas veces con productos sensibles al etileno. Los periodos de transporte a los mercados locales varían desde algunas horas hasta 7 días. Para evitar el amarillamiento de los pepinos y la absición del cáliz de las berenjenas, éstas no deben embarcarse con productos que generan etileno. La exposición de las sandías al etileno puede producir la maceración del tejido y partiduras en la cáscara.

PRACTICAS DE MANEJO EN DESTINO

Las prácticas de manejo varían según el tipo de operaciones de recepción. Los productos van a los centros distribuidores de las cadenas de tiendas, mayoristas, y otros diferentes recibidores en los terminales. Las leguminosas y las hortalizas de fruto son preenvasadas en unidades de consumo por algunos operadores de los terminales. Es indispensable que el manejo sea cuidadoso, el manejo de la temperatura sea adecuado y que la comercialización sea exitosa para obtener una existosa operación de mercado.

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Maduración

Para obtener una maduración más rápida y uniforme, se pueden efectuar tratamientos de etileno en los puntos de embarque o de destino para los tomates verde-maduros y melones Honeydew, Casaba y Crenshaw. Se obtiene una maduración satisfactoria con una temperatura de 12,8° a 25° (55° a 77°F). Mientras más alta sea la temperatura, la maduración será más rápida.

Atmósferas modificadas

Las atmósferas modificadas (AM) son usadas escasamente con estos productos, pero se usa un poco de AM (3% al 5% de O_2 + 5% al 10% de CO) para los tomates verde-maduros de exportación.

CONDICIONES RECOMENDADAS DE ALMACENAMIENTO

Frutos cosecheros con madurez de cosecha (consumidos completamente maduros)

La mayoría de las hortalizas de fruto con madurez de cosecha son susceptibles a daños por frío a temperaturas bajo los 12,5°C (54,5°F). El daño por frío es acumulativo y la severidad depende de la temperatura del producto y el tiempo de exposición a temperaturas frías. La figura 29.2 ilustra los efectos de la temperatura sobre la calidad y maduración de los tomates.

Las temperaturas óptimas para un almacenamiento corto y transporte son:

1. Tomates verde-maduros, calabazas, zapallo de guarda: 12,8° a 15,6°C (55° a 60°F).

2. Tomates parcialmente maduros, melones (excepto cantaloups): 10° a 12°C (50° a 53,6°F).

   Los melones Honeydew que han iniciado su maduración con etileno deben ser embarcados a 5° a 7,2°C (41° a 45°F).

3. Tomates y sandías totalmente maduros: 7° a 10°C (44,6° a 50°F).

4. Cantaloups maduros: 4° a 6°C (39,2° a 42,8°F).

El rango óptimo de humedad relativa es de 90% a 95%, exceptuando las calabazas y zapallos de guarda (60% al 70%).

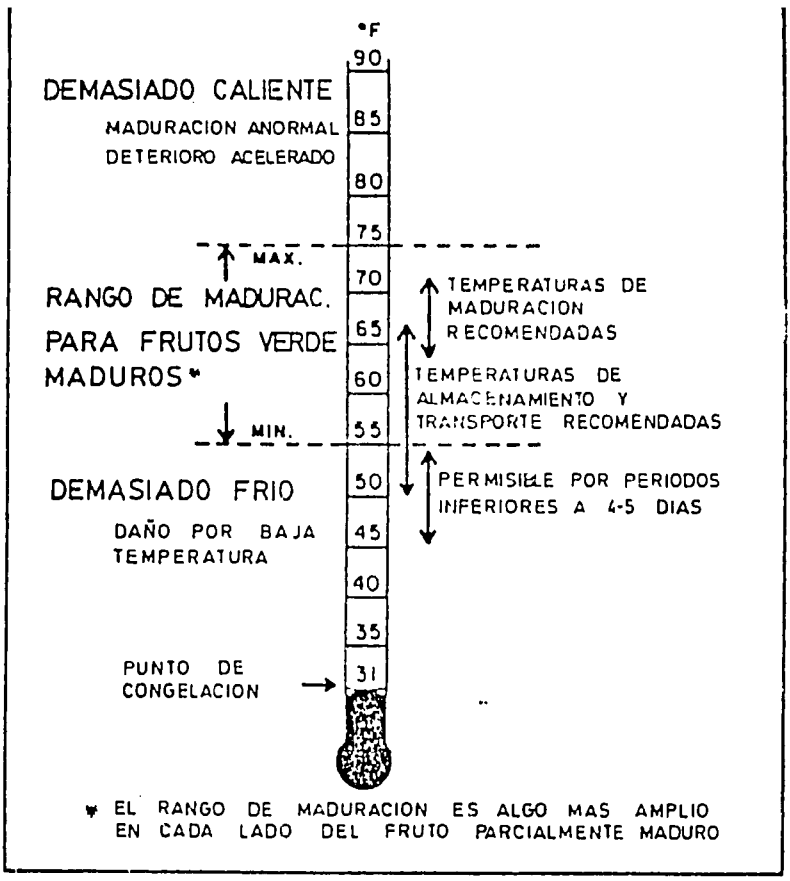


FIG. 29.2. EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA CALIDAD Y MADURACION DE FRUTOS DE TOMATE

Frutas cosechadas inmaduras

Todas las hortalizas de fruto que se cosechan inmaduras son susceptibles a daños por frío, exceptuando los frejoles verdes, arvejas y maíz dulce, las cuales se mantienen mejor a 0°C y con un 95% de humedad relativa. Las temperaturas óptimas para el almacenamiento corto y el transporte son:

1. Berenjenas, pepinos, zapallos tiernos, okra: 10° a 13°C (50° a 55,4°F).

2. Pimientos: 5° a 7°C (41° a 45°F).

3. Frejol lima, frejol verde, "cowpeas": 5° a 8°C (41° a 46,4°F)

La humedad relativa debe mantenerse de 90% al 95%.

MANEJO DE POSTCOSECHA DE MELONES *

Con el fin de lograr una comercialización de melones de óptima calidad, es indispensable controlar la cosecha, las operaciones de envasado, el manejo de la temperatura del producto y la duración de la manipulación. Las frutas deben ser cosechadas en la etapa de madurez adecuada y manipuladas rápidamente, pero con cuidado, y a las temperaturas adecuadas desde el campo al consumidor. Este capítulo describe los métodos usados en la actualidad y sugiere posibles mejoras en el manejo de postcosecha de melones.

La cosecha

Determinación de la madurez

Los melones cantaloups generalmente son cosechados en la etapa madurez completa "full-slip". En esta etapa pueden estar con madurez "Hard Ripe", "Eastern Choice", o "Western Choice" (términos usados comercialmente), pasando por la etapa de madurez de cosecha a madurez total.

Los melones cosechados con menor madurez que madurez completa "full-slip" generalmente no han adquirido su potencial de contenido de azúcar, sabor, textura o aroma. Además, el reticulado de los melones cantaloup inmaduros se puede borrar fácilmente, dejando áreas superficiales más vulnerables a la pérdida de humedad y pudrición. Los cantaloups con madurez "full-slip" pueden requerir de maduración (ablandamiento con cambios de sabor) para obtener una calidad óptima de consumo (sabor y textura). Otros índices de madurez de cosecha de los cantaloup incluyen el color del fruto y la apariencia del reticulado (la masa de tejido corchoso, pesado y calloso de la superficie de los melones).

Robert F. Kasmire, Cooperative Extension (retired), Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, CA. 95616. Lectura complementaria para el Curso Manejo Post-cosecha de Cultivos Horticolas,

Al madurar, el color de la piel cambia de verde obscuro o gris a gris claro o amarillo. En algunas variedades de cantaloups, los cambios de la piel coinciden con el desarrollo de abscisiones que son usados como una medida suplementaria para determinar la madurez. Algunas veces los melones cantaloup del tipo Topmark adquieren un color cremoso antes del desarrollo total de la abscisión. En este caso el color de la fruta es un mejor índica de madurez que el desarrollo de la abscisión. Al madurar, el reticulado se eleva, se redondea y se ensancha, cubriendo más la superficie que en las frutas inmaduras.

Los melones Honey Dew han adquirido una madurez de cosecha mínima cuando están bien formados y de tamaño normal; el color de fondo es blanco, pero con un aspecto verdoso; el extremo floral está duro a firme; no hay aroma; y no hay evidencia de encerado en la superficie. Al tacto, la superficie se siente espinosa o peluda. Estos melones no madurarán adecuadamente sin tratamiento con etileno.

La madurez de cosecha de los diferentes tipos de melones es determinada principalmente por los cambios de color de la piel y por el desarrollo del color amarillento en la mancha de suelo de los melones.

En los melones Casaba, Crenshaw y Santa Claus, una persona con experiencia puede determinar la madurez de cosecha con precisión presionando el extremo floral con el pulgar. Si se palpa un pequeño ablandamiento, esto indica la madurez. Además, las frutas deben tener un color amarillo cuando son cosechadas. Los frutos Crenshaw verdes, pero totalmente desarrollados, pueden beneficiarse con un tratamiento de etileno para aumentar la madurez.

La cosecha requiere de una gran cantidad de mano de obra. Existen dos sistemas principales para la cosecha de los cantaloups. El primer sistema consiste en tener un equipo de trabajadores cosecheros y un chofer de camión. Cada cosechador arranca los cantaloups de una sola hilera y los coloca en un saco cosechero que lleva en su espalda o costado. Cuando el saco está lleno, conteniendo 27 a 32 kilos (60 a 70 lbs.) de melones, lo lleva a un camión cosechero o carro de arrastre, donde son vaciados. Cuando se usan camiones, los cosechadores suben por una rampla colocada en un costado de la parte posterior del camión, vacían los melones y bajan por otra rampla colocada al otro costado del camión. Los camiones cosecheros o carros de arrastre tienen una capacidad de carga de 4 a 8 toneldas (3,6 a 7,3 toneladas métricas) de cantaloups por carga. Algunos embarcadores usan

camiones más grandes, especialmente para transportar melones desde campos distanciados 48 a 64 Km o más de las plantas embaladoras.

El segundo sistema de cosecha (que también se utiliza para cosechar melones Honey Dew), consiste en usar varios tipos de cintas transportadoras auto-propulsado, que cubren de 10 a 12 hileras. En algunas variedades, los cosechadores que van adelante de las máquinas, cosechan los melones desde las hileras y son colocados hilera por medio. Otro equipo va detrás de la cinta transportadora y carga los melones sobre la cinta transportadora. En otras variedades, los cosechadores van detrás de la máquina, y cada uno selecciona los melones de una sola hilera y los coloca en la cinta transportadora. Estas a su vez, descargan los melones en camiones o carros de arrastre que se mueven a través del campo. Estas cintas transportadoras se usan comúnmente con los melones Honey Dew y Cantaloup. Otro equipo auxiliar de cosecha que se está usando comercialmente, pero en forma limitada, es una máquina montada en un tractor que recoge los cantaloups previamente cosechados a mano, desde cinco hileras y los coloca en dos hileras. El uso exitoso de esta máquina depende de tener hileras anchas y planas de la habilidad del operador para ajustar la velocidad de la máquina a la carga de los melones que se están recogiendo.

El capital invertido en maquinaria, operaciones y gastos de mantención para el uso de cosecha mecánica, es más costoso que la cosecha manual. El apoyo mecánico reduce la mano de obra y ayuda a ahorrar, pero no necesariamente aumenta la productividad del cosechador como para compensar el costo del equipo y su uso. Sin embargo, la escasez de cosechadores en años futuros puede aumentar el uso de estos equipos mecánicos.

La cosecha nocturna de los cantaloups con luz artificial, permite cosechar melones más fríos, reduce los requisitos de energía y los costos de enfriado (porque los ciclos de enfriado son más cortos), proveen un enfriado más uniforme y permite que los equipos de cosechadores trabajen durante las horas más frescas y no con el calor del día.

Todos los melones, salvo los cantaloups, se cortan de las guías. La mayoría son colocados en cintas transportadoras en movimiento o pasado de mano en mano entre los trabajadores, a los cargadores en los carros de arrastre en el campo. Los melones Crenshaw son muy tiernos y requieren de un cuidado especial en todas las operaciones de manejo. Los frutos de esta variedad generalmente son cargados en una sola capa. Los

melones Casaba y Persas generalmente se colocan en sacos que después son colocados cada 6 a 8 hileras, o son cosechados igual que los cantaloups, donde los cosechadores de cada dos hileras colocan los melones en una sola hilera. Después los melones son cargados en camiones o carros de arrastre.

Operaciones en la planta de embalaje

La mayoría de las plantas de embalaje están situadas al costado de las líneas de ferrocarril, cerca o en los pueblos que están alrededor de 16 ó más kilómetros de los campos. Sin embargo, los melones Crenshaw son embalados en plantas situadas al lado o muy cerca de las plantaciones de emlones o en unidades móviles de embalaje que son llevadas a través de los campos. Los camiones o carros de arrastre ya cargados son estacionados a la sombra cerca de las plantas de embalaje, a al espera de ser descargados. La sombra no sólo reduce los costos de enfriado, sino que evitan el calentamiento, la quemadura de sol, el balandamiento y reduce el deterioro producido por demoras de descarga.

Las plantas de embalaje modernas de cantaloups son altamente mecanizadas, con instalaciones grandes y espaciosas, que tienen capacidad de procesar (recepción, selección, calibraje, embalaje, peletizado y enfriado) 40.000 ó más cajas de melones por día. Para una operación eficiente deben tenerse operadores entrenados y personal de mantención calificado.

Recepción. Los camiones y carros de arrastre, son conducidos a las ramplas inclinadas de las unidades de recepción, generalmente a un costado de la línea de embalaje, o de los estanques de agua. Los melones ruedan por gravedad por las ramplas o caen al agua donde son llevados a las líneas de embalaje sobre una serie de cintas transportadoras y rodillos. Los melones Crenshaw, y ocasionalmente otros cultivares, se descargan manualmente sobre las cintas transportadoras o en "bins" de selección.

Selección. Los melones son seleccionados para desechar los frutos no comercializables. Los seleccionadores trabajan a ambos costados de cintas transportadoras anchas. Es indispensable la buena iluminación sobre esta área, para que los seleccionadores puedan detectar los melones defectuosos y evitar que se desechen los melones comercializables. Se puede requerir de una selección adicional para separar los melones según la madurez o el grado de calidad.

Calibraje. Los cantaloups pueden ser calibrados visualmente por cada embalador, que intenta seleccionar melones de tamaño comparable para envases, o bien con calibradores mecánicos - generalmente del tipo de rodillos divergentes. El melón cae por el calibrado cuando la distancia entre los rodillos divergentes escasamente excede el diámetro del melón. Los rodillos de la mayoría de los calibradores tienen capachos, similares a los calibradores para cítricos, lo que tiene de aumentar su eficacia. Las cintas transportadoras que pasan en forma perpendicular bajo los calibradores mecánicos transportan los melones calibrados a las líneas de embalaje. El calibrado por peso es un medio exacto para el calibraje mecánico de los cantaloups. Este método también se puede usar para los melones Honey Dew y proporciona un registro preciso e inmediato del número de melones de cada tamaño. El buen manejo del calibraje mecánico es más eficiente que el calibraje visual. Los embaladores pueden envasar los melones calibrados mecánicamente con más precisión y rapidez que aquellos que deben calibrar los frutos visualmente.

Embalaje. Todos los melones son embalados manualmente en los envases. Los embaladores se colocan al costado o adelante de los "bins" que contienen melones de tamaño, madurez y calidad comparable. Los intentos por embalar automáticamente los cantaloups bajo condiciones comerciales, tanto mediante embalaje automático o por vibración no han sido exitosos.

Los envases se marcan por el número de melones por envase. La mayoría de los cantaloups se colocan en dos capas en cajas de cartón corrugado, que contienen de 18 a 19 kilos (40 a 42 lbs.) de melones cada uno. Los cantaloups se colocan en tres capas en grandes cajones de madera de 36 a 40 libras (80 a 90 libras) peso bruto y en dos capas en cajones de "dos tercios" o cajas "de media". A veces los cantaloups son envasados a granel en cajones, muchas veces en exceso. Esto produce daños y pérdidas comerciales. El embalaje por número que es usado para los cantaloups en diferentes tipos de envases se muestra en el Cuadro 1.

Las categorías de madurez desde manor a mayor madurez son: "Hard Ripe", "Eastern Choice", "Western Choice" y en algunas plantas de embalaje, "Local Choice". Los melones "Hard Ripe" y "Eastern Choice" son embarcados a mercados más distantes, y los "Western" y "Local Choice" a mercados cercanos. Los melones "Western Choice" pueden ser embarcados sin peligro a mercados de la Costa Este si han recibido un preenfriado adecuado y han sido transportados en camiones a temperaturas de 4° a 7°C (40° a 45°F).

Los melones Honey Dew, Persas, Crenshaw, Santa Claus y Juan Canari, son envasados en cajas de cartón en una sola capa y que contienen de 3 a 12 melones por caja. Cada caja envasada lleva el número del embalador, la cantidad (número de melones en el envase) y la indicación del nivel de madurez. Estos datos son de ayuda para que el marcados de cada planta, lleve el registro del número de cajas embaladas por cada embalador, la madurez y la cantidad de producto. En algunas plantas más mecanizadas, este registro es llevado automáticamente. Diferentes etiquetados del mismo embarcador generalmente indican la diferencia de calidad de los melones envasados.

Después del embalaje y marcado, las cajas de cantaloups generalmente son selladas automáticamente. Los cajones son tapados y clavados con máquinas selladoras semi-automáticas. Si los cajones están muy llenos, los cantaloups sufren mucho daño por machucones y partiduras durante esta etapa del embalaje. Otras variedades de melones se envasan en una sola capa en cajas de cartón.

En algunas plantas de embalaje se colocan protectores separados sobre el fondo de las cajas envasadas. La ventilación limitada en las cajas complica la mantención de la temperatura de transporte de los melones, mientras que los cajones de madera más abiertos y ventilados facilitan la mantención de las temperaturas frescas. Algunas veces los melones Casaba y Honey Dew se embarcan en "bins" a granel (que contienen 800 a 1.000 libras, 363 a 454 Kg. de melones cada uno), a mercados interestatales.

Las cajas de cantaloups envasados son embarcadas en cargas sólidas estibadas manualmente, en cargas paletizadas manualmente estibadas o en cargas paletizadas estibadas automáticamente. Muchos embarcadores de melones han instalado abocadores y paletizadores automático que permiten acumular la suficiente cantidad de cjas envasadas con melones del mismo tamaño y madurez como para hacer una carga de palet. Las cajas son automáticamente transportadas a los paletizadores donde son unidas y amarradas a los plaets. Los palets más usados son de 35 a 43 pulgadas (89 por 109 cm), lo que permite cargar un número máximo de unidades de plaets en los vagones de ferrocarril o camiones. Algunos embarcadores usan palets de 48 por 40 pulgadas (122 por 102 cm). Las cajas paletizadas son cargadas directamnete en vehículos de transporte o colcoadas en cámaras de almacenamiento refrigerado para un mayor enfriado o almacenamiento antes de ser embarcadas. Se obtiene una mejor circulación de aire en cargas paletizadas que en cargas estibadas manualmente. Algunos embarcadores sólo aceptan cargas paletizadas.

CUADRO 1

EMBALAJE POR NUMERO DE CANTALOUPS POR TIPO DE ENVASE

1/1 Caja	Caja WGAX *	2/3 cajón o caja.
12	23	18
15	27	18
18	36	24
22 a 24	45	30
	54 +	

* Cajón diseñado por Western Growers Association
\+ Los cantaloups muy pequeños muchas veces son embalados en cajas "standard" o "pony".

Enfriado. Un preenfriado cuidadoso, seguido de almacenamiento refrigerado a 4,4°C (40°F) para cantaloups y de 4° a 7°C (40° a 45°F) para melones mezclados, permitirá a los embarcadores comercializar fruta más madura en los mercados más distantes. Se utilizan cuatro métodos de enfriado para remover el calor del campo de los cantaloups. La mayoría son enfriados por hidroenfriado, enfriado por aire forzado o embalaje con hielo en las plantas de embalaje. Estos métodos también requieren cámaras frías para almacenar los melones después del enfriado hasta el momento de carga. Las grandes instalaciones de enfirado utilizadas por los embarcadores de California representan grandes inversiones de capital. El hidroenfriado mecánico requiere de una selección muy cuidadosa de melones defectuosos antes del enfriado, el uso de ciclos de enfriado lo suficientemente largos como para que la fruta alcance las temperaturas de transporte deseadas, y el proceso rápido de los melones enfriados mediante las operaciones de calibraje y embalaje y luego a cámaras frigoríficas o en ferrocarriles o camiones previamente enfriados.

El enfriado por aire forzado se usa para los cantaloups y melones mezclaos. Este método de enfriamiento, que permite enfriar sólo la fruta comercial y conseguir un ciclo de enfriamiento más ajustado a la temperatura inicial de la fruta, consiste en circular el aire frío a través de las cajas de melones colocadas en las cámaras frigoríficas.

El embalaje con hielo consiste en colocar una cantidad predeterminada de hielo molido o líquido (hielo casi totalmente derretido), en las cajas tolerantes al agua, ya envasadas con cantaloups. Las cajas con hielo deben ser

rápidamente colocadas en las cámaras frigoríficas o cargadas en camiones previamente enfriados para que este sistema resulte efectivo.

Diferentes mezclas de melones (Casabas, Honey Dew, Persan, Crenshaws, Santa Claus, etc.) son enfriados cuando van a ser embarcados a mercados distantes en los EE.UU. o exportados. Los melones Honey Dew son enfriados después de un tratamiento con etileno. Esto permite comercializar melones más maduros con pérdidas mínimas producidas por ablandamiento.

La necesidad de prefrío ha llegado ser muy importante en barcos cargados, en vagón de ferrocarriles y en camiones que no tienen una refrigeración y una circulación de aire adecuada para un enfriado rápido en el transporte. Los cantaloups envasados en cajas llevan generalmente "top-ice" en los ferrocarrilles y en camiones en largos transportes. Finalmente el hielo triturado es soplado sobre la carga, la cantidad de hielo depende de la temperatura del melón, del tamaño de la carga y la distancia al mercado.

En embarques en tren el hielo debe ser introducido antes.

Tratamiento de etileno en melones Honey dew

El etileno es una hormona natural de maduración producida por varios tipos de melones después que ellos han logrado la madurez. Las aplicaciones de etileno son usadas para mejorar la uniformidad y rapidez de maduración. La principal respuesta de los melones a gasificación de etileno es el mejoramiento del desarrollo del color (pulpa y externo), cera, aroma y ablandamiento.

El tratamiento con etileno no madura los melones inmaduros (los que aún no están produciendo suficiente etileno para madurar por sí solos) y tampoco aumentar el contenido de sólidos solubles (principalmente azúcares). El requisito de un 10% de sólidos solubles del "Agricultural Code of California" para los melones Honey Dew de madurez "Eastern Choice" es un buen índice de madurez mínima. Con los melones "Eastern Choice", la aplicación de etileno sólo ayuda a estimular la producción de gas en la fruta, lo que ayuda al proceso de maduración.

Los melones "Western Choice" Honey Dew, de mayor madurez, producen suficiente etileno para completar su maduración solos. Los melones Casaba y Crenshaw, con madurez de cosecha, pero no totalmente maduros, también pueden ser madurados con

una mayor uniformidad usando etileno. Los melones Honey Dew y Crenshaw cosechados en madurez de cosecha, pero sin madurez de consumo, pueden ser madurados con aplicaciones de etileno cuando llegan a sus puntos de destino, ej: en cámaras de maduración usadas para bananas y tomates. Los cantaloups cosechados con madurez completa ("full-slip"), ya están produciendo la cantidad suficiente de etileno que garantiza su maduración total. Por lo tanto, no responden a las aplicaciones de etileno.

Los melones Honey Dew son gasificados comercialmente con etileno en concentraciones de alrededor de 1.000 ppm durante 12 a 24 horas, la cual es una concentración adecuada si es aplicada a lo menos 18 horas, con melones a temperatura entre 18° y 30°C (65° y 86°F). No se obtienen mayores ventajas usando concentraciones más altas, pero se podría requerir de exposiciones más largas, especialmente durante las épocas frías. Los melones Honey Dew que son cosechados en el otoño, ocasionalmente deben ser calentados antes de la gasificación. También se puede requerir de períodos más largos de gasificación, de 18 a 36 horas, aireando la carga de cada 12 horas durante la gasificación.

Los embarque por ferrocarril son gasificados en vagones refrigerados mecánicamente (con unidades de refrigeración que no están en operación), en los costados de las líneas férreas al lado de las plantas de embalaje. Los embarques por camión generalmente son gasificados en cámaras especiales que se encuentran en las plantas de embalaje, antes de ser cargados en los camiones.

Inspección y estándares. Con el fin de conseguir la certificación de los productos para que cumplan con los requisitos de los estándares de grados para los EE.UU. melones cantaloup, los embarcadores deben hacer inspeccionar sus melones por un inspector federal-estatal en el punto de embarque. La inspección indica la calidad y la condición del producto en el punto de embarque, tanto para el embarcador como para el recibidor. El costo del servicio de inspección es pagado por el embarcador. En algunos condados se aplica una tarifa de inspección para determinar si concuerda con el Agricultural Code of California.

En la actualidad el California Agricultural Code exige un mínimo de sólidos solubles de 8% para cantaloups y 10% para los melones Honey Dew exportados en fresco a los mercados.

Transporte y refrigeración.. Todos los cantaloups producidos en California y otras variedades son embarcados con refrigeración mecánica en vagones y camiones refrigerados. El uso de tarifas de incentivo para cargas más voluminosas en embarques por ferrocarril ha incentivado el embarque de cargas myores a 75.000 libras (34.000 Kg) de melones envasados en cajas por carro. Esto ha creado problemas de manejo en las temperturas de tránsito. Las cargas paletizadas proporcionan más circulación de aire que baja a través de la carga y bajo los palets, los cuales están menos obstruídos que aquellos que están sobre las tarimas hundidas de los vagones de trenes. En los camiones, las cargas paletizadas deben ser cargadas en el centro, con palets uno al lado de otro a lo largo del eje central del camión. Este patrón de carga deja canales de aire para que el aire frío pueda absorber el calor conducido a través de las paredes laterales de los camiones. El uso de patrones de carga de espacios sólidos, como algunos usados para embarques de árboles frutales por tren, también ayudarían a entregar temperaturas más uniformes en las cargas estibadas manualmente. Los períodos de tránsito más cortos, la entrega directa a los mercados, el uso de camiones más grandes y modernizados, con mayor circulación de aire, capacidad de refrigeración y más aislación, han aumentado la cantidad de embarques en camión para los cantaloups y melones mixtos.

El desarrollo de unidades contenedores (carros refrigerados que pueden sacarse del chassis del camión) para embarques marítimos, también han aumentado los embarques de melones en camión. En los embarques de contenedores se usan cargas paletizadas que tienen canales horizontales para la circulación de aire. El uso de más y mejores instalaciones de preenfriado en plantas de embalaje para enfriar los embarques por camión, antes de la carga, ha sido de gran ayuda en la expansión de la industria de los melones.

En los últimos años, la mayoría de los cantaloups han sido embarcados en camiones. Los embarques de cantaloups y melones mixtos de California en 1979 hechos por ferrocarril y en camión figuran en el Cuadro 2.

CUADRO 2

EMBARQUES DE MELONES DE CALIFORNIA EN 1979

	Ferrocarril y TOFC *		*Camión*	
Melón	*No.*	*% del total*	*No.*	*% del total*
Cantaloups	1.931	16	16.915	84
Honey Dew	254	6	4.961	94
Otros	32	4	935	96

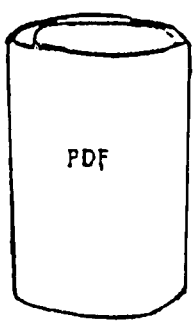
* TOFC - acoplado sobre carro plano.

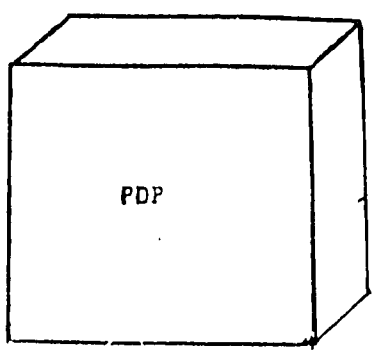
Todos los melones son susceptibles a daño por frío cuando son expuestos a temperaturas muy bajas por períodos largos. La temperatura mínima específica que causa el daño por frío depende del cultivar y la madurez y el período de exposición al frío. El daño por frío en los embarques no es tan problemático como en los por ferrocarril, debido a los períodos de tránsito más cortos. El daño por frío es acumulativo y causa algunas pérdidas comerciales en embarques marítimos de exportación y en melones tardíos almacenados en cámaras frigoríficas, previo al embarque después de la cosecha en otoño.

GUIA GENERAL PARA ROTULAR PRODUCTOS COMESTIBLES

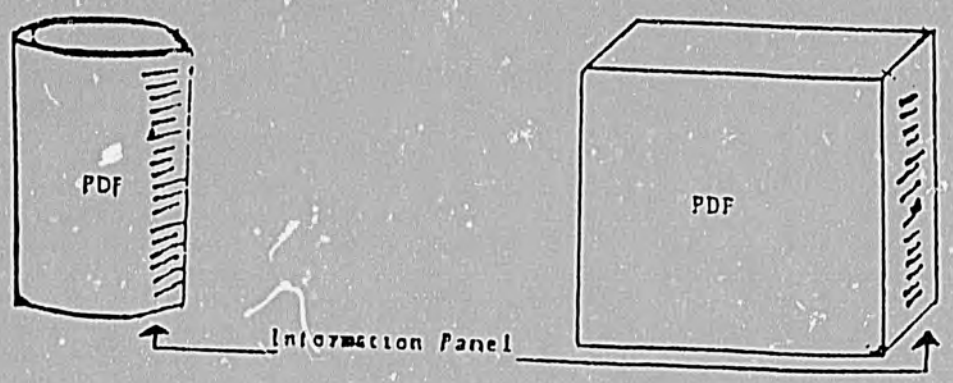
Este corto escrito ha sido diseñado para ayudar a desarrollar la manera apropiada de rotular o poner viñeta a sus productos comestibles. Este escrito no contiene todas las regulaciones, pero le dara la información básica necesaria. Esta guia no presenta situaciones especiales tales como rotular sodio, declaraciones de etiquetados de preservativos, etc,. Para obtener información detallada sobre estos usos y otras situaciones especiales, debe consultar una copia del llamado "Code Of Federal Regulation (CFR)", Title 21, Part 101. Reglas aplicables a un mismo aspecto de rotulado, pueden encontrarse en varias secciones del citado código. Use este escrito como una guia para colocar sus etiquetas, y no como una fuente completa de información. ADEMAS DE USAR ESTA GUIA, SIEMPRE CONSULTE EL CODIGO DE REGULACIONES. Si el código de Regulaciones no le ha sido facilitado, puede comprarlo en la libreria de "Government Pritinq Office". Favor consulte el libro de "REQUIREMENTS OF LAWS AND REGULATIONS ENFORCED BY THE U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION.

Dos partes importantes de un paquete de alimentos deben estar identificadas por una viñeta de alimentos escrita apropiadamente. Estas partes son: el Panel Visual Principal, al que nos referiremos como PDP, y el Panel de Información. El PDP es el lado del envase que generalmente es mostrado cuando de ofrece en venta un producto.





El Panel de Información está al lado próximo hacia la derecha del PDP.



Si debido a la forma del paquete no hay espacio a la derecha (por ejemplo en una barra de chocolate), el Panel de Información puede estar en la parte trasera del paquete.

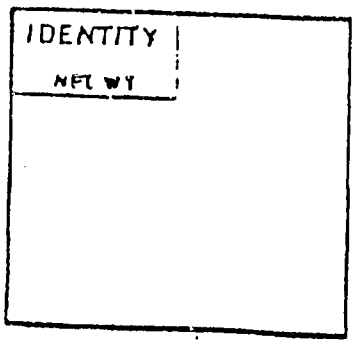
Existen cuatro puntos que son necesarios en la información de cualquier paquete de alimentos que está a la venta.

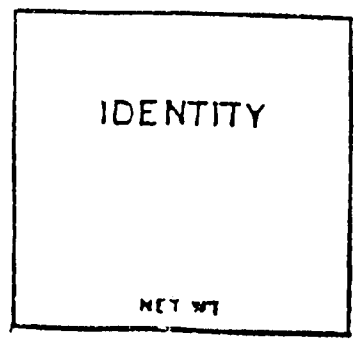
1. Declaración de Identidad - esta parte dice lo que contiene el envase o paquete, usando palabras en inglés claras y entendibles como ORANGE JUICE (Jugo de Naranja), GRAPE JUICE (Jugo de Uva), GRAPE JELLY (Jalea de Uva) ó SALTED COD FISH (Pescado Seco). La identidad tiene que aparecer como una de las partes más sobresalientes del PDP y tiene que ser vista fácilmente. Si usa una marca o nombre distintivo (que no describe la identidad del producto), la Declaración de Identidad tiene que aparecer de la marca o nombre distintivo Este tiene que decir al consumidor lo que en realidad está comprando. Recomendamos que la Declaración de Identidad esté escrita con letras que sean la mitad de altas que la marca o el nombre distintivo.

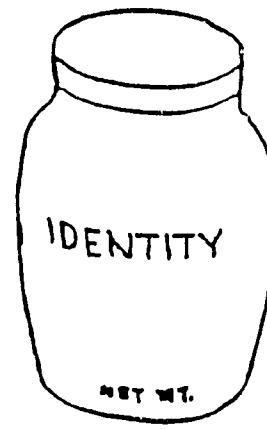
2. Declaración de Cantidad - esta parte expresa la cantidad de producto que hay en el paquete. Esta frase debe usar la expresión "Net Weight ó Net Wt." (Peso Neto), si el contenido es de consistencia sólida. Si el contenido es líquido la frase puede usar "Net" ó "Net Contents" ó pueden usar solamente "_____ Fluid Ounces" ó "_____ fl. oz.". El total de onzas en el paquete tiene

que ser establecido. Si el paquete contiene más de 16 onzas de material sólido, la cantidad debe ser establecida en libras y onzas. Si contiene más de 16 onzas de líquidos, la cantidad debe ser establecida en pintas (cuartos si es aplicable) y onzas. Por ejemplo, las frases "Net Wt. 8 oz." ó "Net Weight 24 Oz. (1 lb. 8 oz.)" ó "12 fl. oz." ó "Net Contents 68 oz. (2 qts. 4 oz.)" son aceptables.

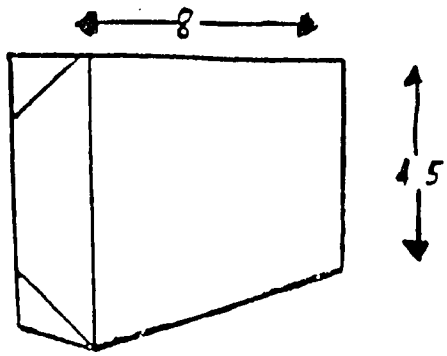
La Declaración de Cantidad tiene que aparecer en el 30% de la parte baja de la etiqueta en el PDP. Nota: La etiqueta no siempre es el PDP, pero siempre se encuentra en el PDP. Una viñeta al frente de un paquete en blanco es una etiqueta; todo el frente de un paquete constituye el Panel Visual Principal que se usa para calcular el tamaño mecanográfico de la letra para la Declaración de contenido.



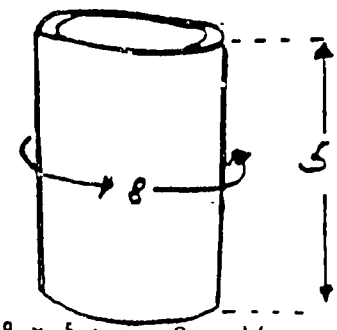




La frase que expresa la cantidad del contenido tiene que ser escrita con letra de menor altura, y esa altura es determinada por el tamaño del PDP medido en pulgadas cuadradas. Para determinar el tamaño del PDP de un paquete plano, multiplique su altura por su ancho. Para un envase redondo, multiplique la altura por la circunferencia (la distancia alrededor de la lata) por 40% (0.40).



8 x 4.5 = 36



8 x 5 x 0.40 = 16

Area del PDP (en pulgadas cuadradas)	Menor tamaño de la letra mecanográfica de la Declaración de Cantidad
menor que 5	1 /16 pulgadas
de 5 a 25	1 / 8 "
de 25 a 100	3 /16 "
de 100 a 400	1 / 4 "

3.- Declaración de Ingredientes: consiste en un listado de todos los ingredientes con su nombre común o usual. Este listado es escrito en orden descendente basado en el peso de los ingredientes. El tamaño de la letra mecanográfica de la letra para esta declaración tiene que ser por lo menos 1/16 de pulgada de alto. Esta lista aparece toda junta ya sea en el PDP o el Panel de Información. Si va a ser escrito en el Panel de Información con el nombre y el lugar del distribuidor, etc. (#4), no tiene que haber ninguna otra información de por medio.

SUPPLY GUIDE

Monthly Availability of Fresh Fruit and Vegetables

United Fresh Fruit and Vegetable Association
727 North Washington Street, Alexandria, VA 22314
703/836-3410

Thirteenth Edition, Copyright © 1989.

Compiled by Charles Magoon.

Specialties compiled by Michelle Bing.

The Supply Guide shows monthly availability of fresh fruits and vegetables marketed commercially throughout the United States. The first section lists 69 fruits and vegetables and includes availability by main producing states for major commodities. Also included is an average total yearly supply (farm weight) for each commodity.

The supply figures show when each commodity reaches wholesale markets, not necessarily when it was grown and harvested, since it may have been in storage.

The percentages have been derived from five years of statistics (1984 through 1988) originating with the Market News Branch of the U.S. Department of Agriculture.

The final two pages show estimated availability of 72 specialty commodities.

COMMODITY	Jan. %	Feb. %	Mar. %	Apr. %	May %	Jun. %	July %	Aug. %	Sept. %	Oct. %	Nov. %	Dec. %	ANNUAL TOTAL (mil. lbs.)
APPLES, all	9	9	10	9	8	6	5	5	8	10	10	11	4,700
Washington	9	10	11	10	9	7	5	5	6	8	9	11	3,300
New York	10	9	11	10	10	7	2	3	7	11	11	9	230
California	5	4	3	2	1	•	3	12	28	22	11	9	190
Michigan	11	12	12	10	7	2	•	3	9	13	10	10	170
Pennsylvania	10	11	11	10	8	4	1	2	8	13	12	10	135
APRICOTS	4				20	44	20	10				2	30
ARTICHOKES	4	6	14	25	17	5	5	4	4	6	5	5	110
ASPARAGUS	2	6	18	26	23	10	3	2	2	4	3	1	130
AVOCADOS, all	9	8	9	9	8	8	9	9	8	8	7	8	450
California	8	8	9	10	10	10	9	9	7	7	6	7	400
Florida	11	5	2			•	7	14	15	19	15	12	47
BANANAS	8	8	8	8	9	9	8	8	9	9	8	8	6,000
BEANS, SNAP, all	7	6	7	9	10	10	10	10	8	8	8	7	280
Florida	12	8	13	18	15	5				3	12	14	100
California				2	10	15	16	16	14	13	12	2	53
BEETS	8	8	11	11	8	9	9	7	7	7	7	8	33
BERRIES, misc.**	3	1	2	1	10	19	19	17	11	8	5	3	16
BLUEBERRIES	•				•	21	46	29	3				41
BROCCOLI	9	9	9	10	9	8	8	7	7	8	8	8	800
BRUSSELS SPROUTS	12	13	13	10	3	3	1	3	6	10	14	12	36

MONTHLY AVAILABILITY EXPRESSED AS PERCENTAGE OF TOTAL ANNUAL SUPPLY

COMMODITY	Jan. %	Feb. %	Mar. %	Apr. %	May %	Jun. %	July %	Aug. %	Sept. %	Oct. %	Nov. %	Dec. %	ANNUAL TOTAL (mil. lbs.)
CABBAGE, all	**9**	**8**	**11**	**9**	**9**	**8**	**8**	**7**	**8**	**8**	**7**	**8**	**1,350**
California	9	8	10	9	9	8	8	7	7	8	8	9	350
Texas	15	14	21	14	12	3	1	1	1	2	5	11	250
Florida	14	13	17	21	21	5					1	8	190
New York	9	8	10	6	2	2	6	11	11	12	12	11	125
North Carolina	•				5	46	14	6	6	4	11	8	55
CANTALOUPES, all	**2**	**2**	**3**	**4**	**7**	**18**	**21**	**19**	**12**	**7**	**3**	**2**	**1,850**
California					2	17	26	25	17	9	1	•	1,250
Mexico	8	9	18	29	27	2					1	6	240
Texas					20	53	14	8	4	1			180
CARROTS, all	**9**	**9**	**9**	**9**	**8**	**8**	**8**	**7**	**8**	**8**	**8**	**9**	**2,000**
California	10	9	10	10	9	9	10	6	5	6	7	9	1,500
Canada	11	7	4	2	1	•	1	7	16	19	16	15	150
CAULIFLOWER, all	**8**	**9**	**9**	**8**	**9**	**8**	**8**	**7**	**8**	**9**	**9**	**8**	**625**
California	8	9	9	9	9	9	8	7	7	8	8	9	550
CELERY, ALL	**9**	**8**	**9**	**8**	**8**	**9**	**8**	**7**	**7**	**7**	**10**	**10**	**1,800**
California	9	7	8	8	7	9	9	6	6	8	12	11	1,450
Florida	11	12	16	19	20	10	•				2	9	230
Michigan							18	32	30	19	1		56
CHERRIES, SWEET	•			•	13	40	40	6				•	145
CHINESE CABBAGE	**9**	**9**	**10**	**9**	**8**	**8**	**8**	**8**	**8**	**8**	**7**	**8**	**115**
CORN, SWEET, all	**2**	**1**	**2**	**5**	**18**	**22**	**19**	**14**	**8**	**4**	**3**	**2**	**1,850**
Florida	3	2	3	10	32	31	7			3	5	4	800
California				•	20	24	23	12	7	7	5	1	425
New York							9	43	38	10			90
CRANBERRIES									**4**	**24**	**54**	**18**	**33**
CUCUMBERS, all	**7**	**6**	**8**	**9**	**11**	**11**	**9**	**8**	**8**	**8**	**8**	**7**	**1,100**
Florida	4	2	5	20	26	12	•		•	6	15	9	310
Mexico	21	20	22	11	2	•	•			•	6	17	290
California	•	•	1	5	12	17	17	14	13	13	6	1	125
EGGPLANT	**10**	**8**	**8**	**9**	**8**	**9**	**8**	**8**	**7**	**9**	**8**	**8**	**160**
ESCAROLE-ENDIVE	**10**	**9**	**10**	**9**	**9**	**7**	**8**	**8**	**7**	**7**	**7**	**9**	**105**
GARLIC	**7**	**8**	**7**	**9**	**8**	**11**	**8**	**11**	**9**	**8**	**8**	**6**	**30**
GRAPEFRUIT, all	**11**	**11**	**13**	**12**	**10**	**7**	**5**	**3**	**3**	**6**	**9**	**10**	**1,600**
Florida	14	12	15	15	10	4	•	•	•	7	11	11	1,050
California & Arizona	5	5	7	7	11	14	14	12	10	6	5	4	475
Texas	18	17	15	8	1					4	17	20	63
GRAPES, TABLE	**4**	**5**	**7**	**6**	**4**	**9**	**11**	**15**	**14**	**12**	**8**	**5**	**1,800**
GREENS***	**9**	**9**	**10**	**10**	**8**	**7**	**6**	**7**	**7**	**8**	**9**	**10**	**400**
HONEYDEWS	**4**	**4**	**4**	**6**	**9**	**12**	**15**	**16**	**15**	**8**	**4**	**3**	**575**

MONTHLY AVAILABILITY EXPRESSED AS PERCENTAGE OF TOTAL ANNUAL SUPPLY

COMMODITY	Jan. %	Feb. %	Mar. %	Apr. %	May %	Jun. %	July %	Aug. %	Sept. %	Oct. %	Nov. %	Dec. %	ANNUAL TOTAL (mil. lbs.)
KIWIFRUIT	7	6	9	10	6	9	8	7	11	10	8	9	54
LEMONS	7	7	8	9	10	10	11	9	8	7	7	7	625
LETTUCE, ICEBERG, all	8	8	9	9	9	9	9	9	8	8	7	7	5,300
California	7	7	8	9	10	10	9	9	9	8	8	6	4,600
Arizona	17	19	20	13	2	2				3	6	18	425
Florida	14	19	21	22	13						•	10	58
LETTUCE, ROMAINE, all	9	8	9	9	8	8	8	8	8	8	8	9	350
California	9	8	9	9	9	8	7	7	8	8	9	9	310
LETTUCE, OTHER	9	8	8	9	8	8	8	9	8	8	8	9	375
LIMES	7	6	6	7	7	9	12	11	10	9	7	9	160
MANGOS	•	•	1	6	15	24	28	20	4		•	•	100
MUSHROOMS	8	8	9	9	8	9	8	9	8	8	8	8	340
NECTARINES	3	4	3	•	4	19	29	23	13	1		•	375
OKRA	4	6	6	6	7	10	16	16	11	9	6	3	33
ONIONS, DRY, all	8	7	8	7	9	9	9	9	9	8	8	9	3,100
California	3	3	2	3	12	20	22	14	7	6	4	4	800
Idaho-Oregon	15	13	12	4	•	•	•	3	10	14	12	16	750
Texas			2	24	30	15	15	13	1	•			425
New York	11	10	12	9	4	1	•	7	13	11	11	10	260
ONIONS, GREEN	8	8	9	9	10	10	9	8	7	7	7	8	210
ORANGES, all	11	11	13	13	10	6	5	4	4	5	7	11	3,500
California & Arizona	11	11	14	14	10	6	5	4	5	5	6	9	2,850
Florida	13	11	11	12	12	7	4	1	•	3	10	16	600
ORIENTAL VEGS., misc.	10	10	12	10	9	8	7	7	7	7	6	7	110
PAPAYAS	9	8	10	7	9	8	9	7	9	8	7	9	48
PARSLEY	9	8	10	9	8	8	8	8	8	7	8	9	60
PARSNIPS	12	13	13	7	3	6	7	7	7	9	8	8	10
PEACHES, all	1	1	1	•	7	22	27	25	14	2		•	1,200
California					10	23	26	22	15	4			550
South Carolina					3	28	42	23	4				270
Georgia					17	46	29	8					110
New Jersey							12	47	39	2			105
PEARS, all	8	8	8	7	5	3	4	8	13	15	11	10	775
Washington & Oregon	12	11	10	9	7	4	1	1	6	13	13	13	525
California							12	29	30	22	5	2	190
PEAS, GREEN	13	12	12	10	10	10	10	8	5	4	•	5	14
PEPPERS, BELL, all	9	7	8	8	9	9	9	8	8	8	8	8	850
Florida	11	7	9	16	20	11	1			1	9	15	280
California				•	4	9	16	17	18	23	11	1	190
Mexico	23	23	26	10	3	1	•	•	•	•	1	9	170

MONTHLY AVAILABILITY EXPRESSED AS PERCENTAGE OF TOTAL ANNUAL SUPPLY

COMMODITY	Jan. %	Feb. %	Mar. %	Apr. %	May %	Jun. %	July %	Aug. %	Sept. %	Oct. %	Nov. %	Dec. %	ANNUAL TOTAL (mil. lbs.)
PERSIMMONS									2	42	39	17	10
PINEAPPLES	7	8	10	9	11	11	9	8	6	7	7	7	425
PLANTAINS	5	7	8	8	9	8	9	10	10	11	8	7	59
PLUMS & FRESH PRUNES	1	3	2	*	4	20	28	26	12	3	*	*	425
POMEGRANATES								1	28	44	21	6	10
POTATOES, all	9	8	8	8	9	9	8	8	9	8	8	8	11,800
Idaho	10	8	9	9	10	11	7	2	5	9	10	10	2,550
California	4	4	4	4	10	22	21	11	7	5	4	4	1,950
Maine	14	13	14	15	11	3	*	*	3	5	10	11	1,050
Washington	7	7	6	6	5	4	3	15	19	12	9	7	1,050
Oregon	10	10	11	11	9	5	3	5	7	9	10	10	850
PUMPKINS		*	*						10	82	7		48
RADISHES	9	9	11	11	11	6	6	6	5	7	9	10	260
RHUBARB	1	8	12	23	31	21			1	3			3
SPINACH	9	9	10	9	9	8	7	7	7	8	8	9	200
SQUASH, all	8	7	8	9	9	9	8	8	8	9	9	8	600
California	2	1	3	9	12	13	12	11	11	13	9	4	170
Mexico	21	23	18	10	4	1	1	*	*	1	5	15	130
Florida	8	7	12	20	17	5			*	6	13	11	120
STRAWBERRIES, all	2	4	11	20	22	15	10	7	4	3	1	1	830
California	*	3	9	20	23	17	11	7	5	3	1	*	725
Florida	17	7	36	29	4							7	60
SWEETPOTATOES, all	8	8	9	8	5	4	2	5	8	10	19	14	1,200
North Carolina	8	9	10	10	6	4	2	3	7	10	18	13	525
California	9	8	8	8	7	6	3	4	6	8	19	14	300
Louisiana	6	5	6	5	1	1	3	12	13	11	21	16	90
TANGELOS	25	14	12	4	*					3	17	25	135
TANGERINES	19	14	12	3	*					5	19	28	330
TOMATOES	7	7	8	10	10	10	10	8	8	8	7	7	3,900
Florida	11	7	8	14	19	15	2			1	9	14	1,600
California	*	*			1	7	18	15	19	25	12	2	925
Mexico	11	18	21	17	8	4	3	3	4	3	4	4	825
South Carolina						41	54	2	1	1	1		105
TOMATOES, CHERRY	9	8	7	8	9	9	9	8	7	8	9	9	210
TURNIPS & RUTABAGAS	12	9	9	8	5	4	4	5	8	11	14	11	86
Canada	13	10	10	8	2		1	5	10	12	17	12	32
WATERMELONS	1	1	2	3	13	26	26	17	7	2	1	1	2,220

* Supply is less than 0.5% of annual total.

** Mostly raspberries, blackberries and dewberries.

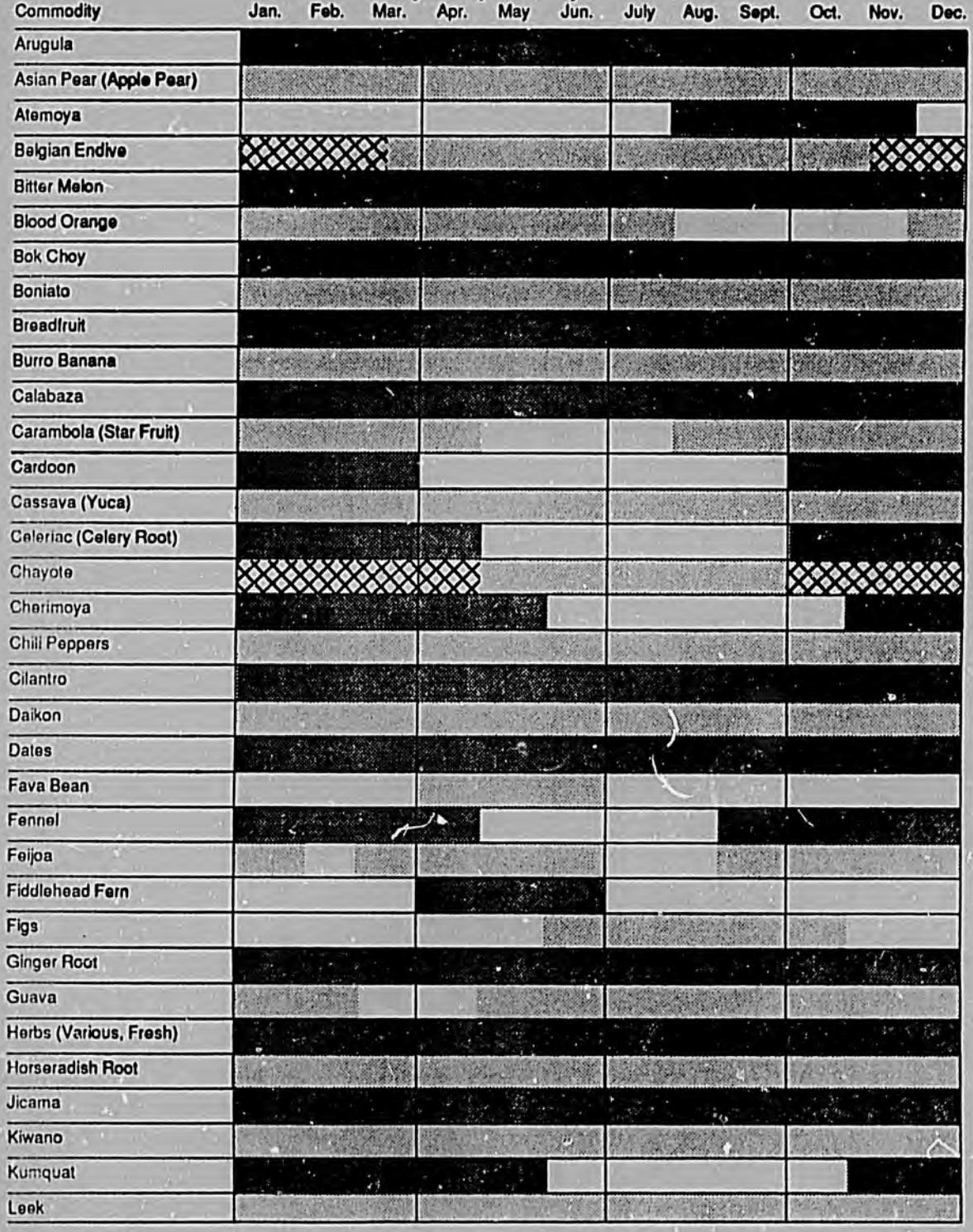
*** Includes kale, kohlrabi, collards, cabbage sprouts, dandelion, mustard and turnip tops, beet tops and rappini.

Availability of Specialty Produce

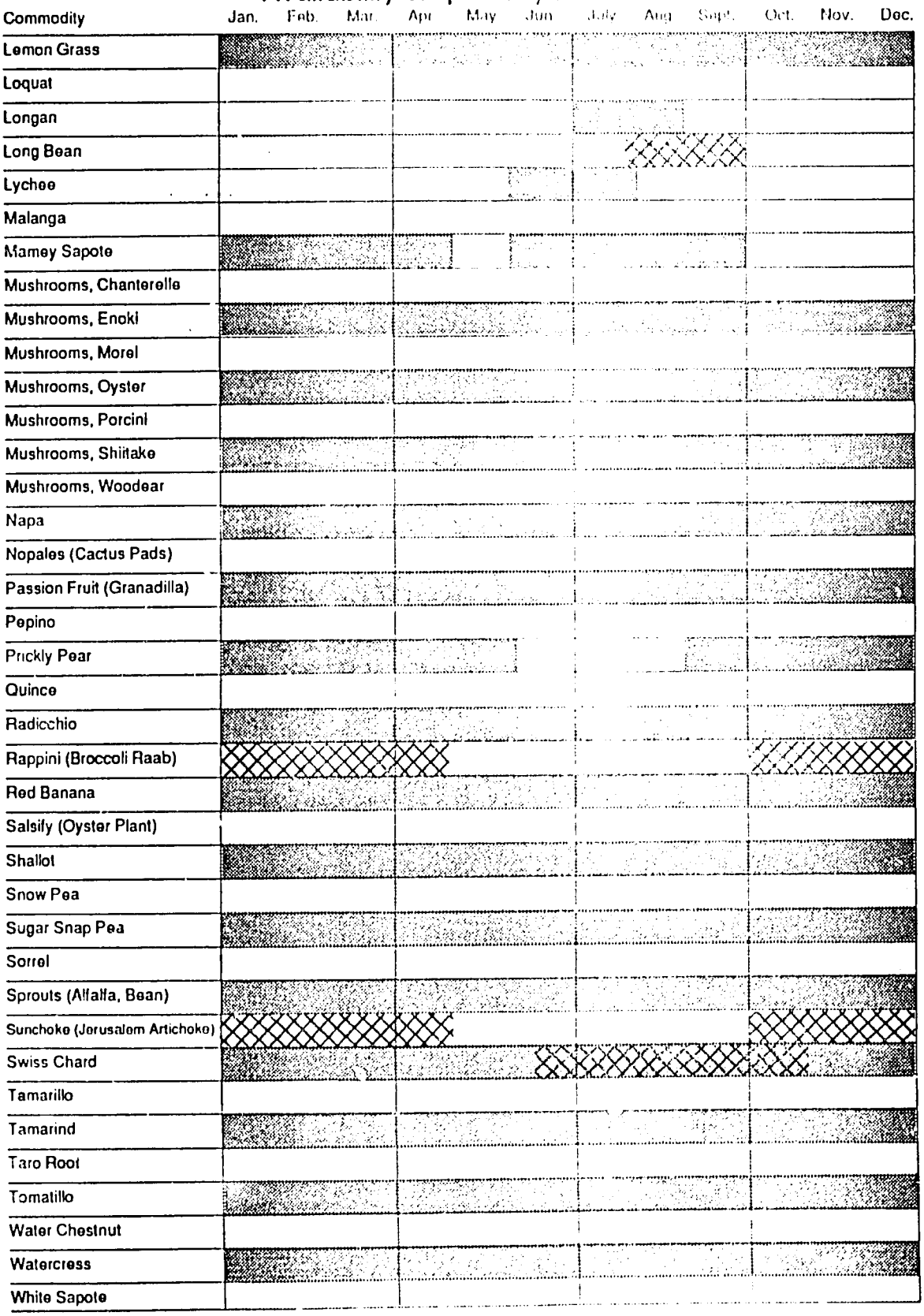
In this section, the colored bars show estimated availability of specialty produce items. Cross-hatched sections on the bars indicate peak availability; white sections show when the item is not in supply.

Comprehensive statistical data is not available for most specialty commodities. The information here has been gathered from many sources, including produce distributors. The specialty produce market is dynamic and variable; actual availability is subject to change as new varieties and sources are developed.

Availability of Specialty Produce



Availability of Specialty Produce



Vegetable Crops Fact Sheet
TOMATO PACKINGHOUSE DUMP TANK SANITATION
VC-31

Vegetable Crops Fact Sheet

TOMATO PACKINGHOUSE DUMP TANK SANITATION

*Mark Sherman, Robert K. Showalter, Jerry R. Bartz, and Gary W. Simone**

Florida Cooperative Extension Service / Institute of Food and Agricultural Sciences / University of Florida / J. T. Woeste, Dean

Introduction

Water dump tanks are routinely used for receiving tomatoes at the packinghouse. In Florida, pallet bins are emptied into the dump tank (Fig. 1) or tomatoes are water flumed from gondolas into the dump tank (Fig. 2). In each case, tomatoes in the dump tank are flumed to an elevator where they are spray washed and conveyed to the packing lines.

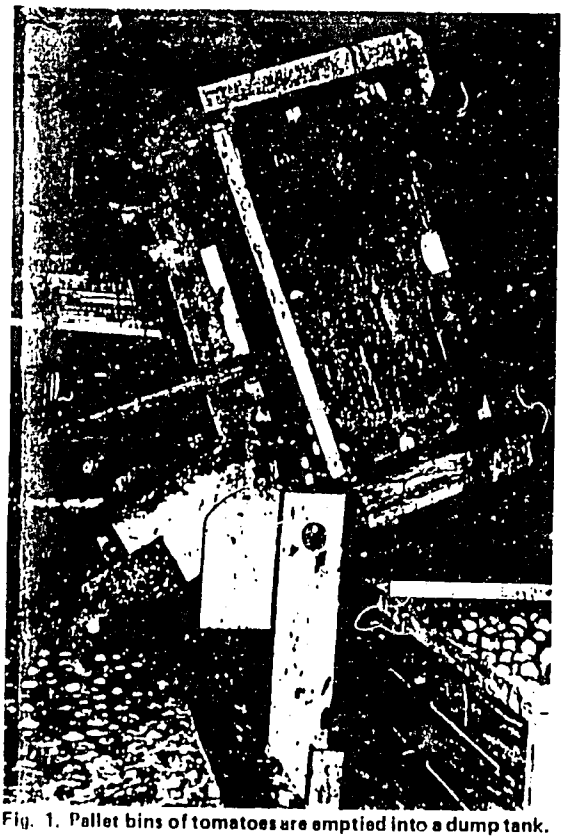


Fig. 1. Pallet bins of tomatoes are emptied into a dump tank.

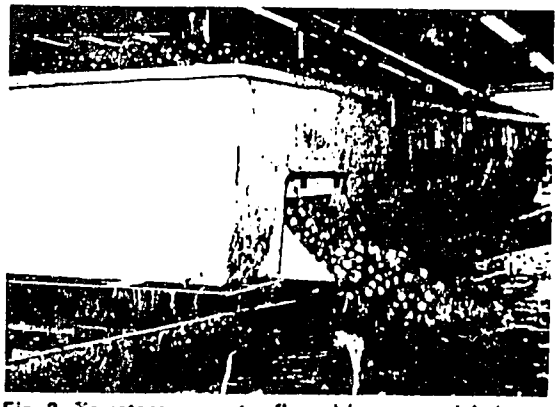


Fig. 2. Tomatoes are water flumed from a gondola into a dump tank.

The Problem

Serious losses due to decay occur periodically in tomato shipments during transit or at destination. Florida research has shown that poor dump tank and wash water management practices can be major contributors to decay problems. Bacteria and fungi present on the fruit when harvested can be spread to uncontaminated tomatoes in the water. Organisms that cause bacterial soft rot (*Erwinia carotovora* (L. R. Jones) Holland), sour rot or watery rot (*Geotrichum candidum* Pers. emend. Carmichael), Rhizopus rot (*Rhizopus stolonifera* [Fr.] Ehr.), and gray mold (*Botrytis cinerea* Fr.) can inoculate the fruit during dump tank and washing procedures. Decay of inoculated fruit after

*Mark Sherman is Assistant Professor - Extension Vegetable Specialist, and Robert K. Showalter is Professor; Department of Vegetable Crops; Jerry R. Bartz is Associate Professor, and Gary W. Simone is Assistant Professor - Extension Plant Pathologist; Department of Plant Pathology; Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS), University of Florida, Gainesville, 32611.

Fig. 3. Tomato fruit illustrating stem scar and corky ring through which inoculation of uninjured fruits can take place.

packaging can spread to other fruit during marketing and increase product losses. Fortunately, sound management practices can eliminate most of these problems.

Tomato Anatomical Considerations

Tomatoes are large fleshy fruits which have extensive intercellular air spaces that are interconnected among the loosely bound cells. Mature tomato fruits are characterized by a relatively thick, heavily cutinized epidermis that has no stomatal openings. Exchange of water and gases in tomatoes occurs almost entirely at the stem scar and corky ring around the stem scar (Fig. 3). Inoculation of uninjured tomato fruits takes place through this stem scar and corky ring. In some fruits the stylar (blossom) scar can also serve as an entrance point. Fruits with growth cracks or mechanical injuries are especially susceptible to inoculation.

Factors Influencing Fruit Inoculation in Dump Tanks

The following factors influence the incidence of fruit inoculation in dump tanks and wash water. There are probably interactions among these factors but at the present time these are not well understood.

1. **Level of Inoculum on Fruit Brought From the Field.**

   Weather conditions strongly influence the prevalence and growth of bacteria and fungi. There may be a higher incidence of decay during warm, wet harvest seasons but little data exists on the level of inoculum for postharvest decay causing organisms in tomato fields. Until adequate data are obtained one must assume the worst and take preventive measures.

2. **Depth of Tomato Submergence.**

   Potential exists for tomato fruit to be inoculated nearly instantaneously when dumped into contaminated water. This is especially true when the water has a low surface tension. This

is usually the situation when dump tank water contains detergents or surfactants which can come from spray residues on the fruit. In simulation studies fruit submerged to 48 in.* in *Erwinia* contaminated water and immediately removed had 30% decay after 3 days of storage at 86°F (30°C) (Bartz, unpublished data). Similar fruit submerged to 24 in. or less had no decay. These studies indicate that the depth to which tomatoes are submerged should be kept to a minimum, preferably 24 in. or less.

3. Time in Dump Tank.

Longer periods of time in the dump tank increase the chance of fruit inoculation especially with increasing depth of submersion. Simulation studies indicate that although fruit submerged in *Erwinia* contaminated water to a depth of 24 in. and immediately removed had no decay after 3 days at 86°F (30°C), when submersion time was increased to 2 or 10 minutes decay increased to 20% and 30%, respectively (Bartz, unpublished). Fruit held at 12 in. for 10 minutes had 20% decay after 3 days of storage at 86°F (30°C). Fruit submerged to 0.4 in. had no decay even after 10 minutes of treatment. These studies suggest that two good dump tank management practices are to keep tomatoes only a single layer deep, and to keep the length of time in the tank to a minimum, preferably 2 minutes or less. Operators need to eliminate potential "dead spots" in their dump tanks (Fig. 4); tomatoes have been observed to stay 10 minutes or more in these areas. Dump tanks should be emptied of fruit before packinghouse crews stop for break periods.

4. Water Temperature.

Research has shown that both water and decay organisms are taken into tomatoes when the water in which they are submerged is cooler than the fruit. When tomatoes are submerged in water of lower temperatures, the internal air contracts, and water is drawn into the fruit through the stem scar and corky ring. The greater the temperature difference, the greater the uptake of water and decay organisms. After 30 minutes, tomatoes at 110°F (43°C) in 50°F (10°C) water took up 4% water by weight; tomatoes at 70°F (21°C) in 50°F (10°C) water gained 1% (Bartz and Showalter, 1981. Phytopathology 71: 515-518). With 70°F (21°C) fruit in 90°F (32°C) water, there was no water intake. A similar relationship held when treatment duration was cut to 10 minutes. This and other studies indicate the importance of maintaining dump tank water temperatures 10°F (5°C) higher than the highest tomato pulp temperatures. Don't guess at the temperatures. Use a thermometer to check both fruit pulp temperature and water temperature. Tomato pulp temperatures can be kept at a minimum by keeping harvested fruit in the shade. On a hot, sunny day, fruit held in the sun for an hour can be as much as 25°F (14°C) hotter than tomatoes held in the shade. Keeping fruit in the shade will allow packinghouse managers to minimize the heating of dump tank water. Solar water heaters could be used to help heat the water, minimizing fossil fuel consumption.

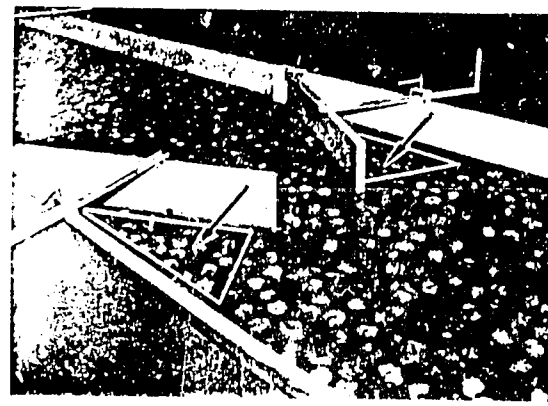


Fig. 4. Areas behind diverters (arrows) are potential "dead spots" in dump tanks. These should be modified to prevent fruit from backing up into them.

5. Chlorination.

Chlorination of packinghouse water does not disinfect contaminated tomatoes, but it does reduce the number of organisms in the water capable of inoculating healthy fruit.

In dump tank water chlorine exists in both available and unavailable forms. Only free (available) chlorine is effective as a disinfectant. Free chlorine decreases as the leaves, stems, soil, and other organic matter increase in the dump tank. Free chlorine level should be maintained between 100 and 150 ppm (mg/L) for maximum effectiveness in packinghouse dump tank and wash water. For a more complete discussion on chlorine see "Water Chlorination for Vegetable Packinghouses," Vegetable Crops Fact Sheet VC-1.

*Metric Conversions

To Convert From	To	Multiply By
inches (in)	centimeters (cm)	2.54
feet (ft)	meters (m)	0.3048

Every packinghouse manager should have a test kit for monitoring free chlorine levels, even if automatic chlorination equipment and monitoring services are contracted. Test kits that test only total chlorine are not useful by themselves because total chlorine includes both the available and unavailable forms. A DPD (N, N. Diethyl-P-Phenylenediamine) kit is necessary to test for free (available) chlorine. Some test kits allow the user to test for both free and total chlorine in less than 5 minutes. Other kits provide a rapid test for free chlorine only. Unfortunately, these kits test in the range from 0 to 2.5 or 3 ppm (mg/L). To use in packinghouse dump tank and wash water tests, managers must dilute the water sample one hundred times to bring samples on scale. Water used for dilution should be chlorine-free and distilled or deionized water would be best. The dilution can be done simply by bringing 10 ml of dump tank water to 1000 ml (1 L) with chlorine-free water. Another alternative is to bring 1.25 fluid oz. of sample water to a gallon with chlorine-free water. Diluted samples can then be tested and the readings multiplied by 100 to reflect the dump tank concentration. Chlorine concentration should be tested at least twice a day and more often in especially dirty conditions. Dump tanks should be emptied daily and thoroughly cleaned of debris.

Summary of Suggested Management Practices

1. Minimize the depth to which tomatoes are submerged when dumped, less than 2 ft. if possible.

2. Maintain a single layer of tomatoes in the dump tank.

3. Minimize the time tomatoes spend in the dump tank, less than 2 minutes if possible. Never leave tomatoes standing in the water during packinghouse crew breaks. Modify dump tanks to eliminate "dead" spots.

4. Chlorinate dump tank and wash water to maintain a *free* chlorine concentration of 100 to 150 ppm (mg/L). Check concentration frequently (at least twice a day) with a DPD test kit.

5. Maintain the dump tank water temperature 10°F (5°C) higher than highest fruit pulp temperatures. Water heating requirements can be minimized by keeping harvested fruit in the shade. Temperatures should be monitored with a thermometer.

6. These management practices represent additive control efforts — not alternative methods. Use of a single control parameter (like chlorination) has not proved to be sufficient to prevent postharvest decay during disease-favorable conditions.

Safety

Chlorine is highly poisonous and must be handled with care according to instructions. For the safety and comfort of the workers, provisions must be made to remove chlorine fumes from enclosed packinghouses. All workers handling chlorine and chlorine equipment should use protective equipment recommended for the particular form that is being used. Read the label before opening any container.

Information in this publication is included for convenience and mention of trade names does not imply any endorsement by the Institute of Food and Agricultural Sciences for any product, service, or design.

This public document was promulgated at a cost of $600.33, or 6 cents per copy, to provide information about tomato dump tank management. 5-10M-81

COOPERATIVE EXTENSION SERVICE, UNIVERSITY OF FLORIDA, INSTITUTE OF FOOD AND AGRICULTURAL SCIENCES, K. R. Tefertiller, director, in cooperation with the United States Department of Agriculture, publishes this information to further the purpose of the May 8 and June 30, 1914 Acts of Congress and is authorized to provide research, educational information and other services only to individuals and institutions that function without regard to race, color, sex or national origin. Single copies of Extension publications (excluding 4-H and Youth publications) are available free to Florida residents from County Extension Offices. Information on bulk rates or copies for out-of-state purchasers is available from C. M. Hinton, Publications Distribution Center, IFAS Building 664, University of Florida, Gainesville, Florida 32611. Before publicizing this publication, editors should contact this address to determine availability.

7,05

Table 21 1 Quality factors for fresh fruits in the U.S. standards for grades (US) and the California Food and Agricultural code (CA)

Fruit	Standard (date*)	Quality factors
Apple	US (1976)	Maturity, color (color charts) related to grade, firmness, shape, and size, and freedom from decay, internal browning, internal breakdown, scald, scab, bitter pit, Jonathan spot, freezing injury, water core, bruises, russeting, scars, insect damage, and other defects.
	CA (1983)	Maturity (as determined by soluble solids content [SSC] and firmness tests)
		Cultivar — *SSC* (%) — *Firmness* (lb)
		Red Delicious — 11.0 — 18
		Golden Delicious — 12.0 — 18
		Jonathan — 12.0 — 19
		Rome — 12.5 — 21
		Newtown Pippin — 11.0 — 23
		McIntosh — 11.5 — 19
		Gravenstein — 10.5 — —
		Size, color, flesh condition, freedom from defect (such as scald, spot, internal breakdown, watercore, bruises, sunburn, russeting), and decay.
Apricot	US (1928)	Maturity, size, shape, and freedom from defect and decay.
	CA (1983)	Maturity (>3/4 of external surface area has attained a color equal to No. 3 yellowish green of the CDFA standard color chart or at least 1/2 has attained No. 4 yellow) and freedom from insect injury, decay, and mechanical damage.
Avocado	US (1957)	*For Florida avocados:* Maturity, shape, texture, skin and flesh color, and freedom from decay, anthracnose, freezing injury, bruises, russeting, scars, sunburn, mechanical damage, and other defects.
	CA (1983)	Maturity (17% to 20.5% dry weight of the flesh depending on cultivar), size, and freedom from defect, insect damage, freezing injury, rancidity, and decay.
Blueberry	US (1966)	Maturity, color, size, and freedom from defect and decay.
Cherry, sweet	US (1971)	Maturity, color, size, shape, and freedom from cracks, hail damage, russeting, scars, insect damage, and decay.
	CA (1983)	Maturity (entire surface with at least a solid light red color and/or 14% to 16% soluble solids depending on the cultivar), and freedom from bird pecks, insect injury, shriveling, growth cracks, other defects, and decay.
Citrus *Grapefruit*	US (1950)	*California and Arizona:* Maturity, color, firmness, size, shape, skin thickness, smoothness, and freedom from defect and decay.
	US (1980)	*Florida:* Maturity, color (color charts), firmness, size, smoothness, shape, and freedom from discoloration, defect, and decay.
	US (1969)	*Texas and other states:* Maturity, color, firmness, size, shape, smoothness, and freedom from discoloration, defect, and decay.
	CA (1983)	Maturity (minimum soluble solids/acid ratio of 5.5 or 6 [desert areas] and >2/3 of fruit surface showing yellow color—0.9 GY 6.40/5.7 Munsell color) and freedom from decay, freezing damage, scars, pitting, rind staining, and insect damage.
Lemon	US (1964)	Maturity (28% or 30% minimum juice content by volume depending on grade), firmness, shape, color, size, smoothness, and freedom from discoloration, defect, and decay.
	CA (1983)	Maturity (30% or more juice by volume), size uniformity, and freedom from decay, freezing damage, drying, mechanical damage, rind stains, red blotch, shriveling, and other defects.
Lime	US (1958)	Color, shape, firmness, smoothness, and freedom from stylar end breakdown, bruises, dryness, other defects, and decay.
	CA (1983)	Maturity, and freedom from defect (freezing injury, drying, mechanical damage) and decay.
Orange	US (1957)	*California and Arizona:* Maturity, color, firmness, smoothness, size, and freedom from defect and decay.
	US (1980)	*Florida:* Maturity, color (color charts), firmness, size, shape, and freedom from discoloration, defect, and decay (used also for tangelos).
	US (1969)	*Texas and other states:* Maturity, color, firmness, shape, size, and freedom from discoloration, defect, and decay.
	CA (1983)	Maturity (soluble solids/acid ratio of 8 or higher and orange color on 25% of the fruit—7.5 Y 6/6 Munsell color—or soluble solids/acid ratio of 10 or higher and orange color on 25% of fruit—2.5 GY 5/6 Munsell color), size uniformity, and freedom from defect and decay.
Tangerine and mandarine	US (1948)	*States other than Florida:* Maturity, firmness, color, size, and freedom from defect and decay.
	US (1980)	*Florida:* Maturity, color (color charts), firmness, size, shape, and freedom from defect and decay.
	CA (1983)	Maturity (yellow, orange, or red color on 75% of fruit surface and soluble solids/acid ratio of 6.5 or higher), size uniformity, and freedom from defect and decay.
Cranberry	US (1971)	Maturity, firmness, color, and freedom from bruises, freezing injury, scars, sunscald, insect damage, and decay.

*Date when standard was issued or revised.

Continued on next page

206

Table 21.1—*Continued*

Fruit	Standard (date*)	Quality factors
Date	CA (1983)	Freedom from: insect damage, decay, black scald, fermentation, and other defects
Dewberry, blackberry	US (1928)	Maturity, color, and freedom from calyxes, decay, shriveling, mechanical damage, insect damage, and other defects.
	CA (1983)	Maturity and freedom from decay and damage due to frost, bruising, insects, or other causes.
Grape, table *European Vinifera type*	US (1983)	Maturity (as determined by percent soluble solids as set forth by the producing states), color, uniformity, firmness, berry size, and freedom from shriveling, shattering, sunburn, waterberry, shot berries, dried berries, other defects, and decay. Bunches: fairly well-filled but not excessively tight. Stems not dry and brittle, and at least yellowish green in color. For states other than California and Arizona, and countries exporting to U.S.
		Cultivar — *Minimum SSC (%)* Muscat — 17.5 Cardinal, Ribier, Olivette, Blanche, Emperor, Perlette, Rish Baba, Red Malaga — 15.5 All other cultivars — 16.5
	CA (1983)	Maturity (minimum percent soluble solids of 14 to 17.5, depending on cultivar and production area, or soluble solids/acid ratio of 20 or higher, or a combination of a minimum soluble solids/acid ratio and percent soluble solids), and freedom from decay, freezing injury, sunburned or dried berries, and insect damage. Same for Arizona.
American bunch type	US (1983)	Maturity (juiciness, ease of separation of type skin from pulp), color, firmness, compactness, and freedom from defect and decay.
Kiwifruit	US (1982)	Maturity (more than 6.5% soluble solids), firmness, and freedom from growth cracks, insect injury, broken skin, bruises, sunscald, freezing injury, internal breakdown, and decay.
Nectarine	US (1966)	Maturity, color depending on variety, shape, and size, and freedom from growth cracks, insect damage, scars, bruises, russeting, split pits, other defects, and decay.
	CA (1983)	Maturity (surface ground color, fruit shape), and freedom from insect injury, split pits, mechanical damage, and decay.
Olive	CA (1983)	Freedom from insect injury, especially scale.
Peach	US (1952)	Maturity (shape, size, ground color), and freedom from decay and defect (split pit, hail injury, insect damage, growth cracks).
	CA (1983)	Maturity (skin and flesh color, and fullness of shoulders and suture), and freedom from defect and decay.
Pear *Winter*	US (1955)	Maturity (color, firmness), size, and freedom from internal breakdown, black end, russeting, other defects, and decay.
Summer and fall	US (1955)	Maturity (color, firmness), shape, size, and freedom from defect and decay.
	CA (1983)	Maturity (*Bartlett:* Average firmness test of <23 lb., and/or soluble solids content 13%, and/or yellowish green color . . . CDFA color chart), and freedom from insect damage, mechanical damage, decay, and other defects.
Persimmon	CA (1983)	Maturity as indicated by surface color: *Hachiya:* Blossom end's color is orange or reddish color equal to or darker than Munsell color 6.7 YR 5.93/12.7 on at least 1/3 of the fruit's length with the remaining 2/3 a green color equal to or lighter than Munsell color 2.5 GY 5/6. *Other cultivars:* A yellowish green color equal to or lighter than Munsell color 10 Y 6/6.
		Freedom from growth cracks, mechanical damage, decay, and other defects.
Pineapple	US (1953)	Maturity, firmness, uniformity of size and shape, and freedom from decay, sunscald, bruising, insect damage, and cracks. Tops: color, length, and straightness.
Plum and fresh prune	US (1969)	Maturity, color, shape, size, and freedom from decay, sunscald, split pits, hail damage, mechanical damage, scars, russeting, and other defects.
	CA (1983)	Maturity as indicated by surface color (minimum color requirements are described for 56 cultivars), and freedom from decay, insect damage, bruises, sunburn, hail damage, gum spot, growth cracks, and other defects.
Pomegranate	CA (1983)	Maturity (<1.85% acid content in juice and red juice color equal to or darker than Munsell color 5 R 5/12), freedom from sunburn, growth cracks, cuts or bruises, and decay.
Quince	CA (1983)	Maturity, and freedom from insect damage, mechanical damage, and decay.
Raspberry	US (1931)	Maturity, color, shape, and freedom from defect and decay.
	CA (1983)	Maturity, and freedom from decay and damage due to insects, sun, frost, bruising, or other causes.
Strawberry	US (1965)	Maturity (>1/2 or >3/4 of surface showing red or pink color, depending on grade), firmness, attached calyx, size, and freedom from defect and decay.
	CA (1983)	Maturity (>2/3 of fruit surface showing a pink or red color), and freedom from defect and decay.

*Date when standard was issued or revised.

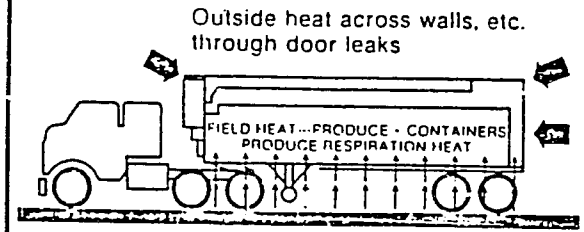
307

R.T. Hinsch, R. Rij, USDA-SEA, Fresno, CA

The design, size, construction, and condition of a refrigerated truck trailer can affect its capability to maintain temperatures of produce stripped in it. You should carefully inspect each truck before loading it to be sure that it can safely transport your produce at desired transit temperatures. Use this check list to inspect each truck.

ITEM	ACTION
1. Trailer precooled until inner sidewalls cooled to desired transit temperature before loading. Precooled trailers provide lower transit temperatures. Essential during warm weather	ESSENTIAL
2. Trailer inside dimensions must be great enough for your load	
A. Is trailer wide enough for your load?	MEASURE
Yes, leave air channels between load and walls	OK TO LOAD
No: danger assured. Tight contact with sidewalls will cause product warming or freezing in wall rows. Damage to walls can occur in lift-truck loading	DON'T LOAD
B. Is height enough for your load?	MEASURE
Is door height enough for your load?	MEASURE
Air delivery chute(s) open?	
Yes	OK TO LOAD
No. Air circulation will be restricted. Leave off part of top layer, or notify buyer of load that it is "his risk"	DANGER
C. Is trailer long enough for your load?	MEASURE
Never load tight against rear doors. Leave a few inches air space to aid circulation of cold air	
3. Condition of walls, doors, floor, drains, air delivery chute: Walls, Doors, Floor, Drains, Air delivery chute — Before loading produce, notify the buyer of any trailer damage noted. Reject trailers with damaged walls or doors. They will cause heating or freezing in the load. Or, notify the buyer of the load that it is "his risk" to accept shipment in the trailer. Air chute(s) should be open and intact. Floor and drains should be cleaned before loading	REJECT OR ASSIGN RISK
4. Front bulkhead installed?	ESSENTIAL
If not, reject trailer until one is installed. Even a couple of pallets placed vertically against the front wall will help	REJECT OR INSTALL
5. Refrigeration unit operating satisfactorily?	ESSENTIAL
If questionable, do not load.	
6. Load-securing bars must be used to prevent the load from shifting to the rear, blocking air circulation, and creating a danger to persons opening rear doors of trailer at destination. Insist on load bars being used or assign risk to trucker	ESSENTIAL

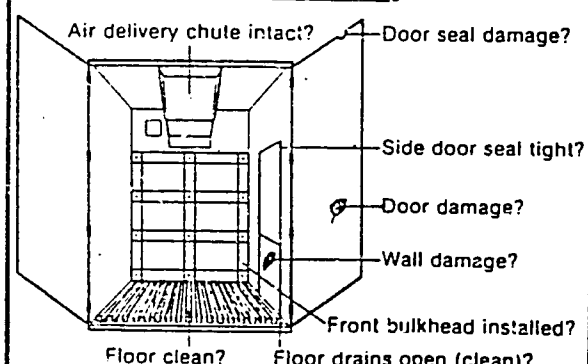
HEAT SOURCES IN A REFRIGERATED TRUCKLOAD



Heat conducted from the outside across walls, doors, and floor is a major cause of product transit heating in warm weather. Heat conducted from the product across these surfaces causes freezing in cold weather. The amount of product heating or freezing is affected by the condition of the walls, doors, floor, and by the load pattern used.

TRUCK FEATURES TO CHECK BEFORE LOADING

The condition of the inside features of a refrigerated trailer affects its ability to maintain desired product transit temperatures. Check these features before loading.

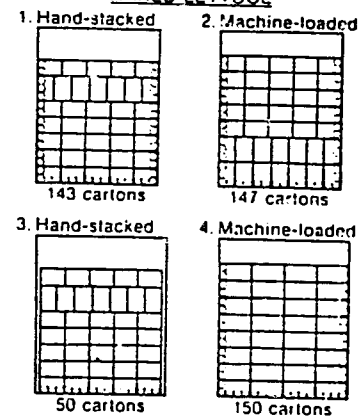


Inside width adequate for load?
Inside height adequate for load?
Door height adequate for load?
Load bars used to secure load?
Trailer precooled before loading?

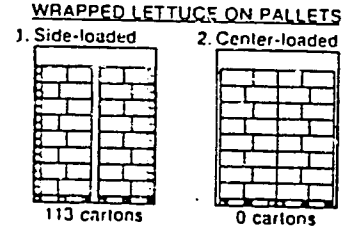
Effect of load patterns on the amount of lettuce loaded against sidewalls and on the floor

Load patterns used in truck trailers affect the amount of product warming or freezing that can occur. The effect increases with the amount of contact between the load and the walls and floor of a truck. The number of carton equivalents of lettuce in different load patterns loaded against the walls and floor of a trailer, and subject to potential warming or freezing, are shown in the following diagrams.

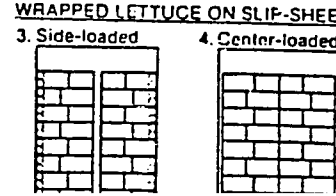
NAKED LETTUCE



WRAPPED LETTUCE ON PALLETS



WRAPPED LETTUCE ON SLIP-SHEETS



Operaciones de Importancia Crítica
El Movimiento de Productos Agrícolas Perecederos
Del Campo al Consumidor

OPERACIONES Y FUNCIONES	FACTORES IMPORTANTES EN UNA OPERACION EXITOSA	POSIBLES FALLAS Y ERRORES
A. Pre-Cosecha		
1. El Cultivo Las buenas prácticas de cosecha y post-cosecha no serán capaces de convertir a un producto débil o falto de tamaño en el campo en un producto de primera en el mercado.	A. Selección de variedad. B. Rotación de cultivo. C. Prácticas culturales. D. Uso de productos agro-quimicos, incluyendo plaguicidas.	1. Siembra de una variedad no aceptada en el mercado. 2. Variedad sembrada que no aguanta transporte a mercados lejanos. 3. Prácticas culturales deficientes resultan en producto débil, falto de tamaño o con defectos en su forma. 4. Control de plagas ineficaz da como resultado una alta taza de descarte de producto debido a cicatrices, agujeros y decoloración en la superficie del producto. 5. El uso de plaguicidas no autorizados, o el uso excesivo de plaguicidas no autorizados da como resultado la detención del producto por el FDA en el puerto de entrada.

OPERACIONES Y FUNCIONES	FACTORES IMPORTANTES EN UNA OPERACION EXITOSA	POSIBLES FALLAS Y ERRORES
B. Cosecha y Consolidación		
1. Cosecha El producto se corta o se desprende de la planta. Se pone en hileras en el campo, se coloca en costales, o cajas. Se puede cargar directamente a un carretón. La consolidación se efectúa mediante la carga de fruta directamente a un carretón, o cargando sacos y cajas a un camión, carretón o carreta. En otros casos la fruta se lleva a mano en caja o en costal a un punto de asamblea en el campo.	a. Tipo de cultivo. b. Los criterios de cosecha propios de cada cultivo. c. El tiempo y la frecuencia de cosecha. d. Las condiciones de campo (mojado, seco, limpio, con maleza). e. El número y género de los trabajadores. f. El modo de recolección (sacos, cajas, carretón, jalado por tractor).	1. Se rechaza el producto para la exportación porque se cosechó falto de madurez, o pasado de madurez. 2. Cosecha incompleta. Producto olvidado estará sobre maduro a la hora de la próxima recolección. 3. Se ensucia la fruta cosechada en campos con lodo. 4. Manejo brusco o negligente resulta en el rechazo del producto debido a cortaduras, raspones, magullones. 5. Una mala asignación de equipo y obreros da como resultado un lapso demasiado largo entre cosecha y empaque.
2. Consolidación Producto en sacos o cajas se lleva a puntos de asamblea en el campo.	a. La distancia a y entre puntos de asamblea. b. La existencia de sombra. c. El método de recolección sacos, cajas, carretones. d. La disponibilidad de sacos, cajas y carretones.	1. La ausencia de sombra aumenta la temperatura del producto. 2. Un manejo inadecuado causa rechazo debido a cortaduras, raspones y magullones. 3. La mala asignación de equipo y obreros prolonga el tiempo entre corte y recolección.

-310

OPERACIONES Y FUNCIONES	FACTORES IMPORTANTES EN UNA OPERACION EXITOSA	POSIBLES FALLAS Y ERRORES
3. Supervisión Capataces o supervisores supervisan las operaciones de recolección y asamblea. Los gerentes visitan las operaciones frecuentemente y sin aviso previo.	a. Normas para la selección en el campo. Comprensión de los capataces de estos criterios. b. Proporción de capataces/supervisores a trabajadores. c. Nivel de experiencia de los capataces. d. Grado de familiaridad de la gerencia con prácticas y procedimientos de cosecha.	1. Supervisión y administración deficiente o mal enfocada pueden ejercer un efecto negativo sobre cualesquiera de los factores que influyen en operaciones de cosecha.
C. Transporte - del campo a la empacadora		
1. Carga		
Si la empacadora se encuentra en la finca, la función de recolección se omite, y el producto sale directo del campo a la empacadora en carretones jalados por tractor. Si la empacadora se encuentra fuera de la finca, el producto se carga a camiones en los puntos de colección en el campo.	a. El operador del camión y su ayudante generalmente son responsables de la operación de carga. b. El uso de costales o cajas. c. El camión regresa al campo trayendo costales y cajas vacías. d. La frecuencia con la que capataces y/o gerentes revisan las operaciones de carga en el campo.	1. Un manejo brusco en la carga resultará en raspones, cortes y golpes al producto. 2. Demoras en cargar afectan el ritmo de cosecha y procesamiento y aumentan la temperatura y la deshidratación del producto.
2. Transporte		
El producto se transporta de campo a empacadora en carretones, o en camiones y camionetas pequeñas a medianas. En áreas menos desarrolladas se usan carretas de bueyes, y hasta caballos y mulas.	a. El tamaño (capacidad) del carretón o camión. b. La condición de los caminos. c. La distancia del campo a la empacadora. d. La pericia del conductor. e. El acolchonamiento de los lados y fondo de la sección de carga del camión, carretón o carreta.	1. Caminos escabrosos causan movimiento excesivo del producto, dando como resultado cortaduras, raspones y magulladuras. 2. El exceso de velocidad agrava los daños asociados a caminos en mal estado. 3. Las distancias excesivas entre finca y empacadora aumentan el tiempo entre cosecha y enfriamiento.

OPERACIONES Y FUNCIONES	FACTORES IMPORTANTES EN UNA OPERACION EXITOSA	POSIBLES FALLAS Y ERRORES
3. Descarga en la empacadora		
El producto se descarga del camión o carretón. Se mueve directamente a una linea o mesa de procesamiento o a un área de almacenamiento.	a. Recepción en muelle, piso, tanque, mesa o cajón. b. Recepción a granel, encostalado o en caja. c. Descarga manual, o por gravedad. d. Almacenamiento temporal a la sombra, en cuarto refrigerado.	1. El manejo excesivo produce raspones y magulladuras. 2. Sin sombra la temperatura del producto se incrementa excesivamente. 3. Ciertos productos densos sin ventilar y en costales generan calor. En este ambiente empiezan a multiplicarse los micro-organismos.
<u>D. Selección y Empaque</u>		
Se presume que sólo producto apto para el consumo humano y que posee algún valor comercial será traido a la empacadora.		
1.Selección		
En este proceso dividimos el producto en exportable, vendible localmente, y rechazo.	a. A nivel de campo se habrá eliminado producto con pudrición, gusanos, muy sobremaduro o inmaduro no apto para consumo. b. Los criterios de selección. c. El número de obreros en los puestos de selección. d. La rapidez del flujo del producto.	1. La inclusión de producto en estado de descomposición o con insectos puede crear contaminación del producto. 2. La falta de rigor en la aplicación de criterios de selección resulta en el empaque de un producto de baja calidad. 3. El exceso de rigor en la selección resulta en una tasa muy baja de producto empacado.

312

OPERACIONES Y FUNCIONES	FACTORES IMPORTANTES EN UNA OPERACION EXITOSA	POSIBLES FALLAS Y ERRORES
2. Lavado		
El lavado, donde se usa, es una de las primeras operaciones.	a. Sistema de lavado usado. b. Fuente de agua. c. Agua renovada o recirculada. d. Cloriniización (partes por millón usados). El sistema y el equipo. La prueba del nivel en PPM y la frecuencia de las pruebas. e. El uso o no de cepillos. f. El producto entra a la linea de selección y empaque ya sea mojado o seco, pasa a secado mecánico (por esponjas), o mediante aire.	1. Producto sucio causa rechazo en la exportación. 2. El lavar con agua no tratada y recirculada aumenta los niveles y la cantidad de micro-organismos en la superficie del producto. 3. Tiempos prolongados en contacto con los cepillos puede remover la pelicula protectiva natural del producto, y hasta causar raspones. 4. Producto mojado pasando por la linea puede volver a ensuciarse si entra en contacto con producto mal lavado.

313

OPERACIONES Y FUNCIONES	FACTORES IMPORTANTES EN UNA OPERACION EXITOSA	POSIBLES FALLAS Y ERRORES
3. Tratamiento		
Cuando se aplican productos químicos o ceras a la superficie del producto, esto se hace normalmente al terminar el lavado. Los químicos se usan para retardar el desarrollo y crecimiento de micro organismos. La cera se aplica para retardar la pérdida de humedad y/o para mejorar la presentación del producto.	a. Producto(s) aplicados b. Aprobación EPA para el producto. Acatamiento a instrucciones de uso. c. Métodos de aplicación: diluido, no diluido, aspersión, cepillos. d. Lavado y secado antes de tratamiento. e. Secado después del tratamiento con químicos. f. Procedimientos para limpiar y desinfectar equipo.	1. Los productos químicos usados no tienen registro EPA. 2. Los productos químicos usados tienen registro EPA pero se aplican en concentraciones o por tiempos mayores a los indicados en la etiqueta / instructivo para su uso. 3. El encerado de productos no lavados o sucios puede acelerar la actividad de micro-organismos. 4. Las soluciones de químicos en sistemas recirculatorios pueden llegar a contaminarse. El producto químico cae al fondo o es neutralizado por la progresiva introducción de contaminantes en el agua.
4. Clasificación por Tamaño		
El producto se clasifica de acuerdo a los tamaños normativos vigentes en plaza. La clasificación por tamaño puede darse durante la selección, o en el sitio de empaque.	a. Criterios de clasificación por tamaño. b. El número de obreros. c. La supervisión de los trabajadores. d. La clasificación mecánica, o manual.	1. La clasificación por tamaño puede dar como resultado un empaque suelto (falta de tamaño) o un envase excesivamente lleno.

OPERACIONES Y FUNCIONES	FACTORES IMPORTANTES EN UNA OPERACION EXITOSA	POSIBLES FALLAS Y ERRORES
5. Empaque		
El llenado de jabas, cartones o canastillas. Muchos productos se envasan según su tamaño (El cantaloupe lleva 9,12,15,18, 23 o 30 frutas por caja). Se hace la última selección. En algunos casos se empaca más de un nivel de calidad (E1 y E2; superselect, select, plain).	a. Criterios de selección. b. Criterios de clasificación. c. Configuración de la caja. d. Método para terminar el llenado de caja (a veces se coloca la última capa a mano para darle mejor presentación). e. Normas de calidad. f. Normas de peso. g. Uniformidad del empaque.	1.Un empaque de producto pequeño dará una caja falta de peso. 2.Una selección deficiente dará un empaque de baja calidad. 3.Tamaños desiguales o producto mal colocado dará una caja poco atractiva. 4.Producto sobremaduro no sobreviviré al transporte hasta el punto de venta. 5.Un producto inmaduro sufrirá descuentos en la plaza.
6. Etiquetado, Inspección y Conteo.		
En el curso de las operaciones se pueden poner etiquetas a frutas individuales. Cajas faltas de peso se podrán ajustar para llenarlas. En algunos casos se marca el número de frutas; se hace una última inspección y se cierra la caja. Un código de identificación podrá usarse para identificar el campo, el productor, el empacador, el sitio de empaque, y la fecha de empaque. Cajas rechazadas en este proceso regresan a la línea de empaque para su corrección.	a. Los criterios y normas de inspección. b. La experiencia y la autoridad que tenga el inspector. c. El número de trabajadores disponibles. d. El tipo de etiqueta o calcomanía.	1.Los errores de conteo acarrean problemas con los productores. 2.La falta de consistencia en las decisiones de inspección crearán confusión en los obreros. 3.Procedimientos faltos de vigor permiten el pase de producto deficiente.

315

OPERACIONES Y FUNCIONES	FACTORES IMPORTANTES EN UNA OPERACION EXITOSA	POSIBLES FALLAS Y ERRORES
7. Control de Calidad		
El producto se revisa a todos los niveles de operación - pre cosecha, cosecha, recepción en planta, y al terminarse el empaque.	a. Procedimientos. b. Pruebas aplicadas: brix, pruebas químicas, visuales (defectos), presencia de insectos, micro-organismos o residuos químicos.	1.Equipo mal calibrado da lecturas equivocadas. 2.Falta de pre-aviso al comprador de una caída en la calidad. 3.Fruta subnormativa cosechada, empacada y embarcada a pesar de buenos procedimientos de control de calidad.
8. Limpieza		
La empacadora y los equipos usados en todo el proceso se mantienen en estado limpio e higiénico. El equipo se lava y desinfecta con regularidad (como mínimo a diario).	a. Horario y procedimientos para la limpieza y el mantenimiento. b. Previsión para la remoción de deshechos y basura. c. Asignación de personal a la remoción de deshechos y a operaciones de limpieza. d. Sistemas para la remoción, almacenamiento o disposición de productos rechazados.	1.Hongos y bacterias se multiplican en mesas, bandas, tanques, cepillos, etc. 2.Ratas, moscas, grillos y cucarachas encuentran alimento en los deshechos. 3.Polvo y suciedad son arrastrados sobre las líneas de empaque por el viento. 4.La planta no reúne los requisitos de autoridades locales o de compradores en cuanto a higiene.

316

OPERACIONES Y FUNCIONES	FACTORES IMPORTANTES EN UNA OPERACION EXITOSA	POSIBLES FALLAS Y ERRORES
9. Supervisión y Gerencia		
Un gerente o supervisor de empacadora tiene la responsabilidad de administrar y controlar las operaciones. Según el tamaño (volumen) de las operaciones los capataces serán asignados a la supervisión de una o más estaciones de trabajo. La gerencia realiza visitas no programadas a la empacadora.	a. El conocimiento del supervisor y su comprensión de los criterios de selección y empaque. b. La presencia en la planta de alguien con conocimientos de mantenimiento y mecánica, con capacidad para efectuar reparaciones menores.	1. Falta de comunicación eficaz de parte de supervisores o capataces en cuanto a criterios de selección y empaque que resultan en un empaque malo. 2. Demoras en reparar equipo resultan en paros largos de operaciones en las líneas. 3. Fallas mecánicas pueden dañar el producto. 4. Fallas en aplicar normas de seguridad pueden ocasionar accidentes a los trabajadores.
E. ENFRIAMIENTO		
1. Pre enfriamiento		
El calor de campo se saca del producto tan pronto como es posible, a entre 1° y 5°C arriba de la temperatura ideal de almacenamiento o tránsito. El pre enfriamiento eficaz reduce la tasa de respiración tan pronto posible en la ruta de post cosecha.	a. El sistema a usarse: hidro enfriamiento, al vacío, por aire forzado, por convección, mediante el uso de hielo triturado o en agua. b. Capacidad del equipo. c. Gradiente de calor a extraerse (calor inicial del producto). d. El tiempo del proceso. e. La etapa en el proceso en donde se aplica el enfriamiento. f. Los procedimientos de monitoreo de temperatura.	1. Exposición prolongada a aire forzado deshidratará el producto. 2. Pre enfriamiento antes del empaque es seguido de demoras en el proceso lo que permite subir la temperatura y causa condensación. 3. En periodos de producción fuerte la capacidad de pre enfriamiento es insuficiente. 4. El exceso de enfriamiento causa daño por frío a los productos sensibles. 5. Si los sistemas en base a agua fría no se limpian a diario, o si no se mantienen niveles adecuados de cloro, los problemas por contaminación con micro organismos suelen ser devastadores.

317

OPERACIONES Y FUNCIONES	FACTORES IMPORTANTES EN UNA OPERACION EXITOSA	POSIBLES FALLAS Y ERRORES
2. Almacenamiento bajo refrigeración. El pre enfriamiento logra la eliminación rápida de calor de campo del producto. En el cuarto frio los últimos incrementos de calor de campo se eliminan y el producto llega y se mantiene a la temperatura recomendada.	a. La capacidad de almacenamiento. b. La capacidad de enfriamiento. c. El equipo de refrigeración. d. El control de humedad relativa. e. El numero de cámaras frias (una sola vrs. múltiples) f. El número y la naturaleza de los distintos productos a almacenarse. g. El manejo del producto suelto o en tarimas; movido a mano, con troquel, o con montacarga. h. El patrón de estiba y la colocación de estas. i. El acceso a servicios de mantenimiento internos o externos. j. La frecuencia con la que la gerencia revisa los procedimientos de cuarto frio.	1. Fallas en el sistema pueden producir perdidas grandes de producto. 2. El mal funcionamiento puede resultar en cualquiera de los siguientes efectos negativos aumentos de temperatura, causando sobre-maduración; el ciclo de enfriamiento no cesa, causando daño por frio excesivo o congelamiento. 3. Insuficiente capacidad en momentos de mayor producción. 4. Mezclas de productos que generan etileno con aquellos que son sensibles al etileno pueden causar daños irreversibles en estos últimos.

31

OPERACIONES Y FUNCIONES	FACTORES IMPORTANTES EN UNA OPERACION EXITOSA	POSIBLES FALLAS Y ERRORES
E. TRANSPORTE Y DISTRIBUCION		
1. Carga		
N.B. Nos referimos a la carga de furgones para viajes marítimos o terrestres. La palabra "contenedor" se refiere tanto a furgones como a contenedores refrigerados.		
El producto se mueve del cuarto frío, del pre enfriador, o directamente de la línea de empaque y se coloca en estibas definitivas dentro del contenedor. Antes de iniciar operaciones de carga se revisa la unidad de refrigeración. Se enciende y se constata que la unidad y sus controles funcionan.	a. Preparación del producto suelto / en tarimas. b. Especificaciones del contenedor - su capacidad de refrigeración; aire por encima o por el piso. Presencia de mamparo; profundidad de las ranuras del piso. c. Tarifas de transporte: por peso, por caja - mínimos y máximos. d. Modo de transferencia. Por puerta sellada de cuarto frío, desde muelle, o hacia arriba desde el suelo. e. Patrón de estiba. Estiba directa / en tarimas; con canales de ventilación, con canales en la pared del contenedor. El uso de reglas de madera entre hileras; el uso de arriostramiento para inmovilizar la carga. f. La temperatura del contenedor pre enfriado o no. g. La condición general del contenedor o de la unidad de refrigeración: paredes bien unidas. Aislamiento en buen estado; limpieza o sociedad. h. La rapidez de la operación de carga. i. La fuerza y la resistencia de la caja (Test Mullen). Caja con o sin parafina (resistente a la humedad). j. Sistema de entarimado. Uso de cinchos verticales y horizontales, uso de cubierta plástica, uso de esquineras de cartón.	1.Se revisa el contenedor y la unidad de refrigeración a última hora. No hay tiempo para pedir la sustitución o la reparación de la unidad. 2.Patrón de carga defectiva deja áreas sin ventilación y circulación de aire frió. 3.Estibas sueltas causan cambio de posición de la carga, interrumpiendo la circulación del aire. 4.Carga lenta o prolongada resulta en condensación en la fruta y la caja, lo que puede debilitar la caja y fomentar el crecimiento de micro - organismos. 5.Tarimas mal enzunchadas o envueltas sufren deslizamiento durante el transporte.

OPERACIONES Y FUNCIONES	FACTORES IMPORTANTES EN UNA OPERACION EXITOSA	POSIBLES FALLAS Y ERRORES
2. Tránsito		
El contenedor viaja por tierra al puerto, y luego en barco (Roll-On Roll-Off o Lift-On Lift-Off) a los EEUU o Europa; también por via terrestre a Texas o Arizona.	a. Duración del viaje. b. Condición de carreteras y de la mar. c. Control de temperatura, condición del contenedor, de su unidad de refrigeración o de sus componentes electrónicos. d. Patrón de estiba. Uso de arriostres. e. Presencia de un aparato termográfico. f. El conductor del cabezal. g. Acceso en tránsito a servicios de mantenimiento y reparación de la unidad de refrigeración.	1.Mal funcionamiento de la unidad de refrigeración o del termostato da como resultado sobre calentamiento, congelamiento o daño por exceso de frio. 2.Mala distribución de aire frio a través de la carga resulta en deterioro parcial de la carga. 3.Llegada tardia a puerto por demoras del chofer, se pierde el barco. 4.Imposible reclamar daños por deficiencias de la unidad por falta de pruebas de cambios en la temperatura del contenedor.
3. Inspección en el Puerto de Entrada.	a. Dia y hora de arribo; hora de descarga del barco. b. Experiencia y pericia del agente aduanero. c. Adelantos en papeleo. Uso de fax entre embarcador y consignatario. Comunicacion entre consignatario y agente aduanero. d. Acatamiento de reglamentos BPA / FDA / USDA. e. Precauciones en la empacadora para evitar la presencia de insectos.	1.Se pagan horas extras después de las 5 p.m., en fin de semana y feriado a la aduana, al USDA y al FDA. 2.Demoras en liberación debido a falta de documentación o por falta de agilidad del agente aduanero. 3.APHIS/USDA descubre un insecto desconocido o vivo en el furgón. 4.FDA demora la liberación del producto mientras se comprueban residuos debido a antecedentes de detenciones en ese producto.

220

OPERACIONES Y FUNCIONES	FACTORES IMPORTANTES EN UNA OPERACION EXITOSA	POSIBLES FALLAS Y ERRORES
4. Recepción del Producto.		
El contenedor se mueve al cuarto frio del recibidor, donde se traslada a un cuarto frio o directamente al contenedor que lo llevará a su destino final. (Esto seria el caso si el producto se ha prevendido). El recibidor normalmente no vende el producto hasta no haberlo revisado.	a. La distancia del puerto al centro de distribución (no más de 50 millas). b. La hora de arribo. c. Descarga en muelle o a puerta sellada de cuarto frio. d. Los procedimientos de inspección del recibidor. e. El producto llega en cajas sueltas o entarimadas. f. Un sólo cuarto frio vrs. varios cuartos con varias temperaturas. g. Estado de la plaza. h. Posibilidad de reemparar. i. Diagrama de la carga (ubicación de los tamaños, grados de calidad, o diferentes productos) acompaña la carga o se envia por fax.	1.Si no hay turno nocturno, no se descarga hasta el dia siguiente. 2.El producto que se mantiene mucho tiempo en el muelle de descarga suda (se forma condensación). 3.Mal conteo de cantidades y grados. 4.El recibidor no vende con prontitud el producto, y pierde buena condición. 5.Temperaturas inapropiadas o almacenamiento de productos incompatibles causa deterioro en el producto. 6.Producto marginal se desecha o se malvende porque no hay como reemparar lo.

321

OPERACIONES Y FUNCIONES	FACTORES IMPORTANTES EN UNA OPERACION EXITOSA	POSIBLES FALLAS Y ERRORES
5. Transporte Final (Centro de Distribución o Destino Final) Los productos casi siempre se venden sujetos a llegada en buen estado a su destino final. El transporte desde el punto de distribución al destino final lo provee generalmente un camionero independiente. Este supervisa la carga del contenedor. El producto se transporta a su comprador. El pago se condiciona generalmente a la llegada en estado aceptable (US $1) del producto.	a. El tiempo de transporte. b. La mezcla de productos. c. El patrón de estiba. d. Las instrucciones referentes a temperatura. e. La condición del furgón. f. La experiencia y la seriedad del transportista. g. Los procedimientos del comprador para recibir producto.	1. Demoras en el muelle provocan condensación y humedecen la caja. 2. Se mezclan productos incompatibles en el mismo contenedor. Unos pueden requerir temperaturas más altas, otras unas más bajas. Se mezclan productos emisores de etileno con productos sensibles a este. Se puede provocar sobre madurez, o deterioro por exceso de frío o etileno. 3. El equipo de refrigeración falla en ruta. La falta de un aparato termográfico elimina la posibilidad de efectuar un reclamo.

322

U.S. IMPORTS OF MELONS AND FRESH VEGETABLES FROM MEXICO

Fiscal Years (October-September)

Item	Metric Tons									
	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Tomatoes	323,548	301,549	242,339	247,525	314,745	377,127	368,889	406,257	430,983	368,269
Onions	65,295	54,331	54,998	62,129	75,421	92,572	91,341	86,486	136,123	162,888
Peppers	62,671	79,051	53,229	73,958	62,080	91,264	97,183	94,763	101,371	117,968
Cucumber	133,065	154,197	142,731	131,204	156,010	165,443	163,245	172,186	183,098	204,019
Grapes	8,371	7,714	7,329	16,234	16,442	11,252	22,421	23,891	30,930	33,233
Squash	43,334	42,326	34,641	44,161	50,995	57,546	51,338	55,276	66,939	59,300
Cantaloupes	86,156	75,412	61,803	79,209	70,175	99,504	88,371	115,548	98,468	104,784
Watermelon	117,810	94,798	56,552	106,467	85,286	125,879	95,727	81,043	132,455	116,480
Asparagus	2,857	3,286	3,999	6,486	10,192	5,552	7,058	8,669	11,407	12,408
Strawberries	13,127	6,453	2,782	668	1,298	1,799	3,353	5,181	13,215	15,709
Lettuce	1,758	3,805	1,716	3,158	2,537	6,615	8,968	6,545	4,081	15,738
Other Melons	431	14,400	14,641	15,356	12,314	19,878	22,098	25,506	34,028	39,818
Beans	12,386	11,743	7,275	6,877	8,727	9,653	9,930	12,885	11,162	11,170
Eggplant	17,203	19,950	14,441	14,801	16,241	17,564	14,374	15,983	12,955	18,022
Garlic	18,843	9,423	7,059	7,498	8,569	13,127	10,458	10,003	12,012	12,338
Broccoli	n/a	n/a	12	48	78	1,363	1,871	3,253	7,325	17,066
Celery	5	11	27	15	0	52	1,257	1,977	4,276	7,399
Brussel sprouts	2,141	2,657	3,809	3,644	3,020	4,881	5,471	4,762	7,326	5,250
Cauliflower	250	1,262	2,116	797	955	1,098	1,273	1,393	3,450	4,928

U.S. IMPORTS OF MELONS AND FRESH VEGETABLES FROM MEXICO

Fiscal Years (October-September)

Item	$1 Million									
	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Tomatoes	154.9	133.3	240.2	164.5	223.5	171.4	164.2	316.7	158.8	158.2
Onions	17.2	18.0	18.0	21.1	19.7	28.3	30.9	34.5	47.5	69.6
Peppers	37.4	54.9	50.9	61.7	43.7	78.4	85.9	63.1	41.7	52.7
Cucumber	46.1	50.3	47.1	63.2	50.9	33.6	81.1	66.8	50.4	44.8
Grapes	2.2	12.0	11.5	20.1	23.3	15.7	32.0	24.3	35.8	44.0
Squash	18.9	15.3	19.8	24.4	26.8	22.3	21.4	20.3	34.5	31.1
Cantaloupes	21.7	20.0	19.2	25.6	24.6	27.9	24.1	29.3	30.9	30.7
Watermelon	14.3	11.3	9.5	11.6	12.5	12.3	13.6	9.2	20.3	20.7
Asparagus	3.6	1.0	5.2	9.7	12.9	6.1	8.4	10.0	12.9	16.3
Strawberries	7.6	4.0	2.3	1.0	1.1	2.0	3.1	4.9	12.4	14.2
Lettuce	0.9	1.0	3.3	3.0	2.0	2.9	3.6	3.0	1.5	10.7
Other Melons	0.1	4.4	5.1	4.1	1.9	4.1	4.5	6.1	12.3	9.3
Beans	8.9	9.4	5.2	8.3	6.4	10.4	7.3	18.5	8.0	9.1
Eggplant	6.9	7.4	8.0	7.4	8.7	7.9	9.0	9.8	5.4	9.1
Garlic	9.6	6.2	6.6	10.1	6.6	7.0	6.9	11.8	11.1	6.9
Broccoli	n/a	n/a	0.0	0.0	0.1	0.5	0.6	0.7	2.0	4.6
Celery	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.5	0.9	2.0
Brussel sprouts	0.8	1.0	1.6	1.5	1.6	1.6	2.1	1.8	2.0	1.8
Cauliflower	0.2	0.4	0.7	0.3	0.4	0.5	0.5	0.3	0.7	1.1

SOURCE: U.S. Department of Commerce, Bureau of the Census

323

TABLE 4--SHIPMENTS BY ORIGINS, COMMODITIES, AND MONTHS--CONTINUED
(AMOUNTS ARE SHOWN IN UNITS OF 1,000 CWT)

MEXICO

COMMODITY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL
IMPORT													
ASPARAGUS	28	67	32	1	-	1	16	20	17	13	1	2	198
BANANAS	82	88	116	118	130	91	91	104	134	204	178	144	1480
BEANS	73	62	71	37	3	1	-	-	-	1	9	61	318
BEETS	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
BROCCOLI	26	28	14	3	1	1	1	-	5	6	7	5	97
BRUSSELS SPROUTS	12	30	33	40	19	-	-	-	-	-	-	2	136
CABBAGE	40	2	7	1	-	-	-	3	1	-	1	1	56
CANTALOUPS	217	141	455	1339	283	58	-	-	-	14	18	74	2599
CARROTS	22	5	5	5	1	1	-	-	-	-	9	20	68
CAULIFLOWER	11	7	10	-	-	-	-	-	-	-	8	13	49
CELERY	9	21	5	9	-	-	-	-	-	-	1	1	46
CHINESE CABBAGE	-	3	6	5	-	-	-	-	-	-	-	-	14
CORN, SWEET	4	18	23	13	-	1	-	-	-	-	2	3	64
CUCUMBERS	804	777	657	194	19	6	42	12	15	47	418	744	3735
EGGPLANT	68	66	83	54	11	1	-	1	-	1	18	47	350
ESCAROLE-ENDIVE	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4
FRUITS, OTHER	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	3
GARLIC	-	1	18	51	58	58	16	5	5	1	-	-	213
GRAPEFRUIT	5	6	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	21
GRAPES, TABLE	-	-	-	5	220	292	16	-	4	-	-	-	537
GREENS	10	9	5	1	1	-	-	-	-	1	4	9	40
HONEYDEWS	59	47	87	149	113	10	-	-	-	5	23	53	546
LETTUCE, ICEBERG	9	11	17	-	2	-	-	-	-	-	-	-	39
LETTUCE, ROMAINE	2	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	3	11
LETTUCE, OTHER	22	24	8	-	-	-	-	-	-	-	1	21	76
LIMES	55	40	42	53	61	79	89	65	70	61	62	68	745
MANGOES	-	1	14	60	132	266	309	120	10	-	-	-	912
MISC. HERBS	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
MISC. ORIENTAL VEG.	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7
MISC. TROPICAL F&V	11	10	10	12	11	11	14	15	20	18	15	12	159
MIXED-MISC. MELONS	5	3	5	5	12	9	-	-	-	-	19	19	77
OKRA	6	15	23	18	17	78	102	33	20	19	11	7	349
ONIONS, DRY	111	178	452	138	87	37	8	-	-	-	9	101	1123
ONIONS, GREEN	125	114	138	152	113	54	22	18	13	39	126	169	1083
ORANGES	62	56	46	33	4	1	-	-	-	5	25	34	266
PAPAYA	5	5	10	9	8	9	6	4	5	4	4	5	74
PARSLEY	4	4	4	4	2	2	-	-	-	-	1	5	26
PEACHES	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	10
PEAS, GREEN	30	26	12	4	-	1	-	-	-	-	4	13	90
PEAS OTHER THAN GRN.	3	2	2	2	1	1	-	-	-	26	11	1	49
PEPPERS, BELL	476	420	357	141	20	3	9	11	8	14	23	190	1672
PEPPERS, OTHER	64	53	70	66	56	46	70	51	54	39	53	56	678
PINEAPPLES	35	33	71	57	64	28	29	20	23	31	20	30	441
PLANTAINS	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
PUMPKINS	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
RADISHES	19	35	42	21	1	1	-	1	1	6	29	46	212
SPINACH	8	5	3	2	-	-	-	-	-	-	2	6	26
SQUASH	319	309	233	132	58	21	14	10	16	31	133	287	1563
STRAWBERRIES	13	10	18	17	17	6	-	-	-	3	15	8	107
TANGERINES	10	1	-	-	-	-	-	-	-	27	54	81	173
TOMATOES	1566	1341	1788	1200	298	238	298	367	394	557	556	316	8829
TOMATOES, CHERRY	174	130	148	116	77	33	19	8	6	25	71	131	938
TURNIPS-RUTABAGAS	2	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	5
VEGETABLES, OTHER	42	29	43	33	36	31	24	17	19	21	26	31	352
WATERMELONS	103	192	404	778	561	147	23	-	-	1	65	89	2363
IMPORT TOTAL	4767	4926	5601	5090	2490	1623	1139	885	842	1221	2032	2912	33036

NETHERLANDS

IMPORT													
CABBAGE	-	-	-	-	-	1	3	5	-	-	-	-	9
CARROTS	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
ESCAROLE-ENDIVE	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2
ONIONS, DRY	-	1	1	-	1	-	-	2	1	1	3	-	10
PEPPERS, BELL	-	-	1	7	10	9	13	9	5	7	12	5	78
TOMATOES	1	1	-	2	3	4	3	2	1	2	1	1	21
IMPORT TOTAL	2	2	2	10	14	14	20	19	7	10	16	6	122

324