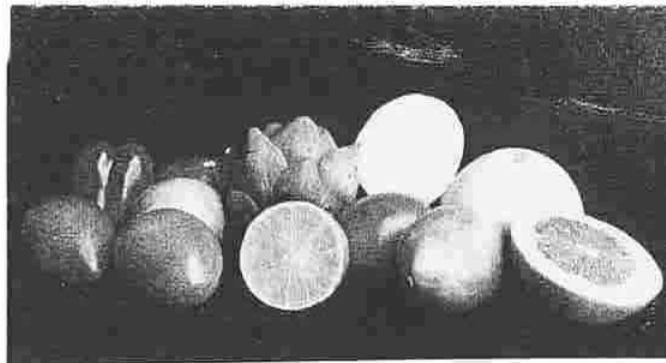
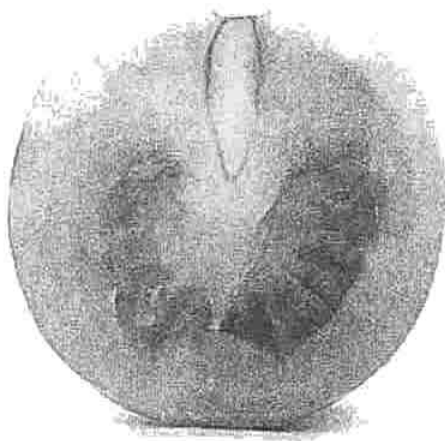


17269

Reg. 20042



ANALIZADO



Frutas y Hortalizas

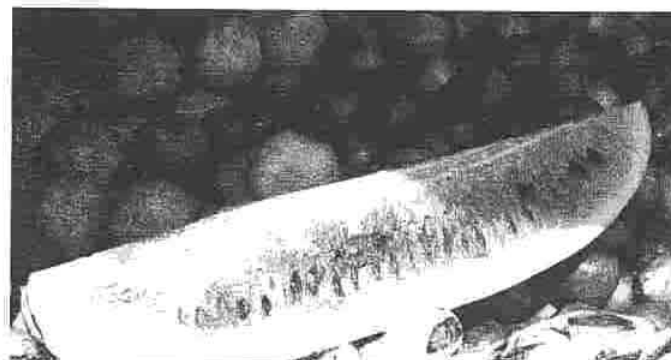
Frutas y Hortalizas

MANEJO
TECNOLOGICO
POSTCOSECHA

.....
FANNY VILLAMIZAR DE BORRERO
JULIO E. OSPINA MACHADO



FORMACION PROFESIONAL
Para el TERCER
MILENIO



AUTORES:

FANNY V. DE BORRERO.
Ingeniera Agrícola. MSc. Profesora Asociada del departamento de Ingeniería Agrícola Universidad Nacional de Colombia. Investigadora Programa Postcosecha U. Nacional.

JULIO E. OSPINA MACHADO.
Ingeniero Agrícola. MSc. Departamento de Ingeniería Agrícola. Investigador Área Postcosecha U. Nacional.

COORDINACION, ASESORIA TECNICO PEDAGOGICA Y EDICION:

SOCORRO MARTINEZ OJEDA.
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Dirección General.

SONIA CRISTINA PRIETO
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Dirección General.

ESTRUCTURA GENERAL, DISEÑO, DIAGRAMACIÓN Y ARTES FINALES:

ENTORNO LTDA.

LUIS FERNANDO MOLINA P.
Dibujos e ilustraciones.

GABRIEL J. SANCHEZ J.
Fotografía

MAURICIO GONZALEZ G.
Sistematización.

LUISA FERNANDA PARRA.
Corrección de textos.

IMPRESION:

SECCION PUBLICACIONES SENA.
1ª Edición, 2000 ejemplares

Derechos reservados convenio SENA U-N.
Prohibida su reproducción total o parcial.
Santafé de Bogotá - febrero de 1995.



CONTENIDO

<i>Introducción</i>	5
1. Fisiología de frutas y hortalizas	6
<i>Etapas de desarrollo fisiológico</i>	9
<i>Maduración</i>	9
<i>Componentes celulares</i>	10
<i>Respiración</i>	11
<i>Factores que afectan la respiración</i>	13
<i>Transpiración</i>	16
2. Factores de precosecha y cosecha que inciden en la calidad	18
<i>Precosecha</i>	19
<i>Cosecha</i>	21
3. Características de frutas y hortalizas	30
<i>Propiedades físicas</i>	31
<i>Propiedades mecánicas</i>	36
<i>Propiedades térmicas</i>	36
4. Calidad y normalización	38
<i>Calidad</i>	40
<i>Calidad según usos específicos</i>	41
<i>Control de calidad</i>	42

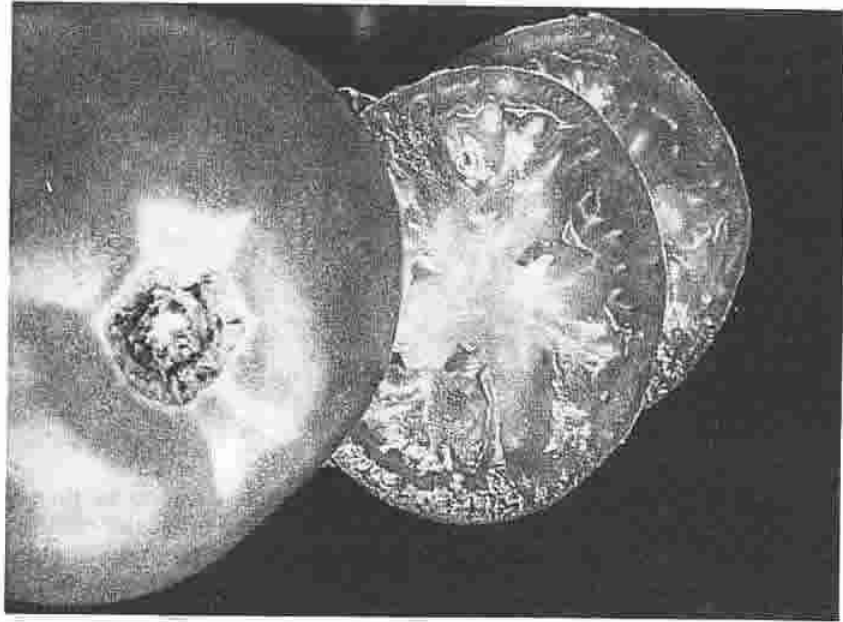
5. Acondicionamiento y desinfección	44
Operaciones básicas.	45
Operaciones especiales.	49
6. Empaque	60
Ventajas de un buen empaque	61
Causas de daños mecánicos	62
Aireación	64
Características de los materiales para empaques.	64
Tipos de empaque	65
Etiquetado	67
Costos	68
7. Preenfriamiento y almacenamiento	70
Preenfriamiento	71
Almacenamiento refrigerado.	77
Bibliografía	84

Introducción

La conservación de productos agrícolas perecederos de alto consumo constituye prioridad nacional en vista de las pérdidas que se registran en la etapa de postcosecha, debido a factores de orden tecnológico, deficiente infraestructura de vías de transporte, empaques inadecuados, fallas y carencias en los procesos de recolección, selección y clasificación, todo lo cual se refleja en problemas de comercialización por la mala calidad del producto ofrecido y el consecuente desestimulo en la producción.

Conscientes de esta problemática, La Universidad Nacional de Colombia Seccional Bogotá y el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, en convenio, han realizado una serie de proyectos con el fin de dar soluciones a problemas específicos de los productores colombianos. Uno de ellos es el relacionado con la postcosecha de algunas frutas y hortalizas.

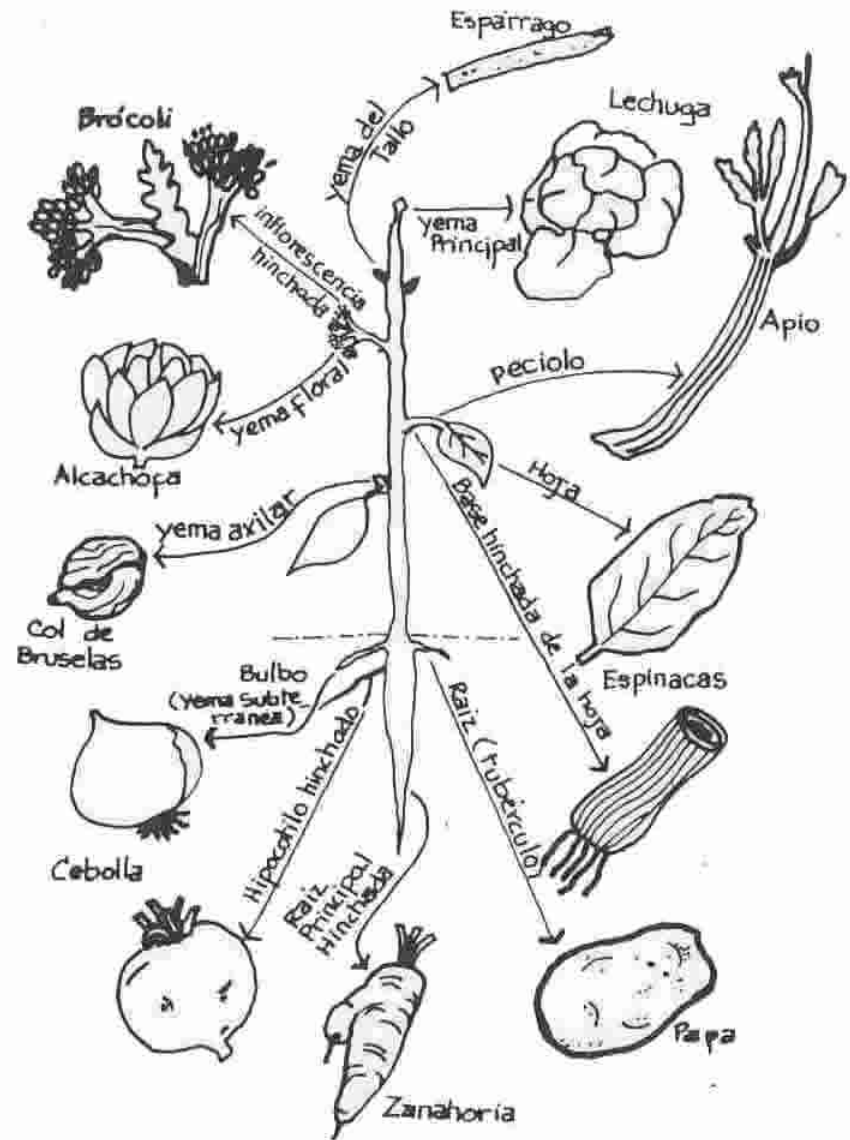
Esta publicación tiene como propósito presentar algunos de los aspectos más importantes a tener en cuenta para un **manejo tecnológico de la postcosecha de frutas y hortalizas**, contribuyendo a reducir algunos de los daños que se ocasionan a los productos para que cuando lleguen al consumidor final o al proceso de transformación no hayan perdido su valor.



1 Fisiología de frutas y hortalizas



Para dar un manejo adecuado a las frutas y hortalizas tras su recolección, debe considerarse el hecho de que estos productos son estructuras vivas.

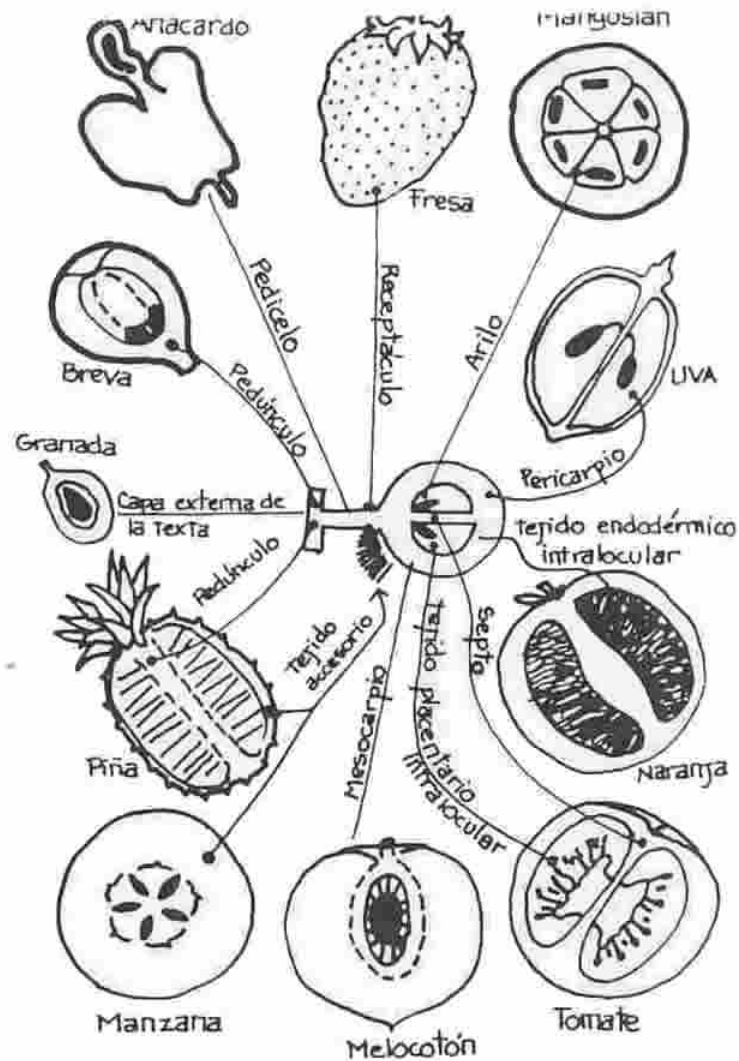


Procedencia de algunas hortalizas

Las frutas y hortalizas no sólo se encuentran vivas cuando se hallan unidas a la planta de la cual proceden, sino que después de la recolección, continúan estándolo y siguen desarrollando los sistemas fisiológicos que operaban durante su etapa de crecimiento en la planta. Por otra parte, existen diferencias entre las variedades de frutas y hortalizas, dependiendo de la parte

de la planta que conformaba, y por consiguiente un distinto comportamiento fisiológico.

Una característica importante de los vegetales, y por tanto de las frutas y hortalizas es, en general, el hecho de que respiran, tomando oxígeno [O₂] del aire y desprendiendo dióxido de carbono [CO₂], agua y calor.



Tejidos de los que se derivan algunos frutos

También transpiran, es decir, pierden agua. Mientras permanecen unidas a las plantas de procedencia, la pérdida ocasionada por la respiración y la transpiración se compensa mediante el flujo de la savia que contiene agua, productos fotosintetizados [especialmente sacarosa y aminoácidos] y minerales. Tras la recolección continúan respirando y transpirando

y, como han perdido contacto con la fuente de agua, productos de la fotosíntesis y minerales, dependen exclusivamente de sus reservas alimenticias y de su propio contenido en agua. Por tanto, la pérdida de sustratos respirables no se compensa y se inicia el deterioro. En otras palabras, las frutas y hortalizas son productos perecederos.

Etapas de desarrollo fisiológico

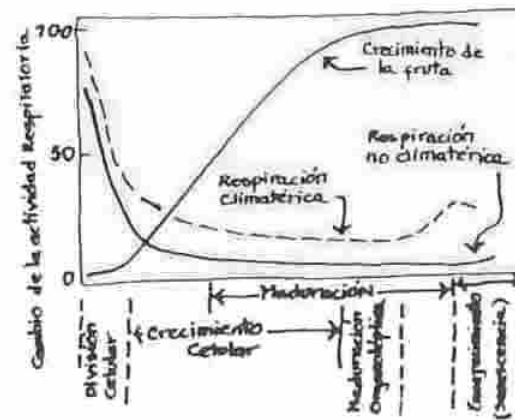
La vida de las frutas y hortalizas puede dividirse en tres etapas fisiológicas fundamentales; el crecimiento, la maduración y la senescencia, sin que sea fácil establecer una clara diferencia entre las tres. El crecimiento implica la división celular y el subsiguiente desarrollo de las células, que dan el tamaño final alcanzado por el producto. La maduración fisiológica suele iniciarse antes de que termine el crecimiento e incluye diferentes actividades en los distintos productos. Al crecimiento y a la maduración fisiológica suele hacerse referencia conjunta durante la etapa de desarrollo.

La senescencia se define como una fase en la que los procesos bioquímicos anabólicos [sintéticos] dan paso a los catabólicos [degradativos] conduciendo al envejecimiento y finalmente a la muerte de los tejidos.

Maduración

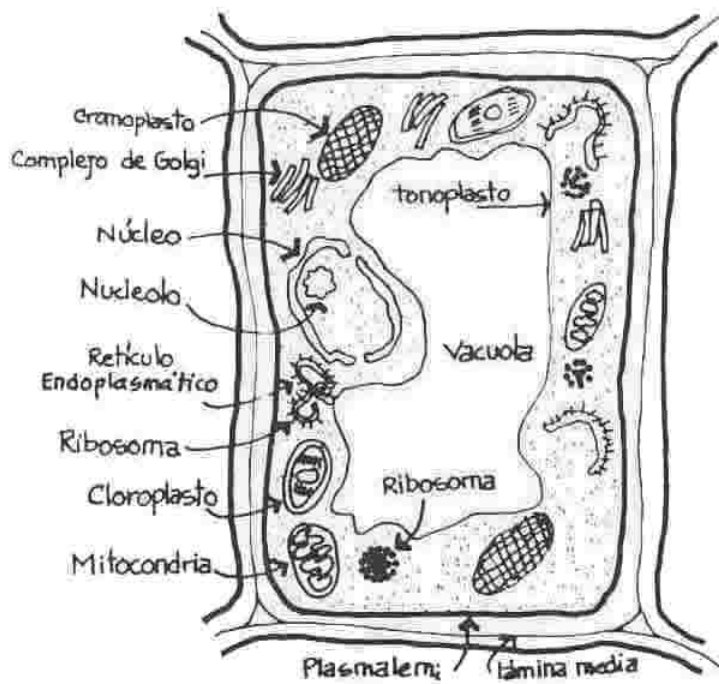
La maduración en frutas y hortalizas, se conoce como el proceso por el cual adquieren las características que las hacen aptas para ser comestibles. Se consideran dos tipos de maduración: a) Fisiológica: que suele iniciarse antes de que termine su crecimiento, y sin la cual, es imposible conseguir la maduración organoléptica. b) Organoléptica: cuando se adquieren las características de color, olor, sabor, textura, etc., específicas del producto, proceso que generalmente comienza durante las etapas finales de la maduración fisiológica y antes del inicio de la senescencia. La maduración comercial es un término práctico para determinar el momento de la cosecha, según las exigencias del consumidor.

De acuerdo con esto, las frutas se recogen sólo fisiológica y/o, organolépticamente maduras, pero algunas frutas que son consumidas como hortalizas, por ejemplo el tomate, se recolectan, incluso antes de que la maduración organoléptica haya comenzado.



Las hortalizas deben recolectarse en muy diversos estados fisiológicos, a veces en periodos anteriores al comienzo de la madurez y en otras, al inicio de la senescencia.

Variación de la respiración durante el crecimiento y desarrollo de la fruta. [De Biale, B. "Growth"].



Representación esquemática de una célula vegetal

Componentes celulares

Las frutas y hortalizas están conformadas por células vegetales típicas, cuyos componentes principales se esquematizan en el dibujo.

Estas células están formadas por una pared más o menos rígida, compuesta de fibras de celulosa y otros polímeros como las sustancias pécticas, hemicelulosas y ligninas.

Las células adyacentes quedan unidas a través de estas sustancias formando láminas medias. Las masas citoplasmáticas de las células adyacentes están ligadas a través de pequeños canales llamados plasmadesmos.

Dentro del plasmalema se encuentran el citoplasma y una o más vacuolas, que son depósitos de fluidos que contienen varios solutos, tales como azúcares, ácidos

orgánicos, aminoácidos, y sales, y que se hallan rodeados por una membrana semipermeable: el tonoplasto. El tonoplasto y el plasmalema, que es igualmente semipermeable, son los responsables del mantenimiento de la presión hidrostática de la célula, permitiendo el paso del agua, pero restringiendo en cambio, selectivamente el de los solutos y las macromoléculas como las de las proteínas y los ácidos nucleicos. La turgencia resultante en las células hace que los vegetales crujan al ser masticados.

Por ser la célula la base primaria de los tejidos y porque en ella se realizan todos los procesos fisiológicos, es indispensable un manejo cuidadoso de los productos para evitar el deterioro celular, la muerte de los tejidos y la consiguiente pérdida de calidad.

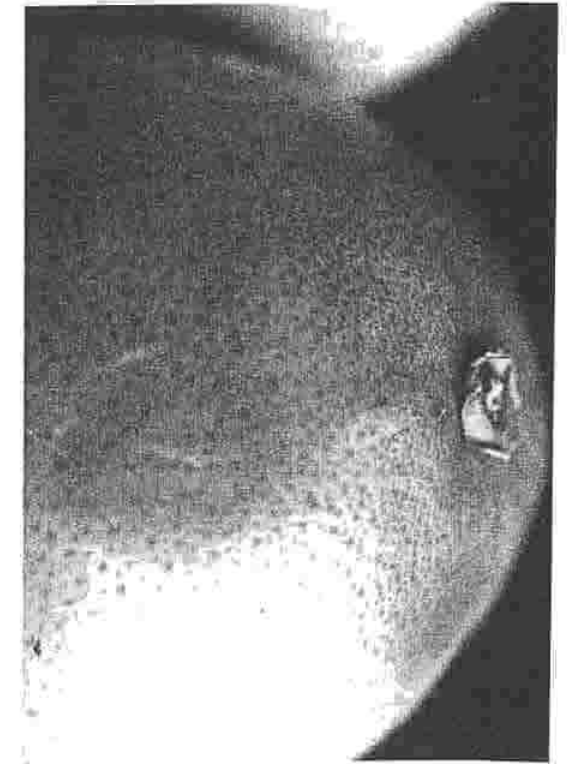
Respiración

La respiración es un proceso metabólico fundamental tanto en el producto recolectado como en el vegetal vivo. Puede describirse como la degradación oxidativa de los productos más complejos, normalmente presentes en las células, como el almidón, los azúcares y los ácidos orgánicos, a moléculas más simples como el dióxido de carbono y el agua con la consiguiente liberación de energía. La respiración puede tener lugar en presencia de oxígeno molecular (respiración aeróbica) o en su ausencia (respiración anaeróbica), a veces denominada fermentación.

La velocidad en que transcurre la respiración de un producto, constituye un índice de la actividad metabólica de sus tejidos y una guía útil para determinar su vida comercial. Si se sigue la actividad respiratoria de una fruta u hortaliza a través del consumo de oxígeno o el desprendimiento del dióxido de carbono por kilogramo de producto fresco y por unidad de tiempo, a lo largo de su desarrollo, maduración fisiológica y organoléptica, y la senescencia, se obtendrá una curva o pauta respiratoria característica. Esta velocidad se denomina **tasa o intensidad respiratoria**, cuyas unidades más comunes son:

$$\frac{\text{mgCO}_2}{\text{Kg-h}} \quad , \quad \frac{\text{mlCO}_2}{\text{kg-h}} \quad , \quad \frac{\text{Kcal}}{\text{Ton-día}}$$

La actividad respiratoria es más alta en las fases previas a la maduración y declina luego con la edad.

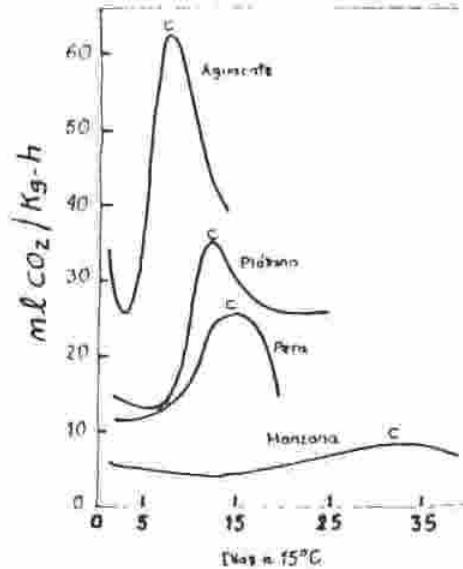


Como en todos los seres vivos, se necesita de un suministro continuo de energía para realizar las reacciones metabólicas, siendo ésta suministrada por la respiración aeróbica, implicando la degradación de sustancias orgánicas almacenadas en los tejidos. El sustrato normal de la respiración es la glucosa, cuya oxidación completa es la siguiente:



La respiración es, básicamente, una operación inversa a la de la fotosíntesis, en la cual la energía luminosa procedente del sol se almacena en forma de energía química, principalmente como carbohidratos constituidos por unidades de glucosa.

Los productos cosechados después de su madurez fisiológica, presentan un ascenso notable en su actividad respiratoria, marcando un máximo, llamado climaterio, se denominan "frutos climatéricos". Esta actividad respiratoria va acompañada de las transformaciones características de la maduración organoléptica, y los frutos que no muestran un fenómeno de esta naturaleza, son clasificados como "no climatéricos" y sus cambios ocurren a un ritmo más lento.



Cambios respiratorios de algunas frutas climatéricas. (De Biala, J.B. "Postharvest physiology and biochemistry of fruits").

Factores que afectan la respiración

La respiración se afecta por factores inherentes al producto, como son: la variedad, el grado de madurez en la recolección, variables de pre-recolección, como factores ecológicos y agrotécnicos del cultivo. Los factores externos o ambientales, como la temperatura, la composición de la atmósfera, el nivel de etileno exógeno, los daños mecánicos y las podredumbres, influyen también marcadamente en la actividad respiratoria.

Se analizan a continuación los factores externos, que influyen notablemente durante la etapa de postcosecha.

Temperatura

Es el factor que más afecta a la intensidad respiratoria, puesto que influye en la velocidad de las reacciones enzimáticas del proceso respiratorio. Todas las reacciones que dan lugar a las transformaciones bioquímicas durante la respiración, sólo pueden producirse en las células vivas, a temperaturas medias, gracias a la presencia de estimulantes del metabolismo, llamadas enzimas, de naturaleza protéica con un elevado poder catalizador. La velocidad de tales reacciones puede regularse con la temperatura, de conformidad con la Ley de Arrhenius, que determina el aumento exponencial de la velocidad de reacción enzimática, con la inversa de la temperatura absoluta.

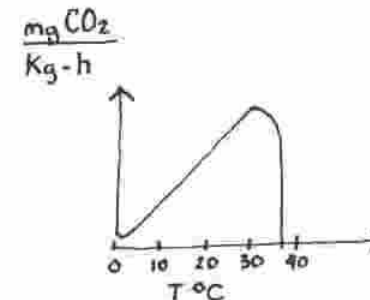
La velocidad de las reacciones enzimáticas, en el rango fisiológico de

temperatura, aumenta exponencialmente al aumentar ésta, y puede describirse matemáticamente con el uso del coeficiente de temperatura (Q_{10}), que indica que al aumentar 10°C. la temperatura, la velocidad de la reacción (R_2) prácticamente se duplica, sobre el valor inicial (R_1)

$$Q_{10} = \frac{R_2}{R_1} \frac{10}{t_2 - t_1} = 2$$

t_2 y t_1 son las temperaturas correspondientes a R_2 y R_1 , respectivamente.

Se deben considerar igualmente, los límites máximo y mínimo de temperatura dentro de los cuales los tejidos vivos pueden mantener sus funciones normales, antes de producirse trastornos fisiológicos; estos límites varían con la especie. El límite superior para los productos cosechados oscila alrededor de los 35°C. cuando se produce la muerte térmica por calor, y alrededor de 0°C. cuando se da la muerte térmica por congelamiento. Así, entre 5°C. y 20°C., la tasa respiratoria aumenta notablemente, para luego disminuir.



COMPORTAMIENTO RESPIRATORIO DE ALGUNOS FRUTOS DURANTE LA MADURACION ORGANOLEPTICA

FRUTOS CLIMATERICOS	FRUTOS NO CLIMATERICOS
Manzana (Malus Sylvestris)	Cereza (Prunus avium)
Albaricoque (Prunus Ameniaca)	Pepino (Cucumis Sativus)
Aguacate (Persea americana)	Uva (Vitis vinifera)
Plátano (Musa sp.)	Limón (Citrus Limonia)
Chirimoya (Annona Cherimolia)	Piña (Ananas Comosus)
Feijoa (Acca Sellowiana)	Mandarina Batsuma (Citrus reticulata)
Higos (Ficus Carica)	Fresa (Fragaria sp.)
Mango (Magnifera indica)	Naranja dulce (Citrus Sinerresis)
Melón (Cucumis melo)	Tamarillo (Cyphomandra batatea)
Papaya (Carica Papaya)	Mora (Rubus - glaucus)
Granadilla (Passiflora edulis)	Cohombro (cucumis sativus)
Melocotón (Prunus Persica)	
Pera (Pyrus Communis)	
Ciruela (Prunus sp.)	
Tomate (Lycopersicon esculentum)	
Sandía (Citrullus Lanatus)	



Oxígeno

Concentraciones de oxígeno inferiores a la normal existente en el aire ambiente (21%), provocan una reducción de la intensidad respiratoria (IR), un retraso en la maduración y un aumento de la vida comercial de los productos vegetales, siendo la respuesta más o menos pronunciada, según el producto y variedad de que se trate.

Concentraciones de oxígeno superiores a la normal del aire, pueden o no, elevar la intensidad respiratoria y acelerar la maduración. En el caso de los limones, se registra una inducción a la aparición de un pseudoclimaterio, caracterizado por un aumento sensible en la producción de anhídrido carbónico, y un amarillamiento de los frutos.

Concentraciones de oxígeno inferiores al 2,5% aumentan la producción de anhídrido carbónico y generan

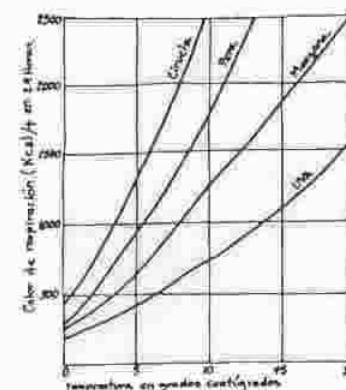
sabores y olores anormales, como consecuencia del establecimiento del proceso fermentativo por falta de oxígeno. A niveles del 1% de oxígeno se han detectado sabores alcohólicos, en manzanas, plátanos, aguacates, alcachofas y pimientos. Todo esto hace que, salvo casos excepcionales, no se recomiende el empleo prolongado de atmósferas con concentraciones en oxígeno inferiores al 2%. Por otra parte, evitar el agotamiento del oxígeno mediante la aireación en los empaques así como en el manejo adecuado de los productos en almacenamiento, es posible, conociendo el estudio fisiológico para cada producto en particular.

A bajas temperaturas, el efecto de un nivel bajo de oxígeno, es menos marcado que a temperatura altas.

Anhídrido carbónico

Los efectos del anhídrido carbónico sobre la intensidad respiratoria de las frutas y hortalizas pueden ser variables de acuerdo con la especie, la variedad, la concentración del citado gas y el tiempo que permanezca expuesto a su acción. En los frutos climatericos, la crisis respiratoria (climaterio), puede reducirse en intensidad y retrasarse en el tiempo, como el aguacate, o solamente retrasarse, permaneciendo inalterado el máximo climaterico, como el plátano.

En el caso de frutos no climatericos la intensidad respiratoria puede reducirse o estimularse, siendo objeto de estudio cada producto en particular.



Etileno

La aplicación de etileno a la atmósfera de conservación de los frutos climatericos, afecta el tiempo requerido para alcanzar el máximo climaterico. Así, por ejemplo, en el aguacate y el plátano, se adelanta el climaterio cuando el etileno se aplica en la fase preclimaterica, y en el tomate, cuando se aplica en el grado de madurez llamado verde-maduro. Cuando el etileno se aplica después de la crisis climaterica, no se observa influencia sobre la intensidad respiratoria.

Los efectos del etileno pueden apreciarse, en bastantes casos, con concentraciones incluso inferiores a 1 ppm, estando su influencia muy reducida, o incluso anulada, a temperaturas del orden de 3°C. o inferiores.

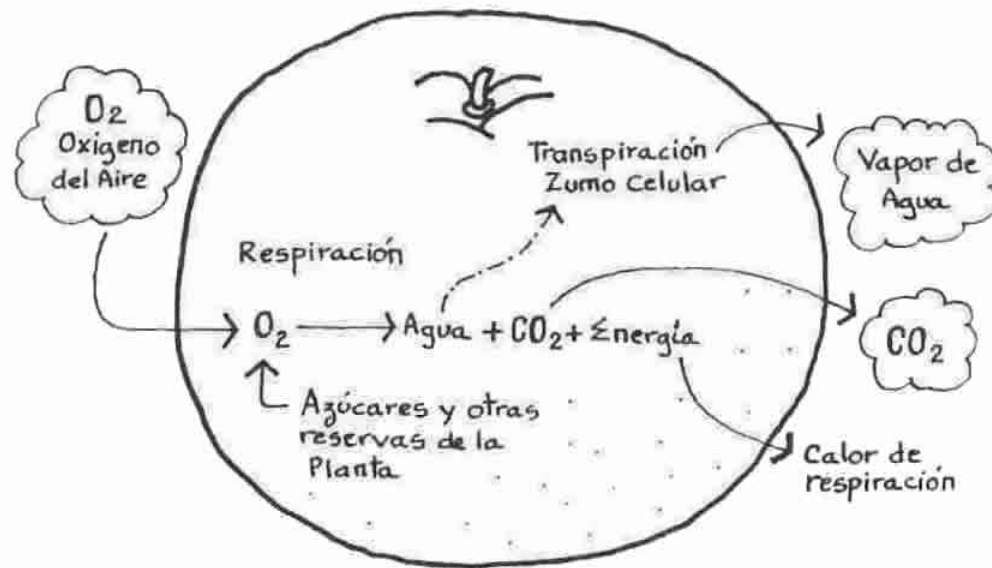
Calor de respiración (Q_r)

La cantidad de calor desprendido varía con factores como la clase de producto, variedad, grado de madurez y fase de maduración, así como daños físicos y fisiológicos presentes; pero, sobre todo, con la temperatura.

Calor de respiración de diferentes frutos en función de la temperatura. (De P.S. WORTHINGTON-SMITH, 1985)

CALOR DE RESPIRACION EN FUNCION DE LA TEMPERATURA

T (°C)	Calor (W/Kg) = Q_r		
	Manzana	Pera	Uva
0	0,005 - 0,018	0,070 - 0,014	0,005 - 0,010
+5	0,013 - 0,031	0,080 - 0,170	0,015 - 0,014
+15	0,028 - 0,090		0,036 - 0,048



Representación esquemática de las funciones de transpiración y respiración de un fruto. (simplificado de A. Mezzetti, 1969)

Transpiración

Los frutos frescos contienen principalmente agua, en porcentajes del 80-85% del peso fresco, ya que los volátiles están en pequeña proporción y el resto lo constituyen los sólidos de diferente naturaleza.

El producto pierde agua a través de los tejidos vivos, en forma de vapor, tanto para los que están insertos en la planta madre, como para los que se han recolectado. Este fenómeno se conoce con el nombre de **transpiración**, que es análogo a la evaporación.

El primero se aplica a los productos vivos a diferencia de la evaporación, cuyas leyes físicas se aplican a las de transpiración, este fenómeno se ve afectado por diversos tipos de resistencias, que opone el producto mismo, a su pérdida de agua.

Factores que afectan a la transpiración

La diferencia entre la presión de vapor de agua en los espacios intercelulares de los tejidos del fruto y la presión de vapor de agua del aire exterior (déficit de presión de vapor de agua, DPVA) determinan la intensidad de la transpiración. Este concepto de DPVA viene a ser más útil que el de humedad relativa (HR), utilizado para describir únicamente el contenido de vapor de agua de la atmósfera de conservación (porcentaje de saturación de la atmósfera con vapor de agua a cualquier temperatura). La evaporación, desde cualquier producto vivo, es directamente proporcional al DPVA en su medio ambiente. Una alta HR es equivalente a un bajo DPVA.

La intensidad de transpiración o nivel de migración del vapor de agua en la dirección de concentración más baja, se produce principalmente a través de las aberturas naturales en la superficie del fruto, y está controlada por el DPVA entre el producto y el medio ambiente, y gobernada por la temperatura y por la humedad relativa de acuerdo con la expresión:

$$DPV = PVS(1-HR)$$

donde:

PVS= Presión de vapor de saturación, (Pa.)

HR= Humedad relativa, decimal.

(Las presiones se expresan en Pascales, conforme al sistema Internacional de Medidas, con la equivalencia de 1mmHg= 132.61 Pa).

La pérdida de agua, que se traduce en pérdida de peso, es más rápida y más importante a temperaturas elevadas, que a las bajas, incluso cuando la humedad relativa es la misma.



Precosecha

Las condiciones de pre-recolección pueden ser agrupadas en factores ambientales o ecológicos y factores de cultivo.

Factores ambientales

Temperatura

Para la mayoría de las frutas y hortalizas, llega más pronto la época de cosecha, mientras más elevadas sean las temperaturas registradas durante el periodo de crecimiento. Este actúa de manera directa sobre el metabolismo, la composición del fruto y el color.

Luz

La duración, intensidad y calidad de la luz inciden en la calidad del producto en la cosecha. Por ejemplo, entre más baja sea la intensidad luminosa, más grandes y delgadas serán las hojas las hortalizas de hoja.

Las diferencias en la duración del día y la intensidad de la luz permiten establecer el tipo de semillas a usar, puesto que las semillas de variedades desarrolladas para unas condiciones dadas de crecimiento, no pueden reproducirse en situaciones diferentes.

Humedad

La humedad ambiental alta, produce alteraciones que favorecen podredumbres, debidas a la humedad prolongada en la superficie de los frutos, que se comportan de diferente manera, si ésta va acompañada de altas y/o bajas temperaturas.

Una provisión adecuada de agua en las plantas, ayuda a obtener productos de buena calidad, sobre todo para las hortalizas, en las cuales una deficiencia en la humedad del suelo, afecta adversamente su crecimiento y la absorción de nutrientes, afectando su calidad después de la cosecha.

Textura del suelo

La textura del suelo está íntimamente relacionada con la humedad del mismo: en suelos arenosos o gravosos hay una maduración más temprana de los frutos de árboles que crecen en este tipo de suelo, comparados con los que crecen en terrenos arcillosos. La aireación del suelo también es importante, pues cuando ésta se reduce en un suelo mal drenado, es porque los espacios interiores están llenos de agua.

Vientos

El viento a grandes velocidades puede causar raspaduras en los frutos y dañar las hojas de las hortalizas, con la consiguiente pérdida de la calidad en estos productos.

2 Factores que inciden en la calidad





Factores del cultivo

Se consideran entre estos la:

- Nutrición de las plantas.
- Prácticas de cultivo:
 - Riego inadecuado.
 - Poda y deshierba.
 - Época de cosecha.

La nutrición de las plantas mediante la fertilización con elementos mayores: N,P,K y Ca, afecta la calidad interna de los frutos y actúa diferentemente, sobre la acidez titulable, los sólidos solubles, la calidad nutritiva, la firmeza y la respiración de los frutos cosechados, así como su duración posterior en almacenamiento.

Las prácticas de cultivo, también afectan la calidad; así:

- Un riego inadecuado reduce el tamaño de los frutos, su rendimiento por área sembrada, y actúa sobre su comportamiento postcosecha, permitiendo una mayor pérdida de peso en almacenamiento.
- La poda y la deshierba actúan favorablemente sobre el tamaño del fruto, pero pueden disminuir la acidez y la cantidad de sólidos solubles.
- La edad de la planta influye en el tamaño y la calidad del fruto.
- La época de recolección influye si se retrasa, al producir una baja en el rendimiento y la calidad posterior de los frutos, y si se adelanta al obtener frutos con características organolépticas pobres.

Cosecha

Índices de cosecha

Una buena calidad se obtiene cuando la cosecha se hace en el estado de "**madurez apropiado**", pues la calidad de las frutas y hortalizas no se puede mejorar, pero se puede conservar.

Cuando se cosecha una fruta antes de su madurez fisiológica, su calidad es mala y la maduración, si se produce, es irregular. De igual manera, las hortalizas cosechadas demasiado pronto pueden permanecer verdes más tiempo, pero su calidad es mala.

Un retraso en la cosecha de las frutas y hortalizas puede aumentar la susceptibilidad a la pudrición, haciendo que la calidad de los productos sea baja y de escaso valor en el mercado.

Como es difícil identificar los límites entre las etapas de premaduración y de maduración plena, pues no siempre son evidentes cambios en el color y la firmeza, aunque sí se presenten en aroma o sabor, es necesario establecer parámetros (índices de cosecha) que combinados entre sí, permitan hacerlo adecuadamente.

La madurez puede ser determinada por los siguientes métodos, en forma individual o en conjunto:

Métodos visuales

Son, en general, subjetivos y no ayudan con certeza a lograr el objetivo que se desea, de cosechar frutas y hortalizas ni muy viejas ni muy jóvenes, para un período de mostrador lo más largo posible. Los **cambios en color** no pueden definirse con precisión suficiente, ni representan una madurez dada y **el tamaño del fruto** no puede ser una medida muy útil de la calidad, pues algunos frutos grandes pueden estar muy verdes para cosechar, mientras algunos pequeños pueden estar demasiado maduros.



Métodos Físicos

La facilidad con que se separa de la planta, el ablandamiento o firmeza del fruto y su variación en el peso específico, son parámetros que en forma sencilla pueden establecer el índice de madurez de cosecha.

La determinación de madurez por medios físicos como la facilidad relativa con que se pueda separar el fruto del árbol, es también subjetiva; por ejemplo una abundancia de nitrógeno puede hacer que un fruto se separe con mayor rapidez, aun antes de la maduración, pero en algunos casos, como en los cítricos, aun estando maduros no se separan fácilmente del árbol.

Una prueba más objetiva es hacer determinaciones de firmeza, o sea, la resistencia de la pulpa de las frutas a la presión. La prueba se hace con instrumentos de punción y presión, o simplemente con la mano; la presión necesaria para hacer la punción, es una medida de la firmeza, la cual decrece con la madurez del producto.

En general, a medida que las frutas maduran, sus sólidos solubles aumentan y con ellos el peso específico. Por esto, la determinación del peso específico puede servir, previo patrón establecido, como un método rápido para determinar la madurez.

Análisis químico

Se pueden hacer las siguientes determinaciones:

- Sólidos solubles
- Ácidos
- Azúcares
- Almidones
- Relación entre sólidos y ácidos (Relación de madurez)

Los análisis de sólidos solubles, ácidos y la proporción sólidos-ácidos, son buenos indicadores para la mayoría de las frutas. La determinación del contenido de almidón puede ser usada en cierto tipo de frutas (como el mango, la guanábana y el banano); sin embargo, hay que tener en cuenta que la composición química de las frutas, varía con los factores ambientales y prácticas de cultivo, que varían los contenidos de azúcar y ácido después de la cosecha.

Cálculos

Los días transcurridos desde la floración a la madurez, y el período vegetativo establecido por producto y variedad a lo largo de varios años, son cálculos que permiten establecer con alguna precisión, el momento de la cosecha.

Métodos Organolépticos

- Sabor
- Aroma
- Textura
- Jugosidad
- Brillo superficial
- Experiencia

Estas características evaluadas por medio de los sentidos en forma práctica, por personal entrenado y con experiencia, y con la ayuda de algunos de los índices anteriores, permiten conocer el momento adecuado para la recolección.

Las limitaciones generales sobre el empleo de los diversos índices de cosecha, son las variaciones en:

- Nutrición
- Tamaño del fruto
- Efectos climatológicos y estacionales
- Posición en el árbol
- Tipo de suelo
- Humedad del suelo
- Método de podas
- Empleo de aspersiones de químicos

Cuando la recolección se hace en una época no adecuada, se presentan problemas con la calidad del producto, así:

1. Recolección temprana

- Madurez incompleta
- Problemas con el sabor, color y aroma
- Pérdida de peso y marchitamiento
- Bajos rendimientos en procesamiento
- Engaño al consumidor

2. Recolección tardía

- La conservación del producto es muy corta
- El producto es propenso a enfermedades
- La textura es harinosa
- Pérdida de producto en la planta y propensión a trastornos fisiológicos.
- Epidermis frágiles o susceptibles a heridas
- Mayor susceptibilidad al ataque de hongos
- Sobremadurez
- Poco tiempo de comercialización

Métodos Fisiológicos

- Intensidad respiratoria
- Relación pulpa/hueso, semilla o cáscara
- Jugosidad de la pulpa
- Espesor de la cutícula
- Actividad enzimática

Los datos de respiración pueden expresar con precisión la edad en las diferentes etapas de maduración, midiendo la respiración con el equipo adecuado, durante varias fechas, entre la cosecha y decidiendo cuál es la mejor, de acuerdo con la calidad obtenida.

Las relaciones en porcentaje, de pulpa, hueso, semilla, cáscara o algún otro componente del fruto, así como la variación del espesor de la cutícula previamente patronadas por producto y por variedad, pueden ser de utilidad práctica para la realización de la cosecha.



Manejo de la cosecha

El manejo de la cosecha tiene cuatro componentes:

1 Buena planificación de la producción para asegurar que la madurez del cultivo coincida con la demanda del mercado.

2 Comunicación continua con los compradores para identificar sus necesidades exactas a medida que se acerca el tiempo de la cosecha, pero también, para dar a conocer a los compradores el mejor momento de cosecha y la calidad esperada.

3 Planificación anticipada para coordinar el equipo, el trabajo y el transporte.

4 Supervisión del terreno para aplicar la combinación más apropiada de técnicas de manejo. La eficiencia de la operación de cosecha depende del uso de un equipo humano experimentado o entrenado y la adopción de métodos que satisfagan las necesidades de los compradores. Los objetivos centrales deben ser:

- Transportar el producto desde el campo hasta el comprador con el mínimo de operaciones de manejo, cuidando la calidad.
- Minimizar la exposición del producto a situaciones críticas tales como temperaturas extremas o presiones ocasionadas por el peso de una excesiva carga. Si el producto se cosecha limpio, debe mantenerse así, evitando amontonarlo en el suelo aunque sea momentáneamente.

Mano de obra

La capacitación y supervisión de la mano de obra son críticas para una cosecha exitosa. Es necesaria una constante supervisión para mantener la calidad del producto y reducir el daño posterior. Se requiere capacitación tanto en aspectos generales como en técnicas específicas de cosecha relacionadas con la selección de la madurez, método de desprendimiento, mantenimiento del equipo, higiene y división del trabajo.

Cosecha manual

En la cosecha se emplea una amplia variedad de herramientas manuales, las cuales están diseñadas para satisfacer necesidades específicas, como cuchillos y tijeras. Muchos tipos de productos tales como tomates, leguminosas para consumo en verde, manzanas y frutas cítricas, pueden ser retorcidos o arrancados de la planta sin causarles daño. Otros pueden ser cortados con cuchillo o con tijeras para evitar daño a la planta o al producto; entre ellos se incluyen lechugas, repollo, pimiento dulce, berenjenas, melón y plátanos.

Las ventajas del procedimiento de arrancar o retorcer son:

- Es rápido y económico.
- El fruto usualmente se corta en un punto de **abscisión** natural y por consiguiente la entrada de patógenos es minimizada.

Las desventajas son: la planta puede ser dañada, y la remoción forzada, en lugar de la ruptura natural, puede dejar un corte abierto a las infecciones (esto es más importante en las frutas que en la mayoría de las hortalizas).



Las ventajas de usar herramientas cortantes son:

- Los tejidos firmes pueden ser cortados sin esfuerzo.
- El recorte de tallos y hojas puede hacerse en el terreno, lo que reduce los costos en la bodega de empaque.
- Los cortes con cuchillos afilados y limpios, son mucho menos susceptibles a infección de postcosecha, que los puntos de desprendimiento toscamente desgarrados.
- La principal desventaja de las herramientas cortantes es que los virus y las infecciones pueden diseminarse en todo el campo a través de sus partes cortantes. Por lo tanto, es importante que las herramientas se mantengan limpias y afiladas. Se puede usar cualquier tipo de desinfectante fuerte, siempre que se tomen precauciones razonables y las herramientas se laven con agua limpia antes de usarlas.

Las hortalizas de raíz y tubérculos, usualmente se arrancan de la tierra con herramientas para cavar, como los azadones. En general, es preferible levantar haciendo palanca y tirar las raíces antes que cavar para arrancarlas, ya que ello causa menos daño a la piel externa del producto y origina menos daño durante el almacenamiento. La mayoría de las hortalizas de raíz a menudo se cosechan mejor cuando el suelo está relativamente seco, eliminando así la necesidad del lavado y su posible daño, que es causa de deterioro.



Recipientes de campo

Se emplean muchos tipos de recipientes de campo dependiendo del cultivo, costos, disponibilidad de materiales y del sistema de cosecha empleado. A menudo el recolector llena un recipiente que luego es vaciado en una caja o cajón mucho más grande, para su transporte fuera del terreno. La condición principal en el uso de los recipientes para cosecha es que ellos no deterioren la calidad del producto, por llenado excesivo, por abrasión o corte con sus superficies, o por acumulación de calor.

Las ventajas prácticas del empaque en terreno son: un menor daño por manipulación y la ventaja económica de eliminar los costos de la bodega de empaque.



Acopio en terreno

A menos que los lotes de tierra sean muy pequeños, la cosecha se debe acopiar y preparar tomando en consideración su transporte al mercado, bodega de empaque, procesamiento o centro de almacenamiento. Las interrupciones en la operación de cosecha por causa de la lluvia, fallas en la maquinaria y otras razones, pueden ocurrir, por lo tanto, el acopio en terreno debe planificarse teniendo en cuenta la mejor ubicación y la provisión de instalaciones básicas:

Acceso

El lugar de acopio en el terreno debe ser de fácil acceso tanto para los vehículos de transporte como para las cuadrillas de cosecha.

Sombras y protección

El producto cosechado debe mantenerse protegido del sol, ya que la temperatura de los productos sube rápidamente después de la cosecha. El calor radiante del sol causa daños irreversibles al producto, por deshidratación, pérdida de peso y de la calidad en general. Los cobertizos son también necesarios para proteger al producto de la lluvia, que puede propiciar el daño posterior.

Almacenamiento.

El producto no debe mantenerse directamente sobre el piso para evitar la contaminación, debe disponerse de suficientes recipientes para eliminar el amontonamiento y el consiguiente calentamiento, y para evitar innecesarias etapas adicionales de manipulación. Es recomendable que mientras se transporte el producto, se utilice almacenamiento refrigerado.



Transporte en finca

El transporte del producto de los lugares de cosecha a las áreas de recolección puede implicar el recorrido de varios kilómetros de terreno de cultivo.

Es esencial que al plantar un cultivo se deje el espacio suficiente para transportar el producto cosechado a través de caminos relativamente pa-rejos y que no se inundan con facilidad. Deben ser suficientemente anchos para permitir el paso de vehículos que se usen como parte del sistema de cosecha.

Los vehículos de transporte deben tener una cubierta para dar sombra y, si el producto va a permanecer por largo tiempo en el camión, se requiere de alguna ventilación.

Postcosecha

Todo lo analizado en el capítulo No. 1 tiene relación con la calidad de los productos perecederos, por lo cual se recomienda la revisión de los conceptos de ese capítulo.

Como en todos los aspectos de operaciones de postcosecha, el objetivo debe ser desarrollar un sistema que reduzca las presiones sobre el producto y que mantenga al mínimo las operaciones de manipulación, disminuyendo, hasta donde sea posible, el tiempo entre la cosecha y el primer destino del producto.

Cosecha mecanizada

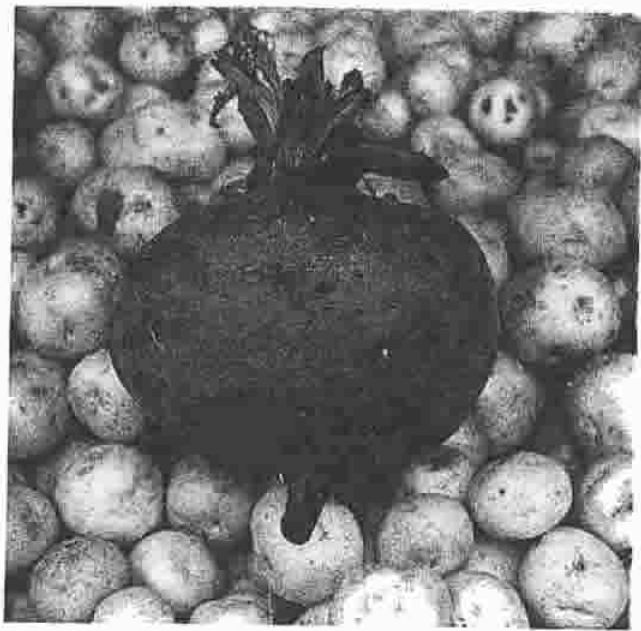
La mecanización puede involucrar varios niveles de tecnología. Pueden ser simplemente vehículos que se desplazan entre las hileras del cultivo, evitando la necesidad de transportar el producto al lugar de recolección. También se pueden utilizar máquinas cosechadoras complejas, que hacen mucho más rápida la labor.

La cosecha mecanizada puede acelerar la velocidad de esta operación y al mismo tiempo reducir la mano de obra, pero hay algunas consideraciones muy importantes por hacer, antes de invertir en un equipo de esta naturaleza:

- La cosecha a mano es todavía la forma más delicada de recolección, mientras que la mecanizada siempre puede producir un mayor daño físico al producto.

- La cosecha mecanizada requiere de una considerable inversión de capital para la adquisición, operación y mantenimiento del equipo. Estos costos deben compararse con los costos de la mano de obra y los efectos sobre la calidad del producto así como de su consiguiente valor en el mercado.

- Frente a un cultivo carente de uniformidad y especialmente donde la topografía es accidentada y las distancias entre hileras no son uniformes, la cosecha mecanizada es prácticamente imposible. Las máquinas de gran tamaño a menudo no pueden llegar a las esquinas estrechas del cultivo y si el control de maleza no es eficiente, es probable que el follaje de la maleza atasque las partes móviles de la máquina.



3 Características de frutas y hortalizas

La importancia del valor de los productos hortofrutícolas, tanto desde el punto de vista nutricional como económico, unida a la tecnología moderna para la producción, manejo, almacenamiento, preservación, evaluación de la calidad, distribución y mercadeo, hacen que deba existir un mejor conocimiento del significado de las propiedades de estos productos.

En toda la etapa de la postcosecha, desde los sitios de producción en la finca hasta el consumidor final, estos productos están sujetos a varios tratamientos que involucran las propiedades físicas, químicas, mecánicas y térmicas, entre otras; es indispensable conocerlas, para poder manejar adecuadamente (con una alta eficiencia) procesos tales como la cosecha, selección, clasificación, limpieza, empaque, almacenamiento y los demás que permitan mantener la buena calidad.

Propiedades físicas

Son aquellas que describen a un objeto, principalmente en su forma, tamaño, peso, volumen, peso específico y otras asociadas con algunas de las anteriores, como el área superficial, redondez, o esfericidad.

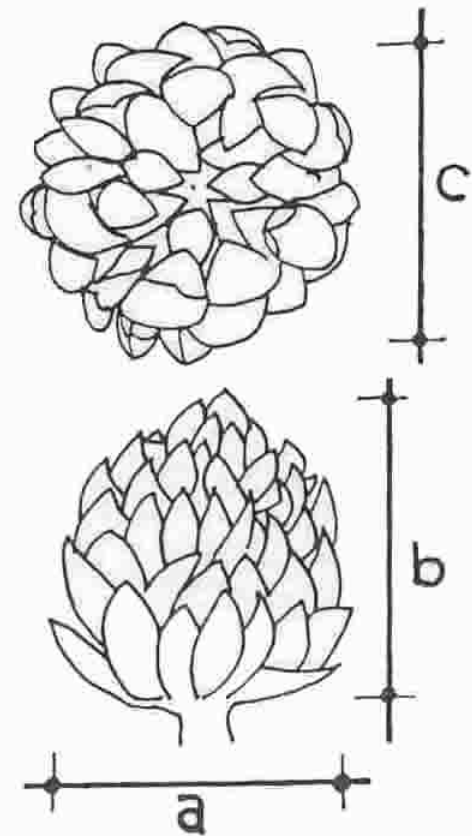
Forma y tamaño

Son parámetros característicos en un cuerpo y ambos son necesarios, para describirlos en forma precisa. Para definir la forma y tamaño de un producto agrícola se han expuesto diversos criterios, dada la gran variedad de productos. Uno de los más simples es asemejándolo a una forma geométrica regular, forma fácil para la determinación de estos dos parámetros. Algunos de los criterios establecidos son los siguientes:

Mediciones axiales:

En cuerpos grandes, los ejes a y b se miden perpendicularmente entre sí en la sección transversal de área mayor. El eje a es más largo que b, y el eje c, se mide en forma perpendicular a los dos anteriores. Dependiendo de la forma del producto, a veces es necesario establecer más de tres medidas, para definir más exactamente la forma.

Medición de los ejes en una fruta.



Comparación:

Este método consiste en hacer una comparación entre las secciones longitudinal y transversal del producto y con las formas preestablecidas mostradas en cartas construídas para cada producto, y sus diferentes variedades, tal como

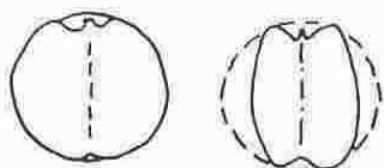
se observa a manera de ejemplo, en la figura.

Como es fácil notar, este criterio es una simple técnica de observación de la forma, y por lo tanto, requiere de alguna experiencia para poder determinar una forma correctamente.



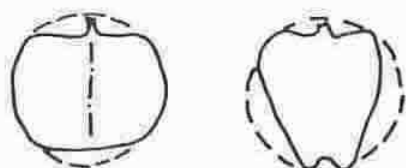
MANZANA

Sección Longitudinal



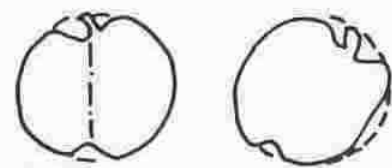
Redonda

Oblonga



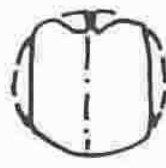
Oblongada

Cónica



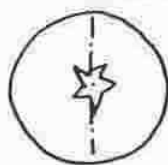
Desigual

Oblicua

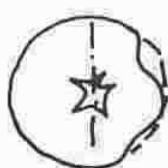


Truncada

Sección Transversal



Regular



Irregular

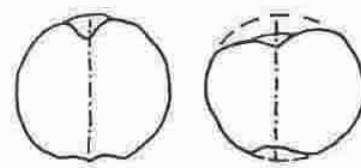


Ribete

MONSEMIN, N.M.: Physical properties of plant and animals Materials U.S.A.

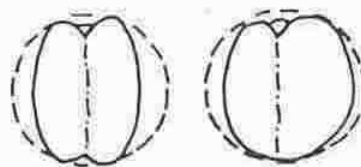
DURAZNO

Sección Longitudinal



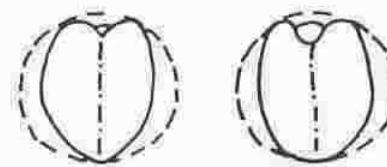
Redonda

Oblongada



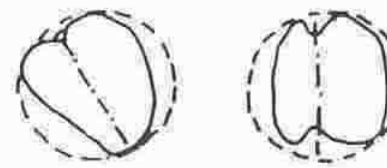
Oblonga

Elíptica



Oval

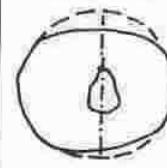
Ovalada



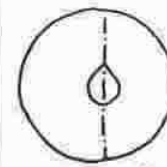
Oblicua

Desigual

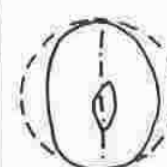
Sección Transversal



Redonda



Elíptica



Desigual

Area superficial en frutas

Su importancia radica en todas las operaciones donde se tienen procesos de transferencia de calor y/o masa, como en el preefriamiento, refrigeración, respiración, transpiración, o evaluación de la calidad entre otros.

La medición del área superficial se consigue pelando la fruta en tiras delgadas, imprimiéndolas en un papel para luego, por planimetría, medirlas y encontrar el área superficial total de la fruta.

Redondez y esfericidad

La redondez es la parte que le hace falta a un cuerpo para ser perfectamente redondo; los métodos para el cálculo, se basan en el área proyectada del objeto, en su posición de descanso, con relación al área del círculo que la contiene.

La esfericidad se fundamenta en la igualdad geométrica de los diámetros de una esfera y relaciona el volumen del cuerpo, con el volumen de una esfera que lo envolvería.

Volumen real, peso específico, porosidad

Estos tres parámetros son indispensables en muchos de los cálculos de las operaciones de manejo de productos agrícolas, como el empaque y el almacenamiento. En algunas ocasiones pueden servir para la evaluación del grado de madurez de algunas frutas, por la variación de su peso, como de su volumen, debido a efectos de transpiración, asociados directamente con el almacenamiento. La forma de determinarlos experimentalmente de una manera sencilla es la siguiente.

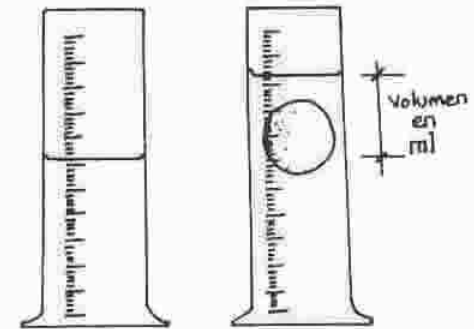
Volumen: Se determina por desplazamiento de agua (principio de Arquímedes), haciendo la medición del volumen de agua desplazado por el cuerpo, en una probeta graduada en cm^3 .

Peso Unitario: Peso del producto en el aire en balanza de precisión, aprox. 0.1 gr.

Peso específico: es la relación entre su peso unitario y el volumen de la fruta, calculado así:

$$r = \frac{\text{Peso Unitario}}{\text{Volumen de la fruta}} \quad \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

El peso específico puede hacer referencia al producto unitario, por ejemplo 1 naranja, llamado entonces **peso específico real**, o al conjunto de naranjas en un empaque, y es llamado entonces, **peso específico aparente**, y calculados por las siguientes fórmulas:



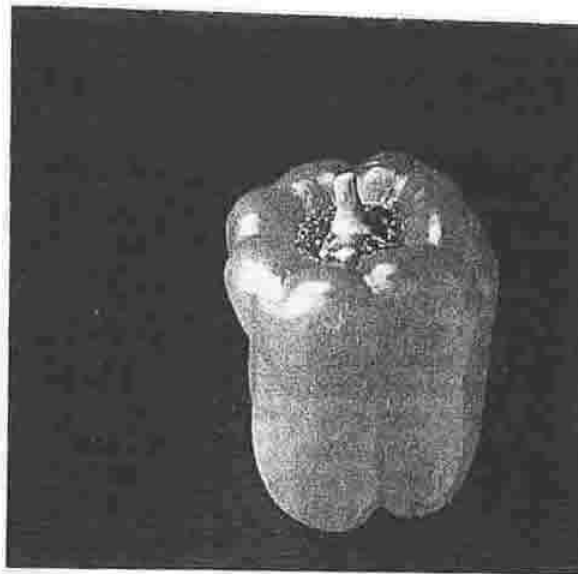
Determinación del Volumen

$$\rho_a = \text{Peso específico aparente} = \frac{\text{peso del producto (conjunto)}}{\text{volumen del recipiente (empaque)}}$$

La porosidad, o porcentaje de espacios vacíos de materiales no consolidados, que tiene su importancia en procesos en los que el aire debe circular a través del producto -como en el diseño de empaques- puede calcularse a partir del volumen y el peso específico, así:

$$p = \frac{V_a - V_r}{V_a} = 1 - \frac{V_r}{V_a} = 1 - \frac{a}{r} \times 100$$

Donde V_a = Volumen aparente del empaque y V_r = Volumen real de la fruta.



Propiedades mecánicas

Son aquellas que permiten predecir el comportamiento de los productos, en situaciones donde se aplican pesos que pueden causar deformaciones, como el contacto de producto con producto, o producto superficies, que causan magulladuras y rozaduras, demeritando su calidad. Puede suceder durante la cosecha, manipuleo, empaque y/o transporte.

La forma más simple para conocer la diferente resistencia entre productos y sus diferentes grados de madurez es mediante la utilización del penetrómetro, que es un instrumento cuyo implemento de fuerza es un resorte que mueve una punta de área variable, que al colocarla sobre el producto y someterlo a una fuerza de compresión, queda registrada cuando la punta penetra en la fruta.

Propiedades térmicas

La transferencia de calor entre un cuerpo y su alrededor, puede darse por conducción, convección o radiación. En algunos casos, las tres formas de transferencia de calor operan simultáneamente. En productos agrícolas, el calentamiento o enfriamiento, son procesos que afectan su calidad, por lo tanto es necesario conocer algunas de estas propiedades.

Calor específico.

La relación de calor suministrado (Q), a la correspondiente temperatura de elevación (t), define la capacidad de absorber calor de un cuerpo. El calor específico es, pues, la capacidad másica calórica, definida como la capacidad de calor de un cuerpo por unidad de masa del cuerpo.

$$C_p = \frac{Q}{(WV) \Delta T}$$

donde:

$$C_p = \text{Calor específico} \quad \frac{\text{Cal}}{\text{gr} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$W = \text{Peso específico} \quad \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$V = \text{Volumen (m}^3\text{)}$$

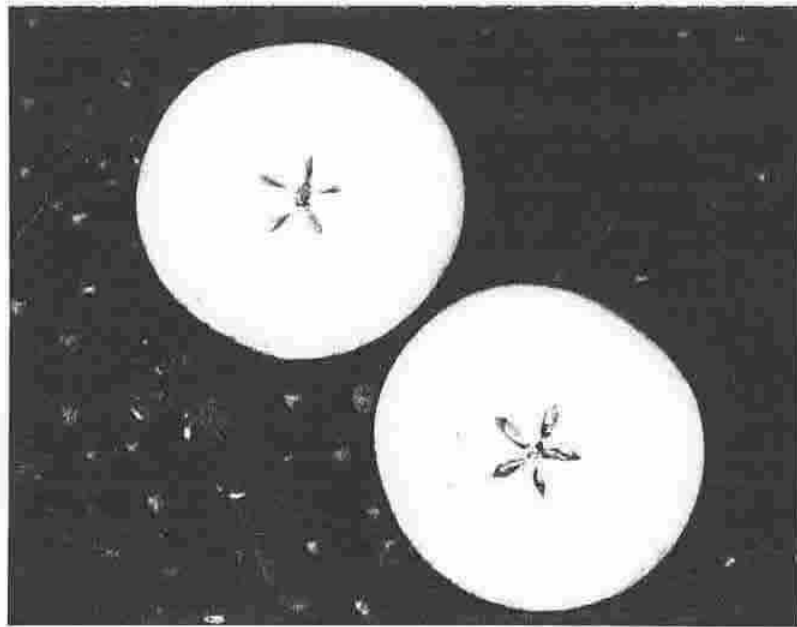
Conductividad Térmica

Para predecir la conductividad térmica de productos agrícolas, compuestos de agua y sólidos, se incorporan el efecto de la conductividad del agua y de los componentes sólidos del producto.

Las tablas siguientes resumen información de las propiedades térmicas en alimentos.

CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

	Punto de Congelación		Porcentaje de agua	Calor específico de fusión			
	°F	°C		Por encima de congelación Kcal/Kg°C	Por debajo de congelación Kcal/Kg°C	BTU/lb.	Kcal/Kg.
Frutas							
Manzana	28	-2	84	0'86	0'45	121	67
Plátano	28	-2	75	0'80	0'42	110	61
Toronja	28	-2	89	0'91	0'46	126	70
Melocotón	29	-2	87	0'90	0'46	124	69
Piña tropical	29	-2	85	0'98	0'45	122	68
Sandía	29	-2	92	0'97	0'48	132	73
Legumbres							
Espárrago	30	-1	93	0'94	0'48	143	74
Judías verdes	30	-1	89	0'91	0'47	128	71
Col	31	-1	92	0'94	0'47	132	78
Zanahoria	30	-1	88	0'86	0'45	126	70
Maíz	29	-1	76	0'80	0'43	108	60
Guisantes	30	-1	74	0'79	0'42	106	59
Tomates	30	-1	95	0'95	0'48	134	74



4 Calidad y normalización

El problema de la mayoría de los países en desarrollo que no aplican prácticas de la normalización de productos frescos, ha sido en parte, causado por falta de desarrollo o infraestructura en áreas de manejo postcosecha, transporte, comunicación y organización social. Los intentos de intervención

gubernamental a menudo han sido ambiciosos y complicados y se han frustrado por su falta de comprensión en todo el sistema de mercadeo de productos frescos. El valor relativamente bajo de estos productos y la escasa exigencia de calidad de los consumidores, han dado como resultado, que la demanda de productos de mejor calidad y uniformidad no se haya expresado como un cambio necesario.

En los países desarrollados sí existe la normalización. El criterio de "comestible versus no comestible" es una constante básica, así como los precios más bajos dados a los productos de mala calidad. La normalización se presenta en los mercados mayoristas cuando se separa el producto en consignaciones para clientes minoristas, medianos y grandes a mejores precios, mientras que el producto de menor calidad se venderá posteriormente a vendedores callejeros ambulantes, a precios más bajos. La pregunta es: cómo implementar un programa formal de normalización, que sea aceptado por todos los que laboren en el mercado.

Una manera lógica de dar solución al problema, podría ser, dar los siguientes pasos: Analizar en principio los términos informales de la actual comercialización; después, con la colaboración de los comerciantes, proponer un conjunto de normas basadas en la práctica informal, y luego respaldarlas mediante las leyes pertinentes. Si esto es apoyado conjuntamente por el consumidor, los comerciantes y por el gobierno, aquellos comerciantes con prácticas abusivas, tendrán que someterse a las normas o ser desplazados del negocio. Por otra parte debe estimularse a productores y comerciantes a que ofrezcan productos de calidad superior mostrando los beneficios de esta práctica. La normalización puesta en práctica debe especificar como esencial, los mínimos aceptados, con sugerencias de tolerancia por arriba, pero no debajo de éste. Es recomendable antes de poner en marcha un programa de normalización, informar al público y a los productores con bastante anticipación, la fecha de su puesta en práctica, para darles tiempo y prepararse.

La normalización, tal como se aplica a los productos frescos, puede describirse como **"la aceptación común de la práctica de clasificar el producto y ofrecerlo para la venta, en términos de calidad que han sido definidos en forma precisa y que son constantes en el tiempo y la distancia"**. Esto quiere decir que tiempo y distancia son importantes, ya que la calidad del producto se deteriora con el paso del tiempo y con el manejo; por ejemplo productos que salen de la bodega de empaque clasificados como grado uno, pueden ser clasificados como grado dos a su llegada al mercado mayorista, si el tiempo que transcurre es excesivo, además de una manipulación deficiente.

Los grados de normalización de la calidad son útiles para hacer más claro el mercadeo, lo cual es ventajoso para productores, comerciantes y consumidores, agilizando el mercadeo, eliminando la ineficiencia y permitiendo mayor uso de equipo especial para su manejo, incluyendo una posible paletización. Esta mayor rapidez, significa reducción de los costos generales e incremento en la capacidad para manejar mayores volúmenes de productos en el mismo tiempo, con el mismo trabajo, mayores ganancias, disminución de riesgos, estimulando a los agricultores a producir mejor calidad, exigir y recibir mejores precios.

Calidad

La calidad es el conjunto de cualidades que califican un alimento, enmarcado dentro de cuatro parámetros generales, a saber: sanidad, valor nutricional, características organolépticas o sensoriales y propiedades físico-mecánicas.

Sanidad

Este parámetro comprende dos aspectos fundamentales:

1. Sanidad en relación con la salud del consumidor

Implica el concepto de higiene con ausencia de microorganismos como parásitos, hongos, bacterias y/o virus que pueden ser patógenos para el consumidor. La contaminación del producto alimenticio puede provenir del suelo, las aguas, las excretas humanas y animales, los operarios, los equipos y utensilios.

2. Sanidad en relación con la integridad del producto

Aspecto de la calidad que se refiere a dos tipos de daño:

- Deterioro por ataque de plagas y/o enfermedades: insectos, roedores, hongos, levaduras, bacterias.
- Deterioro ocasionado por trastornos fisiológicos naturales o inducidos por las condiciones de manejo, transporte, conservación y almacenamiento.



Valor nutricional

Se refiere esencialmente al contenido de nutrientes reales del alimento y no a sustancias que simulen la presencia de los principios nutritivos, como por ejemplo los colorantes adicionados.

Características organolépticas

Se refieren a aquellas propiedades que afectan a los sentidos del consumidor, básicamente el sabor, aroma, color y apariencia general del producto. El tacto en algunos casos, da idea del grado de madurez, consistencia, textura y daños por magulladuras del producto.

Propiedades físico-mecánicas

Este factor se refiere a las características relacionadas con los procesos y técnicas de manejo, acondicionamiento, transporte, conservación e industrialización de estos productos; el peso específico, forma, tamaño, peso, volumen, color, calor específico, textura, consistencia o firmeza, resistencia a cargas, presiones, impactos y cortes, coeficiente de fricción, área superficial, apariencia, facilidad de descorazonamiento y descascarado, son determinantes en la aplicación de las tecnologías de manejo y conservación, de ahí la necesidad de tener un adecuado conocimiento de ellas, para cada producto en particular y la diferencia por variedad.

Calidad según usos específicos

Muchas veces es imposible aplicar el concepto global de calidad, puesto que depende de las características específicas que le sean demandadas al producto para una finalidad específica, que puede variar su concepción de la calidad. Así, los requerimientos de calidad para frutas y hortalizas destinadas a consumo en fresco, serán diferentes que para la industrialización, ya que en el primer caso el consumidor requerirá productos en diferentes grados de madurez, sanos, atractivos a la vista, etc., pero no exigirá demasiado en cuanto a sus características en el contenido de sólidos solubles, acidez, o formas específicas, que sí pueden ser características de calidad para el procesamiento o industrialización.

Control de calidad

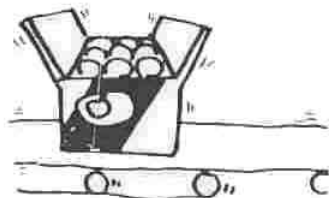
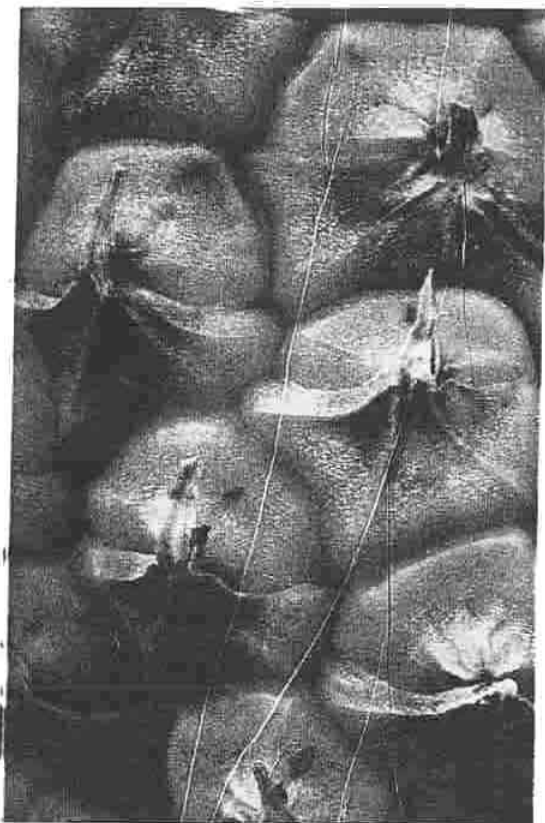
Los productos frescos son altamente perecederos y por consiguiente se produce deterioro en su calidad durante el proceso de mercadeo. La rapidez del deterioro dependerá del cuidado con que el producto sea tratado durante su manipulación, postcosecha. El desarrollo de estrategias y prácticas de mercadeo irán mejorando progresivamente con el desarrollo de prácticas comerciales, como la **normalización, los servicios de información de mercado y el aumento de la competencia.**

El control de calidad es uno de los aspectos más importantes en el logro de la permanencia y confiabilidad de las frutas y hortalizas frescas en el mercado; y al igual que en los demás aspectos del mercadeo, requiere una buena planificación, investigación, administración y disciplina, junto con el entrenamiento regular y la revisión permanente del personal en estas actividades.

Cuando se han implementado unas normas de calidad y existe vigilancia, implícitamente existe una forma elemental de control de calidad. Para que un proveedor obtenga éxito en la aceptación de su producto, debe descubrir en primer término dónde están los problemas de calidad en el producto y qué puede hacer para solucionarlos. Deberá entonces implantar un programa de entrenamiento para sus trabajadores y prácticas de control para asegurar que el problema no se vuelva a presentar, ya que esto significa pérdida de dinero y prestigio.

En el momento de la **cosecha**, el productor deberá mantener una vigilancia cuidadosa sobre la madurez del producto, para asegurarse de que cumpla con los requerimientos del mercado y/o almacenamiento. En la **bodega de empaque**, se necesitará mantener una vigilancia estrecha sobre el trabajo del personal para que se cumplan adecuadamente las prácticas de selección y clasificación; la práctica defectuosa, involuntaria o no, debe ser corregida inmediatamente mediante el estímulo permanente a todo el personal. **La evaluación** de los empaques su comportamiento y etiqueteado también son requerimientos relativos al control de calidad. Si un empaque no resiste las condiciones normales del mercadeo, puede ser falla de los materiales, mala escogencia del mismo, o del equipo humano de la bodega de empaque o los transportadores, los que deben ser capacitados, vigilados o sustituidos.

En general, uno de los mayores problemas relativos a la implantación de un programa de normalización y control de calidad, es la falta de personal calificado y con experiencia, la necesidad de una mayor capacitación y divulgación para el personal de nivel profesional y medio que participa en esta actividad, así como la organización de talleres prácticos a nivel nacional, regional o local, con instructores, e iniciando desde el nivel escolar.





5 Acondicionamiento y desinfección

El acondicionamiento se refiere a las etapas de adecuación a las que deben someterse los productos perecederos antes de su empaque, venta o procesamiento. Las tres básicas e imprescindibles son: limpieza, selección y clasificación, pero existen otras opcionales, como el encerado, que ayudan a mantener la calidad durante períodos más prolongados después de la cosecha.

El proceso de desinfección pretende prevenir el deterioro de las frutas y hortalizas en el tiempo comprendido entre la recolección y el consumo.

Operaciones básicas

Limpieza

Su importancia se basa en la sanidad, primer parámetro de la calidad de los alimentos. Su función es, por lo tanto, eliminar del producto todo tipo de material extraño o diferente al mismo tiempo que, mezclado o adherido, desmejore la presentación o altere el peso y volumen reales de los productos.

Una limpieza efectiva, debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Separar efectivamente los contaminantes.
- Extraer los contaminantes y desecharlos.
- Dejar la superficie del producto limpia, en las condiciones deseadas.
- Evitar la recontaminación de los productos limpios.

Contaminantes de las materias primas agropecuarias

Los tipos de contaminantes que se encuentran con mayor frecuencia son.

- **Minerales:** Tierra, arena, piedras, grasa, partículas metálicas y aceites.
- **Vegetales:** Ramas, hojas, semillas, cáscaras, cuerdas e hilos.
- **Animales:** Excreciones, pelos, huevos de insectos.
- **Productos químicos:** Residuos de aspersión y fertilizantes.
- **Microorganismos:** Hongos y bacterias y sus subproductos.

Métodos de limpieza

1 Métodos secos: Tamizado, cepillado, aspiración, abrasión, separación magnética, procesos en donde no interviene el agua como elemento de limpieza.

2 Métodos húmedos: Inmersión, aspersión, flotación, filtración, decantación, usando agua como elemento para la operación.

Casi siempre estos métodos se emplean combinados, dependiendo de las condiciones que se deseen para los productos limpios.

Selección

Su finalidad es la separación del producto en grupos con propiedades físicas diferentes. Así, con la selección se separa todo el producto que presente defectos que impidan su venta o procesamiento, como unidades partidas, rotas, magulladas, podridas, deformes, etc.



Selección por forma

Se usa cuando es difícil separar por tamaño o peso en algunos productos; esto se puede resolver, usando una separación de acuerdo con la forma, es decir, según la combinación de longitud y diámetro, en equipo diseñado para tal fin.

Selección por color

Este tipo de selección puede hacerse en forma visual por operarios bien entrenados, quienes van separando los productos en grupos, a medida que éstos son conducidos por una banda transportadora. La comparación se hace con respecto a colores permanentes normalizados en cartas estándar, para una finalidad específica.

Las máquinas de selección de color basadas en fotoceldas, han suplantado la mayor parte del trabajo visual, mejorando la eficiencia de la selección, aumentando la producción y reduciendo costos de mano de obra, pero generalmente se usan para operar con granos y no con frutas u hortalizas.

Selección por peso

Este parámetro opera cuando no existe uniformidad en el tamaño de los productos; se utilizan seleccionadoras mecánicas con balanzas de varias estaciones donde el producto busca sus propios pesos. La flotación y la aspiración se pueden utilizar así mismo para la separación por peso.



Selección por tamaño

Para esta selección, se utilizan tamices con diseños diferentes. Los tamices más usados para la selección de productos son:

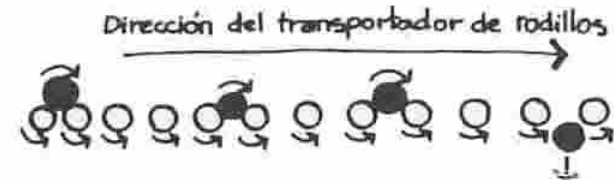
1 De apertura variable: Como su nombre lo indica, no mantienen una separación constante de diseño, son:

- Rodillos
- Cable o cinta
- Banda y rodillo
- Tornillo



2 De apertura fija: Mantienen una apertura constante, pero pueden operar en diversas formas:

- Estacionaria
- Vibratoria
- Rotatoria
- Giratoria
- Alternante



Seleccionadores de rodillo: tipo de rodillos de apertura variable mostrando la posición de las frutas.

Clasificación

La clasificación es la separación de los productos, según propiedades escogidas por el consumidor, como madurez, tamaño, forma, etc., para el mercado directo o como materia prima para transformación.

la clasificación suele realizarse de acuerdo con tres características muy relacionadas entre sí:

- **Características físicas:** forma, tamaño, peso unitario, color, firmeza, textura, suavidad, manchas o decoloración, tersura de la piel o cáscara, grado de limpieza, ausencia de daños mecánicos.
- **Características bioquímicas:** carencia de agua en el interior o en la superficie, sabor, olor, aroma, ausencia de rancidez, succulencia, grado de madurez, contenido de nutrientes.
- **Características biológicas:** grado de germinación, tipo y cantidad de daños por insectos, pájaros y roedores, tipo y cantidad de daños, por microorganismos.

Métodos de clasificación

Se dividen en:

1 Control de calidad que es el procedimiento en el cual se determina la calidad, por medio de pruebas de laboratorio con muestras estadísticas sacadas de un producto.

2 Clasificación propiamente dicha, que es el procedimiento en que



se separan las cantidades totales del producto, por características de calidad y puede hacerse manual o mecánicamente.

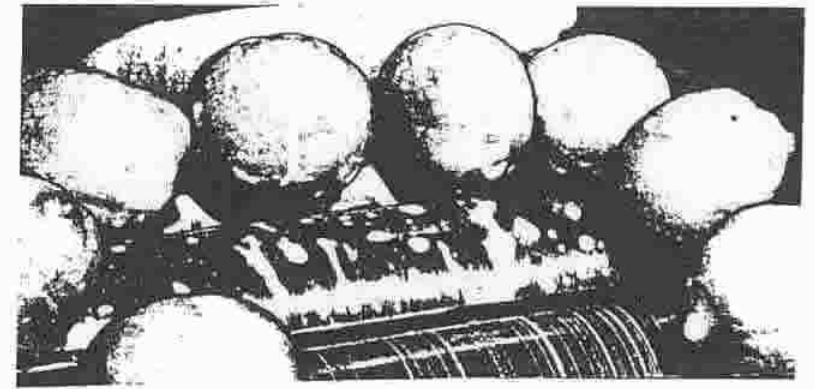
Clasificación manual

Es realizada por operarios entrenados capaces de captar simultáneamente diversas variantes de clasificación, ubicadas en ambientes adecuados para ello. Por ejemplo, las frutas se pueden clasificar manualmente sobre banda con base en parámetros de color, forma y ausencia de daños.

La clasificación manual tiene muchas desventajas, entre otras, el elevado costo de mano de obra, el aburrimiento y la fatiga de los operarios que, aunque pueden disminuirse, reducen la eficiencia de la operación con su correspondiente pérdida económica, pero tiene la gran ventaja de ser una operación mejor realizada.

Clasificación por máquina

Los equipos mecánicos utilizados, son los mismos que para la selección, sólo que la finalidad de la operación es diferente.



Operaciones especiales

Encerado

Los productos con piel provista de recubrimiento céreo pierden agua lentamente, lo que ha conducido a la aplicación de cera en la superficie de ciertos productos, como los frutos cítricos que se marchitan muy de prisa y van perdiendo atractivo para el consumidor durante el almacenamiento y la comercialización. La mayor parte de las ceras de uso industrial son mezclas de ceras vegetales y procedentes de la industria petrolífera. Muchas de ellas están basadas en una combinación de parafinas, que protegen bien contra las pérdidas de agua pero no dan brillo a los productos, y cera de carnauba, que imparte un lustre atractivo al producto pero protege mal contra las pérdidas de agua. En los últimos años se han popularizado fórmulas de las que forman parte el polietileno, las resinas sintéticas, agentes emulsificantes y humectantes. Estas combinaciones de recubrimiento suelen utilizarse también como vehículo de fungicidas e inhibidores del envejecimiento, la gemación y el escaldado superficial.

Aplicación a las naranjas de una emulsión de cera tras el tratamiento con fungicida. (Cortesía de W.E. Rushton, CSIRO Division of Food Research).

Ventajas

- Reduce la tasa de deshidratación durante el período de almacenamiento, hasta en un 50%.
- Reduce la tasa de respiración de las frutas y hortalizas.
- Cumple con los requerimientos de brillo de mercados domésticos y de exportación.
- Forma una barrera protectora física adicional, contra el ataque de microorganismos.
- Costo de encerado bajo.
- No son tóxicos. Aprobación F.D.A. de U.S.A., países Europeos y Latinoamericanos.
- No son inflamables.
- Aplicables mediante una variedad de procesos.
- Lubrican la superficie de la fruta u hortaliza encerada.
- Sella los rasguños o cortes que se producen en la piel o epidermis de los productos.
- Secan rápido, permitiendo altos volúmenes de producto encerado.

Normas generales para encerar frutas y hortalizas

Es muy importante seleccionar productos que tengan la piel en buenas condiciones, libre de superficies opacas, como manchas de hongos en la cáscara, raspaduras de ramas, etc., pues cada una de las condiciones mencionadas, reducirán la apariencia y potencial de brillo del producto sellado.

Limpieza

Para asegurar un brillo de cera apropiado, es muy importante que la fruta u hortaliza esté totalmente limpia. El polvo, suciedad, depósitos de sal mineral atribuibles a riego por aspersión, floración (cera natural) líquidos o productos químicos aplicados antes y después de las cosechas, son un típico ejemplo de materias extrañas que deberán ser removidas.

Enjuague

Todos los agentes limpiadores o detergentes utilizados en la etapa de limpieza deben ser removidos antes de la operación de encerado. El uso de agua tibia fresca (40°C) después de la operación de limpieza, asegura la eliminación de residuos de limpiador. En caso de quedar depositado algún residuo sobre los productos después de lavados, el brillo de la fruta u hortaliza sellada puede reducirse.

Secado

Antes de encerar, las frutas u hortalizas deben secarse cuidadosamente en la sección de rodillos secadores, para eliminar el exceso de agua y se completa el proceso mediante ventiladores de alta velocidad, colocados sobre la sección de cepillos que ayudan a la remoción de agua en las frutas y en los rodillos.

Encerado

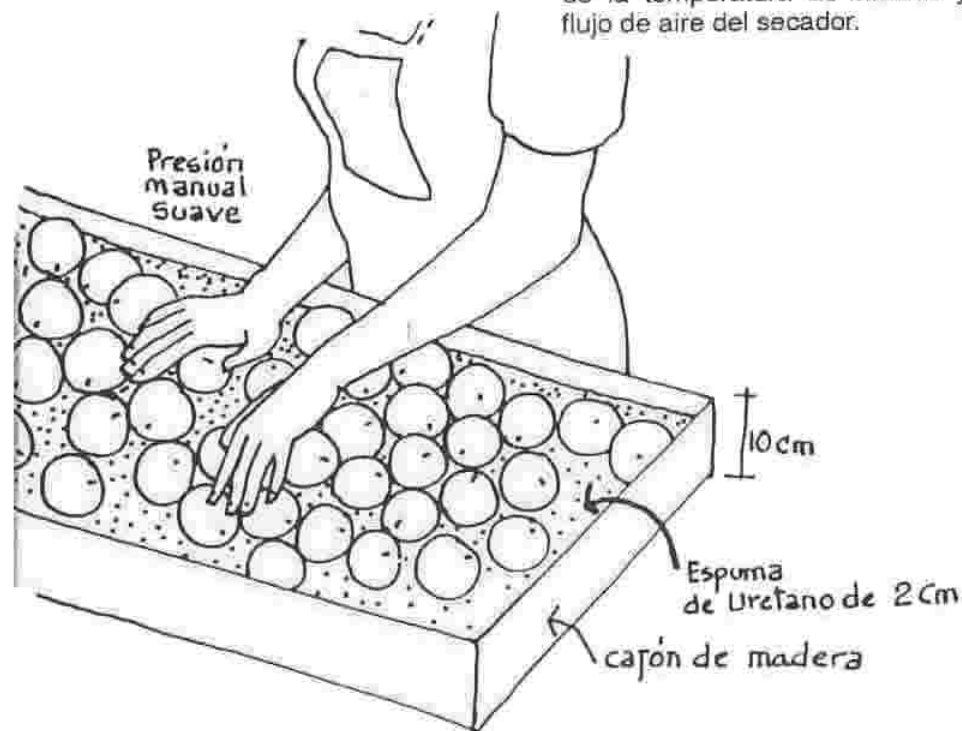
Finalmente la cera debe ser aplicada sobre la fruta seca totalmente ya que cualquier residuo de agua que quede sobre la cáscara diluirá la capa de cera aplicada, reduciendo el brillo.

La cera se puede aplicar con una boquilla aspersora giratoria, la cual se mueve a lo largo de una cinta transportadora, rociando la cera sobre las frutas u hortalizas, de adelante hacia atrás y de atrás hacia adelante. Frente a la zona de aplicación de cera, se encuentra una cama de ocho a diez rodillos aplicadores de fibra combinados, los cuales se emplean para distribuir la cera uniformemente sobre la superficie de la fruta; estos rodillos aseguran una perfecta distribución del recubrimiento aun en los lugares más inaccesibles de la fruta (cáliz y tallo).

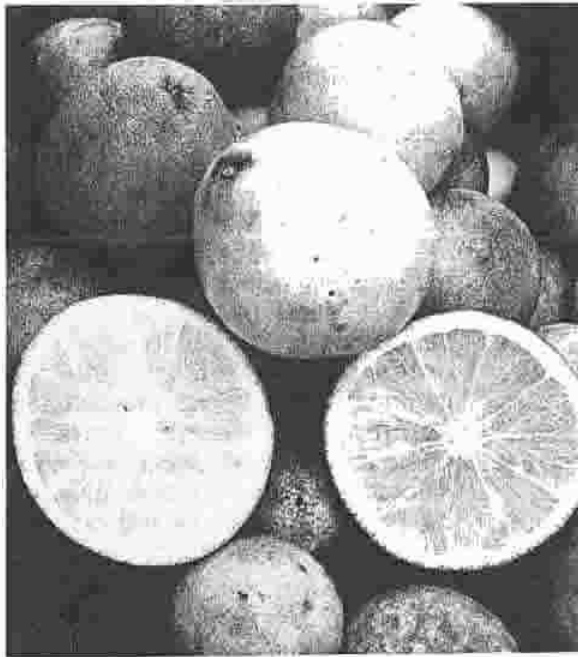
Otros métodos de encerado son: brocha, cama de espuma, o haciendo pasar el producto a través de un tanque que contenga la emulsión. La película de cera debe ser fina para evitar que interfiera con el metabolismo de la fruta y al término de su aplicación es frecuente que el producto se someta a secado y pulido.

Secado final

Las frutas u hortalizas recién enceradas deberán estar secas al tacto antes de su empaclado. Esto se logra empleando túneles de secado apropiados que permitan exponer las frutas a una corriente de aire seco (40-55°C.), por un período no menor de 90 segundos, antes de llegar a la mesa de inspección final. Las condiciones ambientales (temperatura y humedad relativa) deben ser consideradas cuando se estén ajustando la temperatura de secado y el flujo de aire del secador.



Encerado en batea con espuma de uretano.



Desinfección

Para tener una mejor comprensión, se explicará la causa por la cual los productos son atacados por los microorganismos así como los métodos y elementos para su control y prolongación de la vida útil.

El deterioro de las frutas y hortalizas, proporcionado por agentes microbianos, entre la recolección y el consumo, puede ser grave y rápido, en especial en áreas tropicales, ya que en estas su desarrollo se favo-

rece debido a las elevadas temperaturas y humedades relativas. El etileno producido por los vegetales en descomposición, acelera la maduración organoléptica y el envejecimiento de los productos almacenados con ellos, los cuales presentan pérdida física, y producen un sobrecosto por operación de selección y reempaque de los productos no deteriorados.

El deterioro de las frutas y hortalizas puede ser causado por numerosos hongos y bacterias, siendo más importante el ocasionado por hongos de los géneros *Alternaria*, *Botrytis*, *Diplodia*, *Monilinia*, *Penicillium*, *Phomopsis*, *Rhizopus* y *Sclerotinia*, así como por las bacterias de los géneros *Erwinia* y *Pseudomonas*. La mayor parte de estos microorganismos son débilmente patógenos, ya que sólo invaden productos dañados; unos pocos, como los *Colletotrichum*, son capaces

de penetrar a través de la piel de ejemplares sanos. La relación entre el hospedador (fruta u hortaliza) y el agente patógeno (hongos y bacterias) es, con frecuencia, razonablemente específica; así, por ejemplo, el *Penicillium digitatum* sólo altera a los frutos cítricos y el *Penicillium expansum* a las peras y manzanas, pero no a los cítricos.

En la tabla se aprecian ejemplos de algunas enfermedades de frutas y hortalizas frescas.

Enfermedades de algunas frutas y hortalizas frescas

Producto	Enfermedad	Agente Patógeno
Manzana	Podredumbre lenticelar Moho azul	<i>Phyctiaena vagabunda</i> Desm. (= <i>Gloeosporium album</i> Osterw.) <i>Penicillium expansum</i> Thom
Plátano	Podredumbre en corona	<i>Colletotrichum musae</i> (Berk. y Curt.) Arx. (= <i>Gloeosporium musarum</i> Cke. y Mass.) <i>Fusarium roseum</i> Link amend. Synd. y Haris. <i>Verticillium theobromae</i> (Türck.) Hughes. <i>Ceratocystis paradoxa</i> (Dade) Moreau. (= <i>Thielaviopsis paradoxa</i> [de Seynes] Höhn.)
Frutas cítricas	Antracnosis Podredumbre del cuello Moho verde Moho azul	<i>Colletotrichum musae</i> (Berk. y Curt.) Arx. (= <i>Gloeosporium musarum</i> Cke. y Mass.) <i>Phomopsis citri</i> Fawc. <i>Diplodia natalensis</i> P. Evans <i>Alternaria citri</i> Ell. y Pierce <i>Penicillium digitatum</i> Sacc. <i>Penicillium italicum</i> Wehmer
Uvas, manzanas, peras, fresas, hortalizas foliares, Papaya y mango	<i>Botrytis cinerea</i> Pers. ex. Fr. Antracnosis	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Wint.) Honey (= <i>Sclerotinia fructicola</i> [Wint.] Fiehm) <i>Rhizopus stolonifer</i> (Eh. ex. Fr.) <i>Ceratocystis paradoxa</i> (Dade) Moreau (= <i>Thielaviopsis paradoxa</i> [de Seynes] Höhn) <i>Erwinia carotovora</i> (Jones) Holland y otras especies
Melocotón, cereza y fresa Piña Papas, hortalizas de hoja	Podredumbre parda Podredumbre negra Podredumbre bacteriana Podredumbre seca Podredumbre blanda y húmeda.	<i>Fusarium</i> spp. <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary
Hortalizas de hojas y zanahorias		

Después del ataque inicial sigue la invasión de patógenos débiles, que incrementa enormemente el daño causado por los patógenos primarios.

El proceso de infección pudo producirse mientras el producto se encontraba adherido a la planta o después de haber sido separado de la misma durante la recolección o las subsiguientes etapas. La infección postcosecha se favorece con las lesiones mecánicas sufridas en la piel, como abrasiones, cortes, picaduras de insectos, etc., y el posterior desarrollo se ve afectado por las condiciones fisiológicas y la temperatura; así pues, el conocimiento del proceso de infección es de considerable interés para el diseño de estrategias adecuadas para control y eliminación de la misma.

La infección previa a la recolección, se puede presentar por diversas vías, como la penetración directa de la piel, la infección a través de las aperturas naturales del producto o debidas a una lesión. Existen varios tipos de hongos patógenos que son capaces de iniciar una infección en la superficie de las partes florales y en la fruta sana en desarrollo, permaneciendo hasta después de la recolección, cuando la resistencia del hospedador se ve disminuida y las condiciones se hacen más favorables al desarrollo del patógeno (como cuando la fruta comienza a madurar o al inicio del envejecimiento). Ejemplo de este tipo son la antracnosis del mango y la papaya, la podredumbre en corona de los plátanos, y la de la base del pedúnculo de los cítricos.

Los hongos y bacterias débilmente parásitos entran a las frutas y hortalizas inmaduras a través de aperturas naturales, como los estomas, las lenticulas y las fallas de crecimiento.

Muchos organismos patógenos, que están presentes en los tejidos vegetales muertos o se hallan asociados con el suelo, sólo pueden infectar frutas y hortalizas a través de lesiones superficiales y con frecuencia requieren condiciones climáticas favorables durante el período de maduración de la cosecha.

En la infección posterior a la recolección, numerosos hongos son incapaces de penetrar a través de la piel, pero pueden invadirla fácilmente si los tejidos no son continuos. Una lesión microscópica basta para que el ataque microbiano se realice. Con frecuencia se producen pérdidas abundantes por deterioro en torno al punto de corte del pedúnculo, en frutas y hortalizas.

El ambiente que rodea el producto tiene un papel importante en el desarrollo de las infecciones posteriores a la recolección. La humedad relativa elevada favorece el deterioro y la lesión por frío, predispone a las frutas tropicales y subtropicales al deterioro microbiano. Por el contrario, las temperaturas bajas, el empobrecimiento de la atmósfera en oxígeno y su enriquecimiento en dióxido de carbono, así como una humedad correcta, frenan la velocidad de deterioro, al retrasar el envejecimiento, disminuir el crecimiento de agentes patógenos, o ambas cosas.

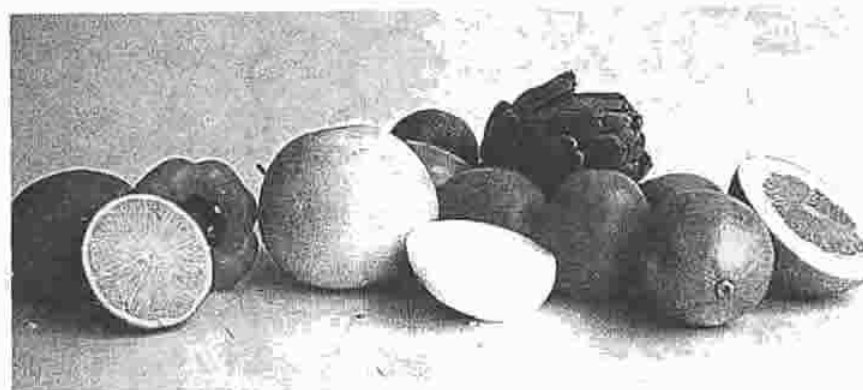
Control de las alteraciones posteriores a la recolección

Las medidas para controlar el deterioro después de la recolección deben iniciarse antes de que ésta tenga lugar, es preciso eliminar las fuentes de infección y proceder a aplicar por nebulización tratamientos químicos idóneos para la erradicación de los agentes causales. En general, los tratamientos previos a la recolección no son tan eficaces como cuando se aplican directamente a los productos tras la cosecha, sin embargo, ciertos fungicidas sistémicos permiten un buen control de las infecciones latentes.

Una manipulación cuidadosa durante la cosecha minimizará las lesiones mecánicas y reducirá en consecuencia, el deterioro microbiano. Por razones similares, no es aconsejable recolectar ciertas frutas, como los cítricos, después de una lluvia o de un rocío fuerte ya que la piel se encuentra en estas circunstancias más turgente y se lesiona con mayor facilidad.

La maduración avanzada hace más susceptible a las frutas a las alteraciones microbianas que a las inmaduras; de modo que tratamientos a bajas temperaturas, retrasa el ritmo de maduración y también el crecimiento microbiano. Los órganos de reserva que crecen bajo tierra, como la papa, yuca y ñame generan capas de células especializadas en el lugar en que han sufrido la lesión, limitando así el deterioro microbiano posterior a la cosecha. La formación del peridermo se favorece en la práctica industrial mediante 10-15 días de almacenamiento a 7-15°C. y un 95% de humedad relativa, un proceso al que suele conocerse con el término de "curado".

La velocidad de desarrollo de la infección de las frutas y hortalizas se ve afectada por muchos otros factores. El tejido hospedador, y en particular su pH actúa como un medio selectivo: las frutas ofrecen generalmente un pH inferior a 4,5 y son alteradas fundamentalmente por los hongos; muchas hortalizas poseen, en cambio, un pH superior a 4,5 siendo, por consiguiente, mucho más frecuentes en ellas las podredumbres de origen bacteriano.



TRATAMIENTOS DE POSTCOSECHA PARA FRUTAS.

Tratamiento	Productos tratados	Puntos de aplicación	Función
1. Cloruro de calcio	Manzana	Pulverización o inmersión en la pre-selección	Previene la degradación de la pulpa
2. Eliminación del color verde	Naranja, pomelo, tomate	Antes del lavado	Mejora la apariencia
3. Fungicida	Plátano, cítricos, piña, otros	Después del lavado	Controla enfermedades
4. Inmersión en agua caliente	Mango, papaya	Después del lavado	Controla enfermedades; Estimula la maduración
5. Recubrimiento de la superficie	Cítricos, piña	Después del lavado	Reduce la deshidratación, mejora la apariencia y prolonga el almacenamiento
6. Fumigación	Uvas, frutas de exportación	Después de la cosecha y durante el almacenamiento	Controla la pudrición e infestación
7. Vapor caliente	Cítricos, mango, papaya, piña	Antes o después del embarque	Requisitos de cuarentena
8. Exposición a baja temperatura	Frutas de árboles caducos	Antes y durante el viaje en barco	Requisitos de cuarentena
9. Maduración	Plátanos, patatas, mango	Bodegas de maduración en mercados mayoristas	Hace comestible la fruta

Tratamientos

Para el control de las alteraciones se han utilizado muchos tratamientos físicos y químicos después de la recolección. La eficacia de los mismos depende de tres factores fundamentales:

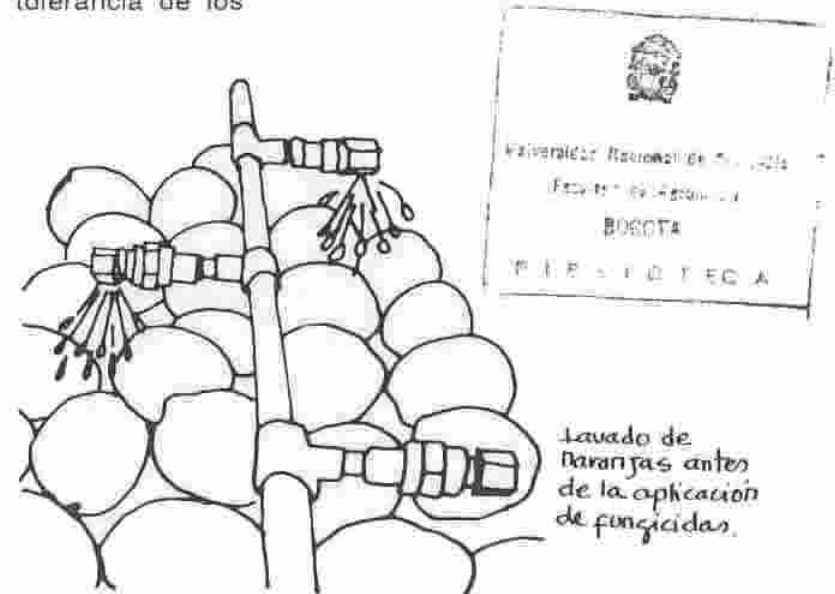
- 1 La capacidad del tratamiento o el agente químico para alcanzar al agente patógeno.
- 2 El número de gérmenes y su sensibilidad al tratamiento.
- 3 La sensibilidad al tratamiento del producto hospedador.

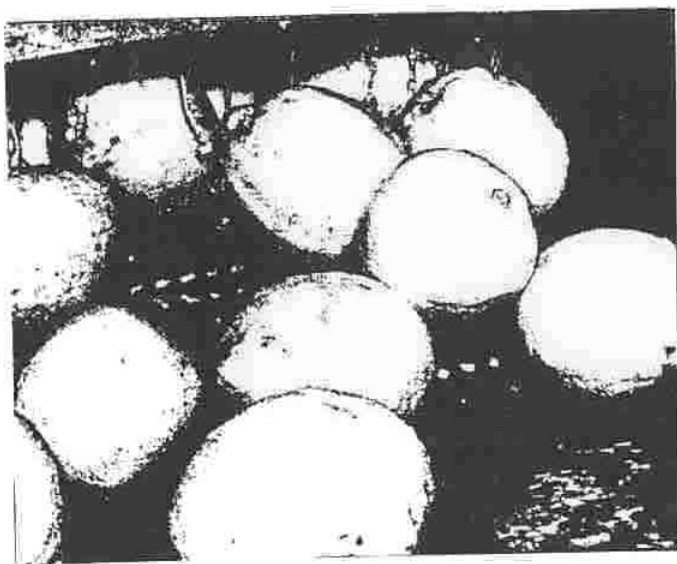
El momento en que la infección tuvo lugar, y el grado de desarrollo de la misma, tienen una importancia crítica en cuanto a las posibilidades de controlarla. Los gérmenes de los géneros *Penicillium* y *Rhizopus* que invaden las heridas durante la cosecha y las manipulaciones subsiguientes son mucho más fácilmente controlados aplicando fungicidas en la superficie del producto, que el hongo gris de las fresas que infecta a la fruta en el campo, algunas semanas antes de la recolección o durante la floración.

El más importante de los métodos físicos del control de las alteraciones posteriores a la recolección, es el almacenamiento a bajas temperaturas; otros procedimientos pueden considerarse como auxiliares o complementarios de la refrigeración. La temperatura a utilizar para controlar el deterioro de frutas y hortalizas depende de la tolerancia de los

tejidos, ya que los productos tropicales y subtropicales son susceptibles de sufrir lesión por frío.

Hoy se concede gran interés a los tratamientos por inmersión en agua, dado que no sólo puede controlar las infecciones superficiales, sino también las que han penetrado a través de la piel y que tiene la ventaja de no dejar residuos químicos en el producto; al no dejar residuos, se hace prioritario evitar las recontaminaciones microbianas mediante medidas estrictas de higiene y, posiblemente, aplicando algún fungicida a niveles mucho más bajos que los requeridos si no se practicara la inmersión en agua caliente. Las inmersiones en agua caliente deben controlarse con precisión, dado que las temperaturas (50-55°C.) precisas para el control del deterioro microbiano, están muy próximas a las que dañan al producto.





El control químico de las alteraciones posteriores a la recolección, se ha convertido en práctica habitual en la comercialización de las frutas y ha resultado de importancia definitiva en el desarrollo mundial de la comercialización de frutas. El control ejercido depende de la estrategia comercial y del tipo de infección, pues el tratamiento ha de responder al esquema de comercialización propio de cada producto.

El éxito de un tratamiento químico destinado a evitar las alteraciones posteriores a la recolección depende de los siguientes factores:

- La carga inicial de esporos;
- La profundidad de la infección en el interior de los tejidos hospedadores.
- La velocidad de crecimiento del agente infectante.
- La temperatura y la humedad ambientales.

- La profundidad a la que es capaz de penetrar el producto químico en el interior de los tejidos del hospedador.

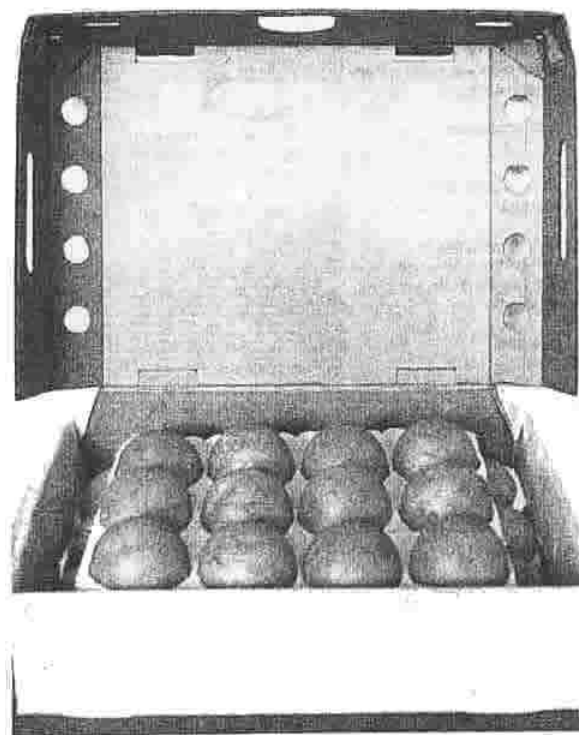
El producto químico aplicado debe, además, no ser fitotóxico (es decir, no lesionar a los tejidos del hospedador) y ser tolerado por la reglamentación vigente.

En resumen, el fungicida ideal para la protección de la fruta durante el almacenamiento y el transporte debe ser: soluble en agua, de amplio espectro y no fitotóxico; no debe dejar residuos tóxicos, ni afectar la palatabilidad; debe retener la actividad durante períodos largos, no dejar residuos visibles, y resultar barato; bien por tener un precio bajo, bien por ser eficaz a concentraciones muy reducidas. Ninguno de los fungicidas hoy conocidos reúnen todos estos requisitos. La tabla siguiente resume los principales tratamientos químicos utilizados postcosecha.

PRODUCTOS QUÍMICOS QUE HAN SIDO UTILIZADOS COMO FUNGICIDAS TRAS LA RECOLECCIÓN SOBRE FRUTAS Y VERDURAS.

Nombre y formulación	Agente patógeno que controla	Hospedador	Notas
Sales alcalinas inorgánicas Tetraborato sódico (borax)	<i>Penicillium</i>	Cítricos	Sólo razonablemente eficaz; problemas con los residuos.
Carbonato sódico. Hidróxido sódico Amoníaco y aminas alifáticas Amoníaco(gas)	<i>Penicillium</i>	Cítricos	Sólo ligeramente eficaz, cáustico.
Butilamina-sec	<i>Penicillium</i>	Cítricos	Buena para fumigar en cámaras de desverdecimiento y almacenes.
Aminas aromáticas Diclorán	<i>Rhizopus</i> <i>Penicillium</i> , agentes de la podredumbre de la base del pedúnculo.	Melocotón	Ligero grado de control.
Benzimidazoles Benomilo, tiabendazol, metil tiofanato, metil benzimidazol carbamato	<i>Rhizopus</i> , <i>Monilinas</i> .	Algunos frutos de hueso, berriatos.	Buen grado de control tanto en fumigaciones como en inmersiones. Muy eficaz.
Imazalilo	<i>Penicillium</i> , agentes de la podredumbre de la base del pedúnculo.	Cítricos	Eficaces a bajas concentraciones, desarrollo de resistencia; tolerancia de residuos 0-pg/g.
Hidrocarburos y derivados Bifenilo Metil cloroformo	<i>Collectrichum</i> y otros hongos.	Cítricos, manzanas, pera, piña, frutas de hueso.	Eficaz, y a bajas concentraciones, contra las cepas resistentes al benomilo.
Sustancias oxidantes Acido hipocloroso	<i>Penicillium</i> , <i>Diplodia</i> , <i>Penicillium</i> , agente de la podredumbre de la base del pedúnculo.	Cítricos	Clor desagradable. Sólo inhibe la germinación de las esporas.
Lodo Tricloruro de nitrógeno Aldehidos y ácidos orgánicos Acido dehidroacético.	Impide que se eleve la carga de hongos y bacterias en el agua del lavado.	El producto	Buen esterilizante, no penetra en las zonas lesionadas; corroe los metales.
Acido sórbico Formaldehido Fenoles O-fenilfenol(HOPF) O-fenilfenato sódico (SOPP)	Bacterias y hongos. <i>Penicillium</i> .	Cítricos y uvas. Tomates y cítricos	Marcha y es caro Se hidrolisa a ácido hipocloroso
Sulfilanilida	<i>Botrytis</i> y otros hongos	La inmersión no es aceptable por la industria.	Esterilizante de las cajas en las que se efectúa la recolección y de los almacenes.
Azufre inorgánico Azufre en polvo Azufre-hidróxido cálcico	<i>Alternaria</i> , <i>Citiosporium</i> , Hongos.	Higos	
Azufre orgánico Captán	<i>Penicillium</i> , bacterias y hongos.	Cítricos Producto	Lesiona a la fruta. Precisa que se controle el pH para evitar lesionar a la fruta. Tolerancia de residuos, 10-12 µg/g. Escaso control.
Tiram	<i>Penicillium</i> , <i>Phomopsis</i> , <i>Nigrospora</i> .	Cítricos y plátano	
Ziram	<i>Monilinia</i> <i>Sclerotia</i> <i>Botrytis</i>	Melocotón	Desplazado por el diclorán.
Tiourea	Agentes de la podredumbre durante el almacenaje	Varios productos	El dióxido de azufre requiere agua para ser eficaz; barato, residuos inocuos.
	<i>Cladosporium</i> agentes de la podredumbre en corona y de la podred. del pedúnculo.	Plátano, fresa	
	<i>Alternaria</i> , agentes de la podredumbre en corona y de la podred. de la base del pedúnculo.	Plátano	
	Esporas de <i>Penicillium</i>	Cítricos	Tóxicos para el hombre.

Adaptado de Eckert (1977)



6 Empaque

Generalidades

La labor del empaque constituye la operación final de acondicionamiento del producto para el transporte, almacenamiento y mercadeo. Su finalidad es facilitar el manejo, apilado en almacenamiento y transporte del producto, pero sobre todo ofrecer protección contra golpes, caídas, rozamientos, presiones, etc, durante las diversas manipulaciones a que se le somete, además de cumplir con los requerimientos del mercado.

La consideración más importante para realizar un buen proceso de empaque, es saber que esta operación no mejora la calidad de los productos, por lo tanto sólo se deben empaquetar los productos de la mejor calidad, limpios, seleccionados y clasificados; pues la inclusión de productos dañados puede impedir su venta y convertirse en fuente de contaminación para el producto sano. El empaque no es sustituto de la refrigeración, y por consiguiente, la conservación de la calidad sólo se logra cuando éste se combina con almacenamiento o transporte refrigerados.

Ventajas de un buen empaque

Las ventajas del proceso de empaque son numerosas y cobijan al producto, desde su cosecha hasta el consumidor, pero no todas se obtienen en todos los tipos de empaque. En forma general se pueden anotar los siguientes.

1 Se obtienen unidades eficientes y uniformes de producto, lo cual facilita el manejo y la normalización, para la comercialización.

2 Sirven como unidades cómodas para guardar los productos en el almacén, o el hogar.

3 Protegen la calidad y reducen las pérdidas al:

- Suministrar protección contra los daños mecánicos.
- Proteger contra las pérdidas de humedad.
- Proporcionar una atmósfera modificada benéfica.
- Mantener la sanidad de los productos.
- Facilitar la contabilidad de los productos almacenados.

4 Proporcionan servicio y motivación de ventas, con su apariencia e identificación.

5 Reduce costos de transporte.

6 Facilita el empleo de nuevos medios de transporte.

Causas del daño mecánico

Se pueden identificar cuatro causas diferentes de daño mecánico al producto: cortes, compresiones, impactos y raspaduras por vibración. La cosecha y el posterior manejo cuidadoso del producto, eliminarán la mayoría de los riesgos asociados con cortes y heridas del mismo.

El magullamiento por compresión puede evitarse empacando en recipientes lo suficientemente fuertes como para resistir múltiples estibamientos, que relativamente sean poco profundos para no permitir demasiadas capas del producto, ya que se pueden aplastar las del fondo del empaque y que tampoco permitan el excesivo llenado. El daño por impacto y magulladuras, frecuentemente es causado al dejar caer el empaque y por los golpes en el transporte.

Las raspaduras del producto por vibración, provienen del movimiento que el transporte transmite al empaque, lo que le causa abrasiones que van desde ligeras marcas de fric-

ción, hasta pérdidas de piel o algo de la pulpa.

Para ayudar a prevenir estos daños mecánicos, incluidos los ocasionados por vibración, el empaque debe diseñarse con base en dos principios importantes:

- Las unidades del producto no deberán moverse una vez empacadas, con respecto a las demás o la pared del empaque.
- El envase debe estar lleno, pero sin exceso, y no deberá empacarse muy apretado ni con fuerza innecesaria.

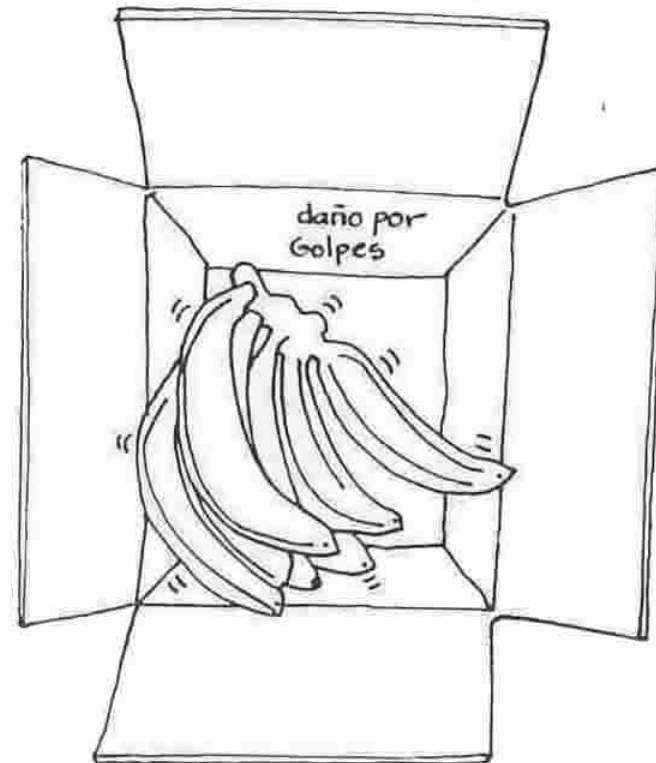
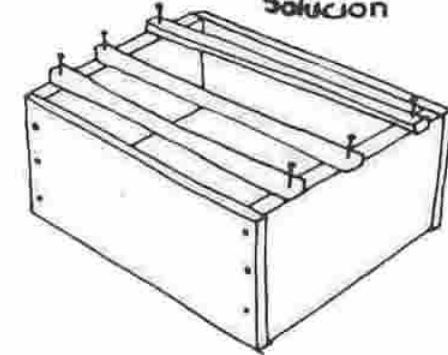
Las estrategias que se pueden seguir para lograr esta seguridad en el empaque pueden ser: la envoltura individual, aislar cada unidad del producto mediante el uso de una celda o bandeja de empaque, o usando material que sirva de colchón para absorber la energía de movimiento.



Problema

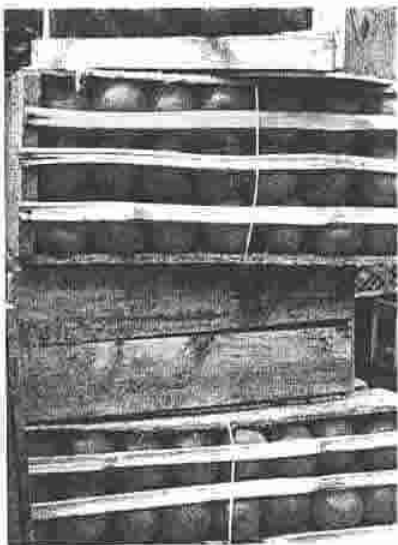


Solución



Demasiado grande
el empaque suelto causa lesiones por impacto y fricción.

Demasiado profundo
El producto del fondo queda aplastado



Aireación

La pérdida de humedad incide directamente en la pérdida de peso del producto, en la disminución del aroma, en cambios en el color, y en general una apariencia pobre. Por ello, la aireación adecuada en el empaque debe controlar la deshidratación, como también proporcionar una atmósfera modificada, al presentar la posibilidad de variar la tasa respiratoria del producto, controlando así los niveles de oxígeno, gas carbónico y la eliminación del calor de respiración; se evita así la fermentación por falta de oxígeno, o la muerte térmica por calor excesivo. Un 5% del área superficial perforada, puede ser adecuada para este fin, siempre y cuando los orificios no se obstruyan con el apilamiento.

Es recomendable conocer los porcentajes de aireación adecuados para cada producto en particular y para cada condición de manejo específica, pues de ello dependerá una óptima conservación.

Características de los materiales de empaque

Los microorganismos son una de las principales causas del deterioro de los alimentos y su actividad puede ser evitada o inhibida con la utilización de un material para la fabricación del empaque, que evite la formación de ambientes propicios a su actividad.

Inocuidad

El material del cual está fabricado el empaque no debe afectar las características organolépticas del producto y no dañar a la salud del consumidor.

Propiedades Mecánicas

En términos generales, el material debe presentar una adecuada resistencia a los esfuerzos mecánicos.

Esta resistencia debe estar en proporción directa a su tamaño, su forma y los materiales y técnicas usadas en su construcción. Debe probarse la capacidad del empaque para soportar el estibado en condiciones de humedad y altas temperaturas; si se ha de transportar en vehículos abiertos, debe considerarse también la necesidad de materiales impermeables, o de introducir modificaciones en los mismos vehículos.

Tipos de empaques

El hecho de que un producto sea manejado en empaques de mayor o menor capacidad, facilita tanto la operación del transporte, como el conteo en bodegas o cuartos de refrigeración, sin embargo, al seleccionar un empaque, debe primar su adecuación a las características y fisiología del producto, para su buena conservación. No deben ser demasiado pesados y sus dimensiones y forma deben ser regulares, facilitando el manejo y el transporte.

Los empaques no retornables tienen que hacer sólo una vez el viaje del productor al consumidor, mientras que los empaques retornables deben hacerlo varias veces, por lo tanto la resistencia del empaque debe estar adecuado al mínimo número de viajes necesarios para que se pague por sí solo.

Madera

Ventajas:

- Las cajas de madera aserrada son muy utilizadas, principalmente por ser rígidas y reutilizables.
- Son económicas, dependiendo del número de veces que se utilicen.

Desventajas:

- Dificultad para limpiarlas y esterilizarlas.
- Pesadas y voluminosas para acarrear y transportar si son reutilizables.
- A menudo tienen superficies ásperas, bordes cortantes y clavos salidos, lo que hace necesario invertir dinero en revestimientos.
- El daño ecológico producido por la tala de bosques.

Cartón corrugado

Ventajas:

- Liviano para transportar.
- Limpio.
- De superficie suave
- Permite la aplicación de etiquetas impresas
- Puede ser fabricado en un amplio rango de tamaños, formas y especificaciones de resistencia.

Desventajas:

- No son reutilizables y por lo tanto su costo es alto.
- Se dañan fácilmente con el agua y la manipulación descuidada, a menos que se les recubra con cera, lo que origina costos adicionales.
- No es rentable su producción en pequeña escala.

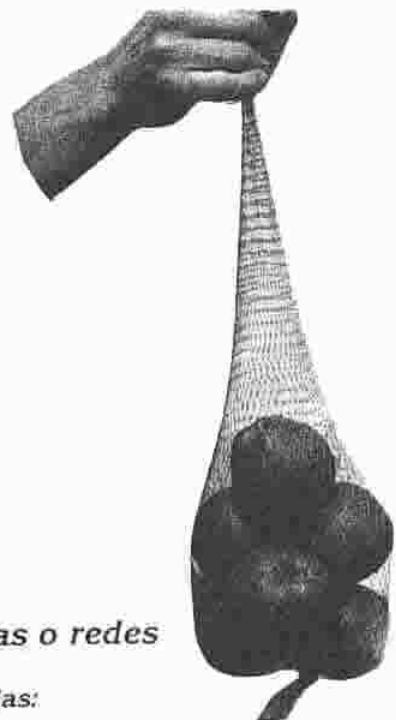
Recipientes de plástico

Ventajas:

- Se les puede producir en una gran variedad de especificaciones y colores.
- Son resistentes
- Fáciles de manejar y limpiar.
- Sus superficies son suaves.
- Rígidos.
- Retornables.

Desventajas:

- Son costosos como inversión inicial, aunque con los beneficios que presenta en la reducción de las pérdidas se pagan a largo plazo, resultando económicos.
- La dificultad del retorno en largas distancias.
- Inadecuados para exportación.



Bolsas o redes

Ventajas:

- Pueden venir en gran variedad de tamaños, formas y resistencias
- Pueden fabricarse a partir de fibras naturales o sintéticas.
- Tienen la ventaja de ser livianas, fabricarse localmente y a bajo costo.

Desventajas

- No protegen el producto de los daños mecánicos y no pueden estibarse en forma segura, lo que las **excluye prácticamente de ser usadas como empaque**, sino como medio de subdivisión del producto.
- Frecuentemente son muy grandes como para permitir un manejo conveniente y se tiende a lanzarlas, antes que a colocarlas suavemente en su lugar, produciéndole daños mecánicos al producto.

Envase de plástico

Resistente, fácil de limpiar, puede ser utilizado múltiples veces.

Papel o película de plástico

Se usa solamente en revestimientos o divisiones en el interior de las cajas de empaque, para reducir la pérdida de agua, para impedir el daño por fricción, o para proporcionar protección adicional. Redes y películas de plástico se usan especialmente en empaques para venta al por menor.

Desventajas:

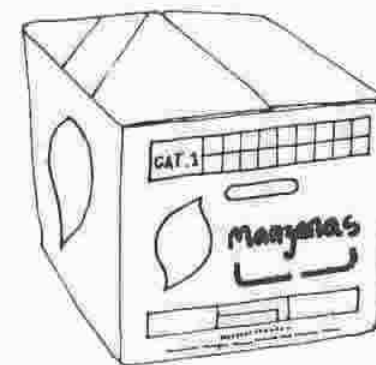
- No protegen la integridad física del producto.
- Proporcionan una barrera adicional al calor y al intercambio atmosférico.

Etiquetado

El emparador tiene la responsabilidad de asegurar que los contenidos de cada empaque cumplan con las normas fijadas por la legislación, indicando las características de su producto.

La información contenida en la etiqueta debería incluir como mínimo lo siguiente:

- Nombre y dirección del emparador
- Origen (país y/o región)
- Naturaleza y variedad (por ejemplo, Melón Contaloup)
- Tamaño del producto o peso unitario, o número de unidades en un determinado peso de envase.
- Grado del producto (por ejemplo I, II o como en muchos países un



Empaque estandarizado de manzanas.

código de color rojo para Extra, verde para clase I y amarillo para clase II). La etiqueta debe ser indeleble y estar colocada en un lugar donde siempre se destaque.

Para cultivos que se producen en grandes volúmenes, principalmente plátanos, piñas, naranjas, manzanas, etc., se les adhieren etiquetas individuales con su marca en la bodega de empaque, de modo que al vender por unidades en los mercados minoristas, la marca es identificada por el consumidor.

Esta práctica ya ha sido aplicada por algunos productores nacionales, por esto se encuentran en los supermercados del país productos identificados con etiquetas individuales.



Costos

Además del cuidado de la calidad del producto, el criterio básico para escoger un empaque, es que éste deberá agregar el suficiente valor al producto, para cubrir el gasto adicional de capital, el costo de la operación de empacado, más un margen de ganancia.

La mejor forma de determinar el costo del empaque es considerándolo como unidad de costo por libra o kilogramo de producto, siempre que éste pueda ser recuperado durante su mercadeo. En la práctica, esto significa que el empaque y el producto deben ser competitivos con los que comercializan otros proveedores.

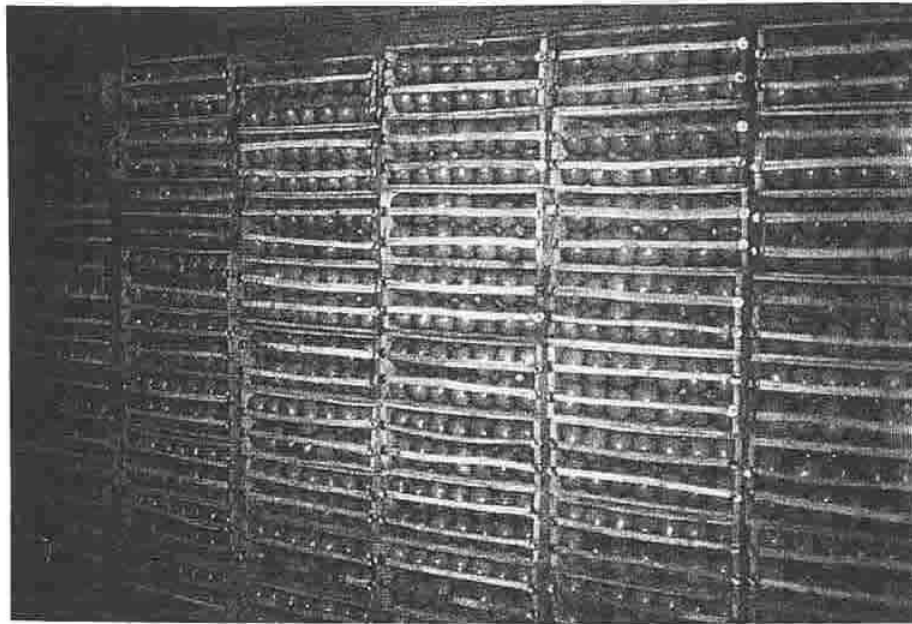
En mercadeo es una característica que un buen empaque de un producto de calidad, tiene clara ventaja económica sobre un producto de mala calidad, que está mal presentado y empacado, haciendo que la inversión necesaria para lograrlo, se vea recompensada con mayores ganancias.

Decidir sobre el mejor empaque, para un determinado producto y mercado, no es la única consideración que afectará las estimaciones de su costo. Las gestiones para el abastecimiento regular de materiales de empaque y el mantenimiento de suficientes cantidades de reserva, requiere de una administración y lugares apropiados de almacenamiento, factores que incrementarán los costos fijos.

COSTOS COMPARATIVOS DE TEMPERATURA CON RESPECTO A SU USO

	Saco de fique 40 kg.	Caja madera 20 Kg.	Caja plástica 20 Kg.
Costo \$	400	800	4.500
No. Viajes	1	5	>100
Costo por No. Viajes	$\frac{400}{1}$	$\frac{800}{5}$	$\frac{4.500}{100}$
Costo por Kg.	\$10	\$40	\$2,25

La interrupción en el abastecimiento de materiales de empaque es una causa frecuente de pérdida postcosecha, debido a las demoras creadas en la cosecha y el mercadeo. El control de existencias y de sistemas de compra de los materiales de empaque son, por lo tanto, un importante aspecto a considerar de cualquier operación de manejo del producto. Por otra parte, el cambio a cajas retornables puede imponer excesivas demandas de capital y administración a los agricultores individuales y a las cooperativas que no están preparadas, pero debe analizarse su beneficio. De todas maneras no debe ser subestimado todo lo relacionado con el abastecimiento de materiales esenciales de empaque, para evitar correr el riesgo del deterioro del producto.



7 Preenfriamiento y almacenamiento

Para llevar a cabo la comercialización en fresco de frutas y hortalizas, en condiciones óptimas de comercialización que respete las normas de calidad tanto en el comercio interior como exterior, es necesario contar con centros de acopio, equipos y maquinaria adecuados, para someter a los productos a las operaciones de tipificación y a las tecnologías que conduzcan a la aplicación de la cadena del frío específica de frutas y hortalizas en estado fresco.

Ello implica disponer de:

- Instalaciones de enfriamiento y de conservación en la zona de producción.
- Vehículos refrigerados de transporte.
- Bodegas de almacenamiento en las plazas y supermercados.
- Medios adecuados para distribución en los comercios minoristas.

Para conseguir éxito en la conservación de las frutas y hortalizas, utilizando el frío, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Contar con productos sanos
- Aplicar preenfriamiento
- Mantener el producto en bodegas refrigeradas

Preenfriamiento

Definición y justificación

El preenfriamiento consiste en hacer descender lo más rápidamente posible la temperatura que tienen las frutas y hortalizas después de su recolección, hasta una temperatura conveniente a cada clase y variedad de producto, la duración del almacenamiento posterior, así como a las características de los vehículos utilizados para el transporte y su destino final.

Para todos los frutos, es beneficioso un preenfriamiento rápido después de su recolección, ya que este tratamiento frena la intensidad respiratoria de los frutos, disminuye su deshidratación y, además, son menores los gastos posteriores de conservación y transporte refrigerado.

La prerrefrigeración de los productos vegetales frescos produce beneficios tanto en lo fisiológico como en lo económico, ya que la reducción rápida de la temperatura de campo no sólo retrasa la supermaduración y minimiza los procesos transpiratorios, respiratorios y el deterioro por microorganismos, sino que también reduce el calor a eliminar en las fases subsiguientes de almacenamiento y transporte, lo que permite un ahorro de potencia frigorífica.

Las ventajas de la prerrefrigeración son, en general, relativamente mayores en los productos más frágiles y de mayor intensidad respiratoria, está muy recomendada para productos que, una vez cosechados deben transportarse a grandes distancias en régimen de frío.

Ventajas

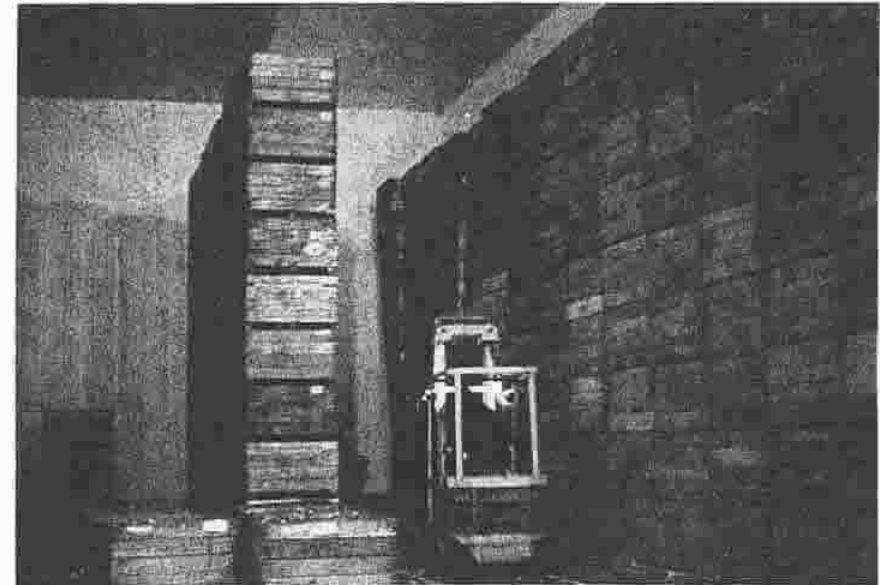
- Recolección de frutas maduras.
- Disminución del ataque de microorganismos.
- Reducción en la pérdida de peso.

Técnicas

El preenfriamiento puede llevarse a cabo antes o después del acondicionamiento del producto en el envase, utilizando como agentes de enfriamiento el aire, el agua, o una combinación de algunos de ellos. En la siguiente tabla se mencionan las técnicas de preenfriamiento.

TECNICAS DE PREENFRIAMIENTO DE PRODUCTOS AGRICOLAS

Agente de enfriamiento	Técnica o sistema de enfriamiento	Denominación, instalación o equipo de prerrefrigeración
Aire frío	En cámara	Cámara convencional Cámara de prerrefrigeración
	En túnel	Túnel de prerrefrigeración - Continuo - Discontinuo
	Por chorros de aire frío Por presión de aire o por aire forzado.	Túnel de chorro de aire Túnel de aire forzado
Agua fría	Inundación	Transportador de banda: - Continuo - Discontinuo
Agua vaporizada por vacío	Enfriamiento por vaporización del agua de constitución por el vacío.	Bombeo mecánico Bombeo térmico
Hielo	Hielo recubriendo los envases. Hielo en trozos mezclado con el producto.	



Preenfriamiento por aire frío

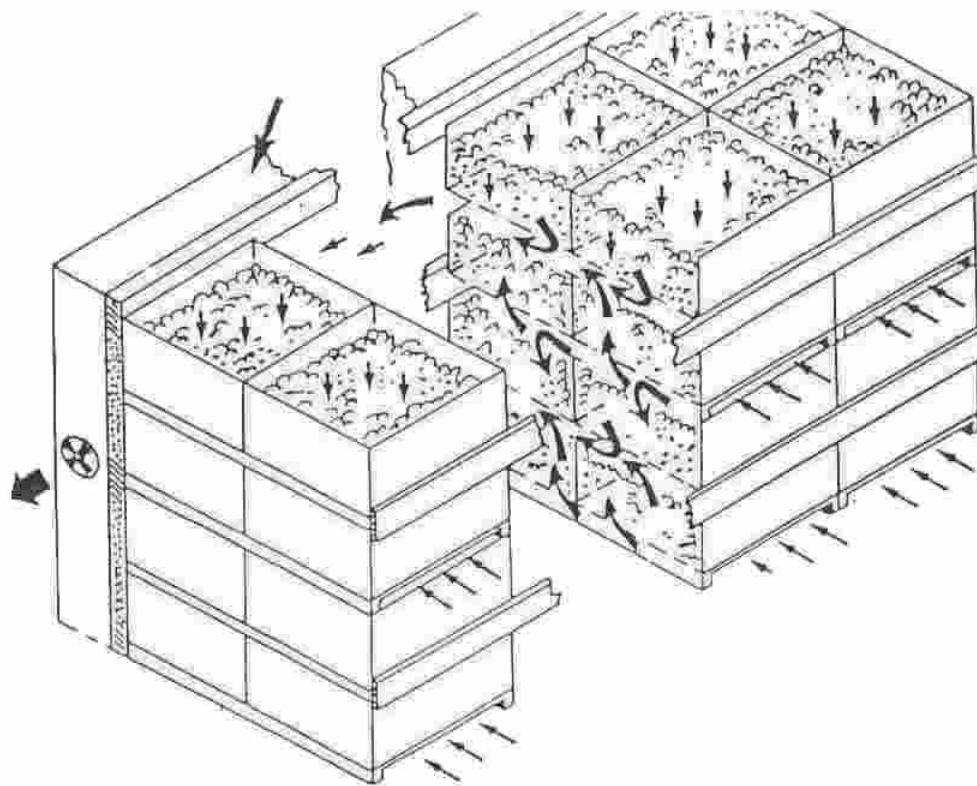
Es el sistema más utilizado. Requiere tiempos bastante largos para variar la temperatura que trae el producto desde el campo a la óptima, porque el intercambio de calor se realiza principalmente por convección entre la superficie del empaque y el aire circulante. Así,

pueden presentarse pérdidas de peso de los productos hasta del 1%.

A manera de información, se presentan en la Tabla las condiciones de temperatura del aire y del producto y el tiempo de preenfriamiento por aire frío, utilizando túneles.

TEMPERATURA DEL AIRE Y DEL PRODUCTO Y EL TIEMPO DE ENFRIAMIENTO EN TUNEL.

PRODUCTO	Temp. Aire °C.	Temp. Inicial Producto °C.	Temp. Final Producto °C.	Tiempo Enfriam. h	Pérdida de peso %
Zanahoria	0	21	1.5	2.5	2.0
Tomate	-0.5	24	1.0	6.6	0.14
Apio	0	22	1.0	6.0	2.0
Berenjena	0	22	3	2.75	0.2
Melón	-0.5	25	1.5	7.5	0.5
Pera	-0.5	24	1.0	8.5	0.14
Melocotón	-0.5	21	1.0	6.0	0.54
Uva	-0.5	22	0	5.8	1.11



Preenfriamiento por aire forzado con flujo vertical a través de cada empaque.

Preenfriamiento por aire forzado

Es el sistema más apropiado para productos empacados. El enfriamiento se realiza haciendo pasar al producto estibado en cajas-tarimas o embalajes con aperturas en el fondo y sobre la tapa, una corriente de aire previamente enfriado con hielo o con refrigeración mecánica. Se persigue favorecer el intercambio de calor entre el aire y el producto mediante la reducción de la turbulencia y de los espacios vacíos en torno o entre los embalajes. En la figura se puede observar el enfriamiento por aire forzado con flujo vertical a través del producto.

Preenfriamiento con hielo

Básicamente consiste en mezclar trozos de hielo directamente con el producto. El enfriamiento de los productos es rápido. La humedad mantiene la turgescencia, sin embargo tiene un gran inconveniente: la evacuación del agua derivada de la fusión del hielo. Se utiliza especialmente en hortalizas foliáceas y tubérculos.

En caso de transporte, se recomienda utilizar este sistema recubriendo los productos con una capa de hielo.

TIEMPO Y TEMPERATURA DE ENFRIAMIENTO MEDIANTE EL PRE-ENFRIAMIENTO POR AGUA A 0°C

PRODUCTO	Tiempo de enfriamiento (min.)	Temperatura Final de enfriamiento (°C)
HORTICOLAS		
Espárrago	77	4
Alcachofa	15	6
Col	16	2
Col de Bruselas	15	3
Fresa	8-15	4
Lechuga	28	3
Maíz tierno	120	4-5,5
Apio	18-35	5-8
FRUTALES		
Cereza	5	1
Melocotón	30-38	3-4
Pera	30	4

Preenfriamiento por agua

El agua tiene una gran capacidad como agente de enfriamiento. Cuando una corriente de agua fría circula rápida y uniformemente sobre la superficie de un producto caliente, su temperatura superficial llega a ser prácticamente igual a la del agua casi inmediatamente.

Los sistemas de preenfriamiento por agua varían con el producto, si se enfrían a granel o empacado, con el tipo de envase y la forma de estiba.

El contacto del agua fría con el producto se puede realizar por:

- Aspersión
- Inmersión
- Pulverización

TIEMPO Y TEMPERATURA DE ENFRIAMIENTO MEDIANTE EL PRE-ENFRIAMIENTO

PRODUCTO	Tiempo de enfriamiento (min.)	Temperatura Final de enfriamiento (°C)
HORTICOLAS		
Espárrago	77	4
Alcachofa	15	6
Col	16	2
Col de Bruselas	15	3
Fresa	8-15	4
Lechuga	28	3
Maíz tierno	120	4-5,5
Apio	18-35	5-8
FRUTALES		
Cereza	5	1
Melocotón	30-38	3-4
Pera	30	4

Selección de la técnica de preenfriamiento

Es necesario considerar las exigencias del producto, como de las bodegas y cuartos fríos de los centros de Abastos y supermercados.

En el caso de los productos se requiere:

- Recolectar en las horas más frescas del día

- Evitar el contacto del producto con el sol en el campo
- Trasladar el producto una vez cosechado al lugar donde se va a preenfriar.
- Recubrir el producto durante el transporte previo al enfriamiento.

En la siguiente tabla se muestra cuáles son las recomendaciones de las técnicas de preenfriamiento, para algunos productos.

RECOMENDACIONES SOBRE LAS TÉCNICAS DE PREENFRIAMIENTO

	Producto	Aire	Hielo	Agua	Vacío
A.P.	Berenjena	+	-	-	-
	Champiñón	+	-	+	-
	Habichuela	+	+	-	-
	Espinaca	-	+	-	+
	Fresa	+	-	-	-
	Tomate	+	-	+	-
M.P.	Pimentón	+	-	-	-
	Lechuga	-	+	-	+
	Espárrago	-	-	+	-
	Alcachofa	+	-	+	-
	Coliflor	+	-	+	-
	Repollo	+	-	-	+
	Apio	-	+	-	+
	Cereza	+	-	-	-
	Melocotón	-	-	+	-
	Aguacate	+	-	-	-
	Plátano	+	-	-	-
Piña	+	-	-	-	
m.p.	Puerro	-	+	+	-
	Nabo	+	-	-	-
	Uva	+	-	-	-
	Melón	-	+	+	-
	Pera	+	-	+	-

AP: Altamente perecederos (10-15 días) pre-enfriamiento necesario
 MP: Muy perecederos (2-4 semanas), pre-enfriamiento aconsejable
 mp: Medianamente perecederos (1-2 meses) preenfriamiento opcional
 (Alique et al., 1983)

Almacenamiento refrigerado

Una vez que el producto ha sido preenfriado a la temperatura requerida se debe trasladar inmediatamente a una bodega o cuarto frío dotado de un equipo de refrigeración.



Sistema de refrigeración

El sistema más común es el de refrigeración mecánica compuesto de:

- El compresor, que es el corazón del sistema; su función es hacer circular el refrigerante a través del sistema.
- El evaporador que está ubicado en el cuarto frío.
- El condensador, cuya función es extraer el calor del refrigerante gaseoso y transformarlo en refrigerante líquido.
- Los controles que mantienen la cantidad y temperatura de refrigeración adecuadas.

Las frutas y hortalizas frescas que van a ser conservadas por el frío deben estar exentas de grietas en la piel, raspaduras, magullamientos, golpes o cualquier otro daño de origen mecánico que puedan ser causantes de invasión de microorganismos.

Deben estar exentas de ataques por insectos, hongos o bacterias y de residuos de plaguicidas en dosis superiores a las aceptadas.

Factores que influyen en la conservación

Temperatura y humedad relativas

Al almacenar productos perecederos es necesario que la temperatura sea homogénea en los cuartos refrigerados. Para conservar las características del producto es necesario protegerlo contra las pérdidas de humedad. La pérdida de agua de estos productos, es una de las causas principales del deterioro durante el almacenamiento, puesto que se pueden presentar fenómenos de deshidratación o marchitamiento.

Estas pérdidas se pueden controlar si se tienen las condiciones óptimas de temperatura y humedad relativa.

La mayor parte de las frutas y hortalizas contienen entre el 80 y 95% de su peso en agua y parte de esta agua se puede perder por evaporación.

Circulación de aire en arrumes

La circulación de aire está ligada con la disposición de los arrumes en el lugar de almacenamiento.

El aire debe circular continuamente con objeto de tener una temperatura homogénea. El aire se necesita para remover el calor del producto. El aire debe tener un movimiento que le permita retirar el calor de respiración y el calor intercambiado con el ambiente. Para realizar este trabajo se recomienda una velocidad de 15 a 23 m/min.

La clase de empaque y la forma de arrumes son factores importantes que afectan el almacenamiento. En los sitios bloqueados difícilmente circula el aire.

Purificación de aire y saneamiento

Para el almacenamiento se deben mantener buenas condiciones sanitarias y evitar el crecimiento de mohos de superficies. Los productos se pueden contaminar durante el clasificado y empaqué. Estos se deben lavar con soluciones de 0.25% de hipoclorito de calcio; los pisos se pueden limpiar con solución de sodio o fosfato trisódico.

Recomendaciones para el almacenamiento de algunas frutas

El almacenamiento de los productos agrícolas se hace normalmente cuando hay exceso de producción o carencia momentánea de la oferta como reflejo inmediato sobre el comportamiento de los precios. Su objetivo, se podría decir, que es el de regularizar la oferta y normalizar los precios.

Los tipos de almacenamiento más comunes para frutas y hortalizas son:

1 Almacenamiento común: Cuando se almacena a las condiciones climáticas de la región o del sitio de expendio como sucede en Colombia, las pérdidas pueden llegar a un 50%.

2 Almacenamiento en atmósfera controlada: Consiste en colocar los productos en cuartos o bodegas con controles de los niveles de oxígeno, gas carbónico, temperatura y humedad relativa.

3 Almacenamiento Refrigerado: Con base en lo expuesto anteriormente, a continuación se hacen algunas recomendaciones para almacenar frutas y hortalizas de consumo en el mercado nacional.



Piña

Varietades: Perolera y Cayena lisa. Es una fruta sensible al frío.

Cuando verde es más susceptible al daño por el frío; se torna de un color verde oscuro opaco cuando se almacena a una temperatura por debajo de 10°C.

Una piña semimadura se conserva bien por 3 semanas a una temperatura de 7° a 12°C. La piña madura puede ser almacenada a 7°C.

Mango

Varietades: Tommy atkins, Sufaida, Kent, Mariquiteño, Hilacha, De azúcar, etc.

A temperatura de 12°C y 90% de humedad relativa se conserva de 2 a 3 semanas, cuando se recoge "pintón". Abajo de 10°C, puede producirse alteración en el sabor.

Aguacate

Varietad: Trinidad, Lorena

Algunas variedades toleran temperaturas de 5°C, mientras otras sufren daño cuando se almacenan por debajo de 10°C.

El aguacate se madura óptimamente a 16°C. El fruto puede ser atacado por antracnosis cuando se conserva a 7°C.

Papaya

Es sensible al frío. La temperatura mínima de almacenamiento es 7°C. Se puede conservar muy bien cuando están en un término de madurez de 3/4. Para mejorar la calidad después del almacenamiento se deben madurar a una temperatura de 21° a 25°C. Es muy sensible a la antracnosis, produciendo manchas negras.



Guayaba

Es muy sensible a las bajas temperaturas. Se conserva bien de 2 a 3 semanas a temperaturas de 5° a 8°C. y 90% de humedad relativa.

Curuba

Se debe lavar y desinfectar antes de su almacenamiento, se puede conservar a una temperatura de 6° a 7°C. y H.R. del 90% por un período no mayor a 30 días.

Granadilla

La fruta lavada y desinfectada se puede almacenar por un período de un mes a una temperatura de 6° a 7°C. y una humedad relativa del 90%.

Tomate de árbol

Se debe lavar y desinfectar, por inmersión utilizando un fungicida con el fin de evitar la antracnosis. Se puede almacenar por 60 días a una temperatura de 7°C. y humedad relativa de 85 a 90% con un grado de madurez del 75%.

Maracuyá

Se ha encontrado que se deteriora en un periodo de 7 a 10 días cuando se almacena a la temperatura ambiente, debido al ataque de hongos y a la fermentación de la pulpa. Las mejores condiciones de almacenamiento es de 6° a 7°C. y 85 a 90% de humedad relativa.

Cítricos

La naranja Valencia se conserva a 0°C., de 8 a 12 semanas con H.R. del 85 al 90%. Las naranjas cultivadas en regiones semiáridas son más sensibles al frío, por eso la temperatura debe ser de 4° a 6°C. Las naranjas son sensibles a los hongos que causan pudrición pendular.

Los limones requieren temperaturas menores a 12°C. para almacenarlos por 2 meses. Por encima de 15°C. se pudren rápidamente.

Alteraciones por el frío

Las alteraciones por el frío son aquellas que no son causadas por microorganismos ni por daños de origen mecánico; es la respuesta de los productos a unas condiciones ambientales adversas, especialmente a la temperatura o a deficiencias nutricionales de la planta durante su crecimiento.

En los productos hortofrutícolas, las temperaturas cercanas al punto de congelación pueden ocasionar graves problemas ya que no todos los frutos las pueden resistir. Tales temperaturas provocan alteraciones metabólicas irreversibles denominadas "daños por el frío"; en función de su sensibilidad a esta alteración, se pueden clasificar las hortalizas y frutas en:

- Resistentes
- Poco sensibles
- Muy sensibles

Existe una temperatura crítica por encima de 0°C. o más o menos alejadas del punto de congelación, por debajo de la cual se produce la alteración. Por ello, los productos sensibles deben conservarse a una temperatura superior a la crítica. En la figura 3 se representa en el termómetro cuál es la temperatura crítica o mínima aconsejada para la conservación de algunos productos sensibles al frío y en la tabla 1 se mencionan síntomas de alteración por el frío para algunas frutas y hortalizas.

Limón (Verde) → 14°C

Banano, Mango, 12°C
Tomate verde,
Pepino.

Melón → 10°C

Aguacate, → 8°C
Pimentón.

Lima, Papaya, → 7°C
Berengena.

Papa → 5°C

Morzana → 4°C

0°C

Punto de Congelación → -2°C

Temperaturas críticas en especies sensibles al frío



En algunas frutas afectadas por el frío se originan cambios en el contenido de azúcares, como ocurre con los mangos y su descenso de totales azúcares solubles, con la hidrólisis más lenta de almidón en el banano y de sacarosa en papayas.

En papa y maíz tierno, se puede romper el equilibrio entre almidón y azúcar (glucosa) por efecto de la baja temperatura; así se empieza a acumular glucosa (endulzamiento) en la papa a 6°C. por dificultad en la reconversión del almidón.

SINTOMAS DE LA ALTERACION POR FRIO

FRUTAS	Temperatura crítica °C.	
Aguacate	5-12*	Picado de la piel, pardeamiento de la pulpa y de la zona vascular.
Lima	7	Picado de la corteza
Limón	10	Picado el flavedo, pérdida lenta de color verde
Mango	5-12*	Piel oscura con picado y áreas pardas
Manzana (algunas variedades europeas)	3-4*	Pardeamiento interno
Melón	7-10*	Picado de la corteza y susceptibilidad a podredumbre fúngica ulterior.
Papaya	7	Picado de la piel, áreas empapadas de agua en la pulpa.
Piña	6-10*	Pardeamiento o envejecimiento interno.
Plátano	2	Pardeamiento veteado de la piel
HORTALIZAS		
Berenjena	7	Escaldadura superficial
Pepino	7	Pardeamiento de la piel, áreas empapadas de agua en el interior.
Tomate verde	7-12*	Fallo en la maduración y susceptibilidad a podredumbre ulterior por "Alternaria"

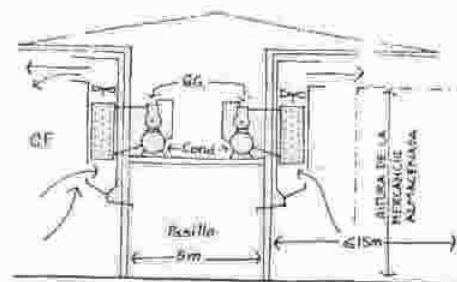
*El margen de temperaturas para cada producto se debe a la diversa susceptibilidad a la alteración de las diferentes variedades.

Wills R.H.H. et al. (1981). Postharvest. An introduction to the physiology and handling of fruits and vegetables. Granada Publishing Limited, Frogmore, St. Albans, Herts AL22NF.

Estibas y densidad de almacenamiento

La naturaleza y diseño del embalaje y el tipo de estibas son factores que influyen en una buena circulación del aire y por lo tanto en el mantenimiento de una temperatura constante. El plan de carga y el estibado en una bodega refrigerada tiene que prever superficies y volúmenes reservados a los productos y los espacios libres para el movimiento de los mismos; para la colocación de los equipos de refrigeración, el acceso a los controles y para la circulación del aire.

Se recomienda dejar un espacio de 1 a 3 cms. entre cada unidad de carga y de 5 cm. entre pilas. Las pilas próximas a las paredes deberán estar como mínimo a 30 cms. de ellas.



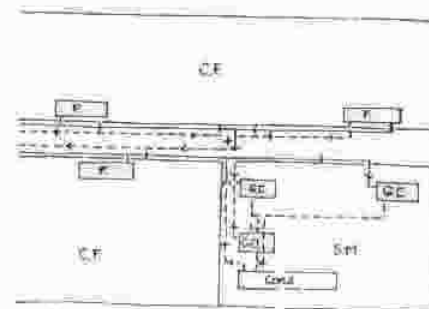
Se deja un espacio entre el techo y los arrumes de 0.6 a 1.0 m.

Según el tamaño de la bodega, la altura total de los arrumes puede ser de 5 a 7m.

Los corredores para la manipulación normal deben ser de 3m. y de 5m. para cuando se usan montacargas y elevadores.

La densidad bruta de almacenamiento se expresa en kg. de producto /m³ de volumen bruto.

Como densidad bruta media de almacenamiento de frutas y hortalizas, se toma un valor de 150 a 200 kg/m³, para los cálculos respectivos.



ESQUEMA DE UNA BODEGA REFRIGERADA
CF: CÁMARA FRIGORÍFICA
COND: CONDENSADOR
GC: GRUPO COMPRESOR

BIBLIOGRAFIA

1. BORRERO, F. de (1989) Manual de Prácticas de Procesos Agrícolas. Publicaciones Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
2. BORRERO, F. de (1991) Manejo Postcosecha de frutas, alternativa para una buena comercialización y exportación. Memorias del Seminario, Departamento de Ing. Agrícola Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional, Bogotá.
3. BRENNAN, J.G. e tal (1970). Las operaciones de la Ingeniería de los alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
4. BROOKER, D.B. e tal, Drying cereal grains. Wesport Co. AVI Publishing 1974.
5. DUCKWORTH, R.S. (1968) Frutas y Verduras. Editorial Acribia Zaragoza, España.
6. DURAN TORRELLARDONA. (1983). Frigo conservación de la fruta. Editorial AEDOS. Barcelona, España.
7. FAO, (1987) Manual para el mejoramiento del Manejo Postcosecha de frutas y hortalizas. Parte I y II. Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile.
8. HENDERSON, SM y PERRY R' L', Agricultural Process engineering 3a ed. Wesport Co. AVI publishing. 1979.
9. HERNANDEZ, E., Fundamentos de refrigeración y aire Acondicionado. Ed. Limusa- México. 1980.
10. MOSHENIN, N.N (1970) Physical Properties of Plant and Animals Materials. Gordon and Breach Science Publishing U.S.A.
11. PANTASTICO, E.R.B. Fisiología de la Post-recolección, Manejo y Utilización de Frutas y Hortalizas Tropicales y Subtropicales. Compañía Editorial Continental, S.A. México.
12. QUIÑONES B., Bio Ingeniería, Departamento de Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional. Bogotá, 1982.
13. RYALL, LIPTON, W.J (1972). Handling Transportation and Storage of Fruits and Vegetables. New York, Editorial AVI Westport. Co, U.S.A.
14. WILLS, R.H. e tal (1984), Fisiología y Manipulación de Frutas y Hortalizas Post- Recolección. Editorial Acribia, Zaragoza, España.

