

## COSECHA

Ing. Agr. Silvia Cantos

Cosecha es la etapa final del manejo del cultivo, cuyo éxito está determinado por los componentes de cantidad y calidad. A partir de ella, se inicia otra etapa (poscosecha), que termina cuando el producto llega a la mesa del consumidor.

Debe realizarse en el momento oportuno, teniendo en cuenta varios parámetros: la especie botánica, el cultivar, el tipo de órgano, su estado de madurez, el destino teniendo en cuenta la cercanía o no a mercados comercializadores y/o consumidores.

Hay varios conceptos de MADUREZ que definen ese momento oportuno

- Madurez fisiológica: es el punto de desarrollo de un órgano ó una planta en el que ha alcanzado el máximo crecimiento y puede completar su desarrollo después de cosechado. Es el caso de tomate, melón, sandía.

Por ejemplo en tomate, se pueden reconocer 4 a 5 estadios del fruto: verde inmaduro, verde maduro, pintón, maduro. Si se cosecha al estado verde inmaduro, es decir, con su máximo tamaño pero sin haber alcanzado la siguiente etapa, el fruto no madurará y permanecerá verde; en cambio, cosechado en la siguiente etapa, con el máximo tamaño, color verde pero fisiológicamente maduro (lo que se reconoce por ciertos signos externos e internos) los frutos completarán su desarrollo pasando al estadio pintón y maduro, con el color característico de la variedad. Pasada esta etapa, si no se lo consume, entrará en senescencia con podredumbre acentuada por ruptura fisiológica.

- Madurez comercial: es el estado de desarrollo de un órgano ó parte de una planta que posee los requisitos determinados por el mercado ó su destino. Generalmente tiene poco que ver con la Madurez fisiológica y puede ocurrir en cualquier estado del desarrollo. Depende del tamaño, como en pepino, poroto chaucha; del tamaño y color, como en berenjena, batata, zapallito redondo de tronco; del grado de compactación, como en repollo: de la textura, como en arveja y chauchas, etc.

- Madurez organoléptica: es la sumatoria de características estéticas y/o de calidad nutritiva del producto, que conllevan a la visualización en cambios en la composición, textura, sabor y aroma. Estos cambios son el resultado de complejas alteraciones metabólicas. Hay procesos de síntesis (pigmentos como los carotenoides, licopeno, antocianinas, enzimas responsables del ablandamiento de los tejidos) y de degradación (pigmentos como la clorofila, azúcares complejos que se desdoblán en simples, con los consiguientes cambios en el sabor y la acidez, etc.).

Para determinar el **momento de cosecha**, hay criterios de cosecha e índices de madurez.

Los criterios de cosecha son generalmente fáciles de transmitir, fácilmente aplicables en el campo y subjetivos. Se basan en signos externos y en la experiencia.

Los índices de madurez son objetivos, estables (poco influenciados por el tiempo), repetibles y, en lo posible, deben ser no destructivos.

### Algunos ejemplos de criterios de cosecha

En tomate: Se cosecha según el destino. Si se debe enviar a mercados lejanos, verde maduro; si no pasará demasiado tiempo entre cosecha y consumo, pintón ó rojo. En cualquiera de los casos, la semilla se encuentra bien desarrollada y el mucílago llena la cavidad; y presenta el aroma característico.

En sandía: la variedad alcanza el máximo tamaño. Se identifica su estado de percusión (sonido "tipo mate"), que requiere experiencia por parte del cosechador. Otros signos son: pérdida de brillo del fruto, amarillamiento de la base, etc.

En melón reticulado: el retículo se hace más grueso y suave y el color del fruto vira de verde a amarillo ó café claro; la zona de absición del pedúnculo está marcada en 1/3 ó 1/4 de separación.

En zapallito de tronco: alcanza el tamaño comercial, el color es verde brillante.

En arveja: la vaina alcanza la medida y el color es verde intenso.

En pimiento: alcanza tamaño, pierde el color verde intenso y empieza a virar. Las semillas están secas y adheridas a la placenta.

En papa primicia, a los 90- 100 días de acuerdo a la variedad, se produce un cambio de color en el follaje, señal de que el cultivo se ha "entregado". Al arrancar los tubérculos, se observa que la piel se desprende; al hendir la uña se escuchará un sonido seco, señal que la epidermis y la corteza están ya maduras, permitiendo su manipuleo. En el caso de papa de estación, puede esperarse hasta la muerte total del follaje, en un plazo de 130-140 días desde su plantación; en este caso la piel de los tubérculos no se desprende al ser manipulada.

Remolacha, zanahoria, batata y otras raíces: al alcanzar el tamaño de la variedad y antes que se desarrollen tejidos leñosos ó duros.

En maíz para choclo: los granos están en "estado lechoso"; permiten un fácil rasgado con la uña y eliminan un líquido lechoso al ser apretados.

### Índices de madurez

Índice	Hortalizas
Unidades de calor	Arveja, Maíz dulce, Chaucha, Tomate
Desarrollo de zona de absición	Melones
Morfología y estructura	Tomate
a. Desarrollo de cutícula	
b. Desarrollo de reticulación	Melones
Tamaño	La mayoría de las hortalizas
Gravedad específica	Sandía, papa
Grado de compactación	Brócoli, repollo, lechuga, coliflor, repollito de Bruselas
Textura	Arvejas, chauchas
Color externo	La mayoría de las hortalizas
Estructura interna	Hortalizas de fruto
Factores composicionales	Papa
a. Almidón	
b. Sólidos solubles	Melón, sandía, tomate
c. Azúcares	Melón, sandía
d. Relación Azúcares/Ácido	Melón, tomate

### Métodos para determinar la madurez

Índice	Método de determinación	Subje- tivo	Obje- tivo	Des - tructivo	No destruc- tivo
Unidades de calor	Computación de datos		x		
Desarrollo de zona de abscisión	Visual Fuerza de separación	X	X	x	X
Forma	Medición de las dimensiones		X		X
Tamaño	Peso - Volumen		X		X
Solidez	Tacto Densidad - Rayos X	X	x	x	X
Estructura superficial	Visual	X			X
Gravedad específica	Relación Volumen/Peso		X		X
Textura	Tenderómetros Texturómetros Fibrómetros Métodos químicos		X X X X	X X X X	
Color externo	Visual. Cartillas de referencia Reflectancia de la luz	X	x		x x
Color interno	Visual Transmitancia	X	x	X	x
Almidón	Prueba del IK		X	X	
Azúcares	Refractómetro Cromatografía		X x	X x	
Ácidos	Titulación. Cromatografía		X	X	
Etileno interno	Cromatografía		X	X	

### **Normas generales para la cosecha de hortalizas**

1. Proteger al producto de la desecación, sobre todo en épocas calurosas.
2. No cosechar hortalizas cuando éstas se encuentran húmedas por el rocío o se registren altas temperaturas.
3. Evitar producir daños mecánicos (cortes, lesiones, machucones).
4. Pre- clasificar aquellos productos que presenten anomalías, por ejemplo, daños causados por plagas, enfermedades, fisiológicos, etc.
5. En el caso de hortalizas de hojas, evitar que éstas presenten marchitamiento, tierra adherida, etc.

### **Sistemas de cosecha**

Los sistemas de cosecha pueden ser manuales, mecanizados ó parcialmente mecanizados.

Los manuales insumen mayor cantidad de mano de obra, lo que implica mayores costos. En general, podemos decir que las hortalizas de hoja, tallos ó inflorescencias destinados al consumo fresco se cosechan preferentemente a mano y que los cultivos extensivos de papa, batata, remolacha, arveja destinados a la industria se cosechan mecánicamente ó semi- mecánicamente.

En algunos casos, la mecanización es total, como en algunas explotaciones de tomate para industria, con cultivares determinados adaptados a este tipo de manejo y con una madurez uniforme.

Un ejemplo de cosecha mecanizada parcialmente, racional e integrada con el manejo de la pos- cosecha es el caso del sistema Iceberg, en lechuga, que consiste en lo siguiente:

- a. Un grupo de operarios corta y deja las plantas de lechuga alineadas sobre el lote.
- b. Una plataforma automotriz lleva las plantas a un lugar donde un grupo de personas elimina las hojas y coloca las plantas en el envase correspondiente.
- c. Los envases se llevan por medio de un transporte, que corre paralelo a la plataforma, o bien se dejan alineados en el campo para luego llevarlos al mercado.

Desde el punto de vista de la **forma en que se realiza**, la cosecha puede ser:

1. Cosecha simultánea (destruictiva)
2. Cosecha escalonada

La cosecha simultánea se realiza mediante la recolección de todo el producto de una vez, mientras que la escalonada se realiza en varias ocasiones, dependiendo del período de producción de las plantas. Ejemplos de cosecha simultánea son papa, batata, zanahoria, lenteja, poroto seco, tomate para industria.

La cosecha escalonada se puede dividir en:

1. Cosecha escalonada en el cultivo (lechuga, maíz dulce, repollo, coliflor, espinaca, remolacha, apio, cucurbitáceas)
2. Cosecha escalonada en la planta (acelga, tomate, pimiento, berenjena, melón, frutilla, espárrago, alcaucil)

### **Preparación para el mercado**

Si bien en nuestro país no se realizan tratamientos especiales en la escala que han alcanzado en otros países, existen procedimientos para lograr mejor presentación y conservación en lo que respecta a limpieza, clasificación y empaque.

Se utiliza el lavado y/o limpieza con cepillos para eliminar tierra, insectos y residuos de insecticidas fungicidas. En algunos casos, raíces y tubérculos pueden tratarse en tanques con agua que poseen desinfectantes, compuestos clorados en bajas dosis que eliminan bacterias, pero en baja concentración y sin efecto residual.

Después del lavado se realiza el secado para evitar desarrollo de hongos, utilizándose distintos tipos de equipos sobre la base de corrientes de aire caliente a gran velocidad. En papa se recomienda el secado rápido, para evitar el peligro de tizón tardío (Ph. infestans). No se recomienda el lavado en cebollas y melones; en estos productos se aplica la limpieza con cepillos.

No conviene lavar raíces ó tubérculos en caso de tener que almacenar por cierto tiempo. Es preferible realizar esta operación antes de su salida a la venta.

En algunas hortalizas, como papa, batata, cebolla y ajo, se practica el "curado" antes de almacenar, a fin de estimular la cicatrización ó suberización de los tejidos que pudieran estar lesionados y evitar la entrada de patógenos y posterior infección.

En batata se deben mantener las raíces en ambientes a 25- 30°C y 85- 90% de HR, por 4 a 7 días. En cebolla, se dejan secar los bulbos a 24- 27°C y 60- 70% de HR, por 14 días; también se puede hacer circular una corriente de aire a 40°C y 95% de HR durante 8- 12 horas. En papa, se mantienen a 20°C por 2 días, ó a 13- 15°C por 14 días, con 95% de HR.

En ciertos países se aplica a las hortalizas un tratamiento de cobertura en base a ceras, para reducir pérdidas de agua, darle cierto lustre a la superficie y mejorar su presentación comercial. Se utiliza cera carnauba, de abejas, parafina, y emulsionantes en proporciones variadas. También se les puede agregar a las ceras bactericidas ó inhibidores de la brotación

### **Envases**

Se utilizan distintos envases en forma, tamaño, composición, de acuerdo a la mercadería. Hay cajones livianos de madera, jaulas, bolsas de arpillera, plástico, tipo compacta ó rejilla, como también hortalizas que no vienen embaladas sino solamente atadas por cintas plásticas para uso en mercados locales.

Algunos ejemplos de envases utilizados para distintas hortalizas, son:

Lechuga, en jaulas de madera de 10 ó 12 kg; papa en bolsas de arpillera ó plástico de 50 kg.; batata en bolsas de 28 kg. ó 50 kg.; tomate y pimiento en cajones torito de 20 kg.; zanahoria en bolsas de plástico perforado de 12 kg., embaladas sin follaje; cebollas en bolsas rejillas de 22 kg.; chauchas en cajones toritos de 10 ó 12 kg.

## **POSCOSECHA**

Del mismo modo como la tecnología de cultivos tiene como objetivo aumentar los rendimientos por unidad de superficie, la tecnología de la poscosecha tiene por finalidad primordial disminuir las pérdidas que existen entre la cosecha y el consumo.

Las pérdidas que ocurren en los productos en la cosecha, manipuleo, almacenaje y distribución varían entre 5- 25 % en países desarrollados, y entre 20- 50% en países en desarrollo y la magnitud depende de cada producto en particular.

En países desarrollados se invierte una fracción importante del valor final del producto en su manejo poscosecha (preenfriado, encerado, embalaje, flete, refrigerado, etc.).

Las causas de las pérdidas poscosecha son diversas: en tomate, las mayores pérdidas se dan por sobre maduración; en chaucha, por daño mecánico; en papa, cebolla y repollo, decaimiento por enfermedades; en maíz dulce, la reducción de sólidos solubles. Del mismo modo, todas las especies están sujetas a la pérdida de agua por transpiración, lo que afecta la apariencia, textura y peso fresco del producto.

Mientras está en la planta, el órgano de consumo satisface sus necesidades de agua y nutrientes. Cuando se cosecha, depende de sus reservas: sigue respirando, transpirando y sujeto a cambios continuos en el metabolismo, que determinan la declinación de la calidad interna y externa.

La velocidad del deterioro depende del tipo de producto, de las condiciones de cultivo y de las condiciones en que es mantenido

Los cambios que ocurren en la poscosecha no pueden ser detenidos, pero sí demorados dentro de ciertos límites. La tecnología de poscosecha se basa fundamentalmente en el conocimiento de los factores ambientales y biológicos relacionados con este deterioro, así como en la aplicación de procedimientos que permitan demorar el proceso de senescencia, manteniendo la máxima calidad posible.

Dentro de los **FACTORES BIOLÓGICOS** se encuentran:

1. Respiración
2. Transpiración
3. Producción de hormonas específicas
4. Cambios en la composición química
5. Crecimiento poscosecha
6. Desorganización de los tejidos por patologías

Dentro de los FACTORES AMBIENTALES que influyen el deterioro, se encuentran:

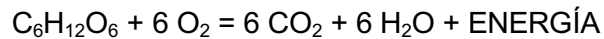
1. Temperatura
2. Humedad Relativa
3. La composición Atmosférica
4. La presencia de etileno

### FACTORES BIOLÓGICOS RELACIONADOS CON EL DETERIORO

#### RESPIRACIÓN

La respiración es un proceso oxidativo por el cual complejos sustratos almacenados en la célula se degradan a moléculas más simples, con la liberación de energía, la que es utilizada en las reacciones metabólicas necesarias para mantener la organización celular, la permeabilidad de las membranas, el transporte de metabolitos dentro de los tejidos.

La reacción simplificada de la respiración a partir de una molécula de glucosa es:



En esta simplificación del proceso respiratorio, hay puntos muy importantes:

- Las pérdidas de reservas almacenadas implican disminución del valor energético y alimenticio del producto. En algunos casos se producen cambios en las características organolépticas, como en el sabor por pérdida de azúcares. La pérdida de materia seca puede ser muy importante en aquellas hortalizas almacenadas por períodos largos, como el ajo y cebolla.
- El consumo de oxígeno y la liberación de dióxido de carbono en ambientes aislados, produce una modificación en las proporciones de estos gases, distintas a las de la atmósfera normal. Este principio se utiliza para disminuir el proceso respiratorio mediante el uso de “almacenaje en atmósferas controladas”.
- Aproximadamente un 58 % de la energía, se disipa como calor en el ambiente. La consideración de este calor vital es importante para diseñar la capacidad de los equipos de refrigeración y ventilación.

Las especies se clasifican de acuerdo a sus ritmos relativos de respiración:

#### Clasificación de las hortalizas en base a sus ritmos relativos de respiración ( mm CO<sub>2</sub>/kg\*hr a 5°C)

Clasificación	Rango de respiración	Hortalizas
Muy bajo	< 5	Papa, cebolla, ajo, nabo, rabanito, sandía, melón rocío de miel
Bajo	5- 10	Zanahoria, remolacha, apio, repollo, lechuga de cabeza, zapallito, pepino, melón cantaloupe, pimiento, tomate
Moderado	10- 20	Coliflor, puerro, lechuga de hoja, berenjena, poroto chaucha
Alto	20- 30	Alcaucil, repollito de bruselas, cebollas de verdeo, espinaca
Muy alto	> 30	Espárrago, brócoli, arveja, maíz dulce

- El ritmo respiratorio es un indicador de la actividad metabólica y varía según el órgano y el estado de madurez. Raíces, tubérculos y bulbos en general poseen bajo ritmo respiratorio. Los frutos cosechados inmaduros (poroto chaucha, maíz dulce) respiran más activamente que otros que son cosechados maduros. Los productos con tejidos meristemáticos ó florales como el espárrago y el brócoli, poseen muy alta tasa respiratoria.

No es constante en especies que son almacenadas durante largos períodos, sino que tiende a aumentar a medida que se va perdiendo la dormición y se inicia el proceso de brotación (como en ajo y cebolla).

- Cuanta mayor respiración tiene un producto, es mayor el consumo de reservas y la calidad decae más rápidamente. Dentro del rango fisiológico de temperatura (entre 0- 40°C), el ritmo respiratorio aumenta 2 a 3 veces por cada 10°C de temperatura (Ley de Van't Hoff). A este valor se lo llama

$$Q_{10} = R_2/R_1 \text{ constante para cada } 10^\circ \text{ C}$$

donde  $R_1$  = ritmo respiratorio a  $T_1$  y  $R_2$  = ritmo respiratorio a  $T_1 + 10^\circ \text{C}$

Lo opuesto también es cierto, y la respiración disminuye en la misma proporción por cada disminución de 10 °C.

En los procesos biológicos, el  $Q_{10}$  no es constante, sino que disminuye a medida que aumenta la temperatura.

Entre 0 - 10°C	$Q_{10} = 2,5 \text{ a } 3,0$
10 - 20°C	$Q_{10} = 2,0 \text{ a } 2,5$
20 - 30°C	$Q_{10} = 2$
30 - 40°C	$Q_{10} = \text{menos de } 2$

Cualquiera sea el  $Q_{10}$  para una reacción en el funcionamiento biológico, es obvio que la disminución de la temperatura hará disminuir su tasa, exceptuando algunos casos puntuales. Por lo tanto, una de las herramientas principales para disminuir el deterioro de los productos frescos es reducir la temperatura dentro de los límites tolerables por cada especie.

#### Efecto de la temperatura sobre la tasa respiratoria (mg de CO<sub>2</sub>/kg.h) en algunas hortalizas cosechadas.

Especie	0°C	10°C	20°C
Alcaucil	30	76	118
Cebolla	3	7	16
Espárrago	44	197	387
Melón Honey Dew	Xx	9	24
Poroto	20	58	130

#### Durabilidad teórica de estas hortalizas a diferentes temperaturas

Especie	0°C	10°C	20°C
Alcaucil	28	11	5
Cebolla	278	119	52
Espárrago	19	5	2
Melón Honey Dew	Xx	92	35
Poroto	42	14	6

- La tasa respiratoria de un fruto cambia durante el proceso de desarrollo: cuando es inmaduro, en plena división celular, es mayor; va disminuyendo a medida

que aumenta de tamaño y es mínimo a la madurez fisiológica. Muchas frutas y hortalizas de origen tropical muestran un rápido incremento en la respiración luego de la madurez fisiológica, en el comienzo de la madurez comercial; este proceso está caracterizado por la producción de etileno por parte de los tejidos, por los cambios de color, ablandamiento, desarrollo de sabor y aroma. Estos frutos se han denominado climatéricos. El tomate, la sandía y algunos melones se denominan "climatéricos". Aquellos que no muestran ese patrón se llaman "no climatéricos", como la berenjena, el pimiento, arvejas.

## TRANSPIRACIÓN

Es uno de los principales procesos que afecta el deterioro comercial y fisiológico de las hortalizas. El efecto más importante es la pérdida de peso, ya que la mayoría posee entre el 85 y 95 % de agua. Esta desecación afecta la apariencia, la textura, el PH y el sabor.

Si se pierde entre 0- 5% no se advierte en forma significativa; entre 5- 10% hay una marchitez evidente y entre 10 y 15 %, marchitez severa. En tomate, la pérdida máxima permisible es del 7%, mientras que en cebolla y ajo, es del 10%. En hortalizas de hoja, la falta de agua influencia fuertemente el proceso de senescencia.

El vapor de agua del aire ejerce una presión, presión de vapor de agua, que aumenta a medida que aumenta la cantidad de agua y la temperatura del aire. Para una cantidad determinada de agua en el aire, depende únicamente de la temperatura. La humedad relativa (HR) es el parámetro más usado para expresar la cantidad de agua presente en el aire.

Al igual que otros gases, el vapor de agua se mueve desde una zona de alta presión a zonas de baja presión. En los espacios intercelulares de un órgano vegetal, el aire se encuentra muy próximo a la saturación (99- 99,5 % HR), de modo que su presión de vapor está determinada únicamente por la temperatura. Esto indica que **salvo que el producto esté rodeado de aire a iguales condiciones de temperatura y humedad, siempre existirá transpiración.**

Del mismo modo, la capacidad del aire para contener humedad aumenta con la temperatura. Por ejemplo, una masa de aire a 90% de HR y 10°C tiene más agua que otra de igual volumen, a 90% de HR y 0°C.

En un ambiente a 10°C y 100% de humedad, si colocamos una hortaliza a la misma temperatura y HR, no transpirará, pero si el órgano en cuestión tiene mayor temperatura, ó el aire del ambiente menor HR, existirá transpiración.

De lo analizado, se concluye que la pérdida de agua de las hortalizas durante la poscosecha, se reduce disminuyendo la diferencia entre la presión de vapor de aire en los tejidos y aquella del aire del ambiente de almacenamiento.

Hay distintos métodos para disminuir la transpiración en hortalizas almacenadas:

- El déficit de la presión de vapor entre el producto y el medio ambiente se reduce mediante el **preenfriado** de las hortalizas a una temperatura próxima a la del almacenaje, y con el aumento de la humedad relativa del aire. Casi todos los productos hortícolas se almacenan en ambientes a 90- 100% HR. Son excepciones a esta regla, ajo y cebolla, en las que HR mayores a 65- 70%, estimulan la producción de raíces y se agrava la incidencia de enfermedades de pos-cosecha.
- El empaque en **films plásticos** es ampliamente usados en aquellas hortalizas con alta tasa respiratoria. Mediante esta técnica, se aísla el producto de los movimientos de aire y se crea un microclima de alta HR que disminuye las pérdidas por transpiración.
- El encerado es otra práctica muy usada para reducir las pérdidas por transpiración, restituyendo la cerosidad natural que ha sido removida por los lavados y cepillados realizados en el galpón de empaque.



No en todos los casos, la transpiración es indeseable. El “curado” en el ajo y cebolla es un proceso de pérdida de humedad (5- 10%) posterior a la cosecha y previo a su almacenaje. Se considera que el bulbo está curado cuando el cuello está perfectamente cerrado y las catáfilas externas están secas.

### PRODUCCIÓN DE ETILENO

El etileno es una fitohormona que regula muchos aspectos del crecimiento, desarrollo y senescencia de los tejidos. La síntesis y acción del etileno ha sido ampliamente investigada por su importancia en la tecnología de pos-cosecha. Actualmente, se acepta que el etileno se asocia a un receptor formando un complejo que desencadena la reacción primaria de una serie de reacciones en cadena, que dan lugar a una amplia variedad de respuestas fisiológicas.

Puede ser sintetizado por la planta ó suministrado externamente.

Se induce en ciertos estados del desarrollo, como la germinación, la maduración de los frutos, la senescencia y abscisión de flores y hojas, determinados estreses como el daño físico, daño por frío ó sequía y por el tratamiento con auxinas. Se inhibe por altas concentraciones de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), altas temperaturas y bajas concentraciones de oxígeno.

Si se suministra en forma exógena como gas, puede ser como etanol ó a partir del ethephon, un regulador del crecimiento utilizado en una variedad de cultivos para producir distintas reacciones fisiológicas, entre ellas, inducir la maduración de los frutos.

Todos los frutos producen etileno durante su desarrollo. Los climatéricos se diferencian de los no climatéricos en la intensidad de la producción de etileno, antes del pico respiratorio. Asimismo, ante exposiciones a etileno externo, los frutos no climatéricos aumentan su ritmo respiratorio, pero cuando se remueve el gas, éste vuelve a su ritmo normal; en los frutos climatéricos fisiológicamente maduros, la exposición al etileno desencadena el proceso de maduración.

El etileno se utiliza para acelerar la maduración de los frutos. Las concentraciones a las cuales los tejidos son susceptibles, así como el tiempo de exposición necesario varían con la especie considerada, pero en general, las condiciones ideales son:

18 – 20° C de temperatura, 90- 95 % de HR, 10- 100 ppm de etileno, durante 24 a 72 horas, dependiendo del tipo de fruto y del estado de madurez.

La circulación de aire y ventilación son necesarios par evitar la acumulación de CO<sub>2</sub>, que reduce la efectividad del etileno.

Cuando especies productoras y sensibles al etileno son colocadas dentro del mismo ambiente, en las últimas se pueden producir cambios no deseables: aceleración de senescencia, pérdida de color verde en frutos y hortalizas de hojas, formación de manchas necróticas en lechuga, brotación en papa, formación de principios amargos en zanahoria, endurecimiento del espárrago, etc.

### Clasificación de hortalizas de acuerdo a su tasa de producción de etileno

Clase	Rango a 20°C ( l C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /kg.hr)	Especies
Muy baja	< 0,1	Espárrago, coliflor, hortalizas de hoja, hortalizas de raíz, papa
Baja	0,1- 1,0	Pepino, berenjena, pimiento, sandía
Moderada	1,0- 10,0	Melón Honey Dew, tomate
Alta	10,0- 100,0	Melón Cantaloupe

Fuente: Kader et al., 1985

## **CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN DEL PRODUCTO**

Algunos de los cambios que se producen luego de la cosecha, son consecuencia de aquellos que se inician en la planta; otros en cambio, son específicos de la poscosecha.

Los siguientes cambios pueden continuar después de cosecha y pueden ser deseables ó indeseables

- Pérdida de clorofila (deseable en frutos pero no en hortalizas)
- Desarrollo de carotenoides (colores amarillo y naranja) deseable en frutos como citrus; color rojo en tomate debido al licopeno; beta-caroteno (provitamina A) es muy importante en la calidad nutricional
- Cambios en antocianinas y otros compuestos fenólicos; puede resultar en tejidos amarronados, lo que es indeseable desde el punto de vista de la apariencia.
- Cambios en carbohidratos:
  - a) conversión de almidón a azúcar (indeseable en papa, deseable en frutos)
  - b) conversión de azúcar a almidón (indeseable en chauchas y maíz dulce)
  - c) conversión de almidón y azúcares a CO<sub>2</sub> y agua a través de la respiración.
- Descomposición de pectinas y polisacáridos estructurales resulta en ablandamiento de los tejidos y aumento de susceptibilidad a daños mecánicos.
- Aumento de ligninas produce endurecimiento en espárrago y hortalizas de raíz.
- Cambios en ácidos orgánicos, proteínas, aminoácidos, pueden influir en el sabor.
- Pérdidas en el contenido de Vitaminas, especialmente vitamina C es negativa para la calidad nutricional.
- Producción de aceites volátiles asociados con la maduración de los frutos.

## **CRECIMIENTO Y DESARROLLO**

Según sean las condiciones del almacenamiento, los tejidos en pleno crecimiento, como turiones de espárrago, pueden continuar su desarrollo: los tejidos se lignifican y aumentan los niveles de clorofila, desmejorando la calidad comercial.

En hortalizas que poseen dormición, la inhibición de la misma desaparece lentamente en el almacenaje. La brotación en bulbos, tubérculos y raíces almacenadas, no sólo acelera el deterioro, sino que determina el fin de la vida útil del producto.

En almacenamiento, cebolla y ajo presentan los estadios de descanso, dormición y brotación.

El período de descanso se da inmediatamente después de la cosecha; la actividad fisiológica es prácticamente nula y no hay respuestas a las condiciones ambientales. Esta condición desaparece gradualmente durante el período de almacenaje. Durante la dormición, el bulbo reinicia el crecimiento si las condiciones ambientales son favorables. La brotación es el crecimiento y elongación de los primordios de hojas presentes en el bulbo en el momento de cosecha: el proceso comienza varias semanas antes de hacerse visible en el exterior de los bulbos. En ajo y cebolla, el objetivo fundamental del almacenamiento es extender el período de dormición.

La brotación está muy influenciada por la temperatura, mientras que la emisión de raíces responde más a aumentos en la HR.

Para suprimir la brotación en ajo, cebolla y otras especies almacenadas, se utiliza hidracida maleica e irradiación.

La hidracida maleica se aplica a campo, poco antes de la cosecha y no afecta a las cualidades organolépticas del producto. La preservación de alimentos por medio de radiaciones ionizantes, no solo inhibe la brotación sino que además controla a los insectos presentes en el producto.

### **DESORGANIZACIÓN DE LOS TEJIDOS POR RAZONES PATOLÓGICAS**

Las pérdidas de pos-cosecha debido a microorganismos pueden ser muy severas, particularmente en climas cálidos con alta humedad relativa. Los frutos en descomposición pueden contaminar ó desmerecer al resto de los frutos sanos. En estas condiciones, se intensifica la producción de etileno y se acelera el ritmo de deterioro.

- La mayoría de los hongos y bacterias que atacan frutas y verduras en pos-cosecha son patógenos débiles y solamente invaden los tejidos a través de heridas. El manipuleo pos-cosecha causa lesiones en los productos y proporciona innumerables vías de entrada.
- Algunos microorganismos penetran la epidermis y abren camino para un amplio espectro de patógenos débiles, que magnifican el daño causado por los primeros.
- Los frutos inmaduros son más resistentes al ataque de patógenos y las defensas se debilitan durante la maduración; sin embargo, es posible que la infección tenga lugar cuando el fruto es inmaduro y se manifieste posteriormente cuando las defensas se debilitan.
- El control de las enfermedades pos-cosecha comienza en el campo: un buen programa sanitario disminuye la fuente de inóculo y los riesgos de enfermedades después de la cosecha. Un adecuado manipuleo en las operaciones de cosecha y empaque disminuye los daños físicos que pueden servir como vía de entrada a los microorganismos.
- La temperatura es la principal herramienta para controlar las enfermedades pos-cosecha, ya que a medida que disminuye la temperatura, disminuye la actividad metabólica del patógeno. El control de la HR, así como las atmósferas controladas son también útiles para disminuir la incidencia de las patologías.

### **EFFECTO DE FACTORES AMBIENTALES EN POS-COSECHA**

#### **TEMPERATURA**

El control de la temperatura es una de las principales herramientas para reducir el deterioro de pos-cosecha. Las bajas temperaturas disminuyen la actividad de enzimas y microorganismos responsables del deterioro; reducen el ritmo respiratorio; retardan la maduración y reducen el déficit de presión de vapor entre el producto y el medio ambiente, disminuyendo la pérdida de agua por transpiración. La suma de todos estos factores asegura la conservación de la frescura del producto, así como la calidad y el valor nutritivo.

En post-cosecha las plantas u órganos vegetales almacenados presentan distintos tipos de problemas por efecto de la temperatura.

- Daños por congelamiento. Es el fenómeno físico generado por la exposición de un producto a temperaturas que causan la formación de hielo en el mismo. El resultado final de cristalización del agua es la desintegración y muerte celular. Este daño es poco habitual pero a veces ocurre por mal funcionamiento de los equipos de refrigeración. Las especies se congelan a temperaturas levemente diferentes; a pesar de esas diferencias las recomendaciones prácticas para el almacenamiento de especies

que permiten usar bajas temperaturas siempre es 0°C como mínimo para evitar congelamiento por accidentes operacionales.

- Daños por enfriamiento. Es la expresión visual resultante de una disfunción fisiológica de productos expuestos a temperaturas bajas, pero por encima del punto de congelación.

Este problema constituye el motivo fundamental por el cual no se puede hacer una recomendación generalizada de temperaturas de almacenamiento para los productos hortícolas. La susceptibilidad al daño por enfriamiento depende de varios factores, entre ellos:

Especie, variedad y cultivar.

Estado de desarrollo del producto (a mayor madurez, mayor daños por enfriamiento).

Temperatura (a menor temperatura, mayor daño por enfriamiento).

Período de exposición (a mayor tiempo, mayor daño).

Hay que tener presente que la exposición a temperaturas inductoras de daño por enfriamiento en pre-cosecha parece tener un efecto aditivo con exposiciones a bajas temperaturas en poscosecha.

En el siguiente cuadro, se clasifican a algunas hortalizas de acuerdo a su sensibilidad a las bajas temperaturas:

<b>Sensibilidad al frío</b>	
<b>Especies no sensibles</b>	<b>Especies sensibles</b>
Frutilla	Pepino
Espárrago	Berenjena
Alcaucil	Melón
Acelga	Pimiento
Brócoli	Papa
Repollito Bruselas	Calabaza
Repollo	Zapallito
Zanahoria	Batata
Coliflor	Tomate
Apio	Sandía
Maíz dulce	
Ajo	
Lechuga	
Cebolla	
Arveja	
Rabanito	
Espinaca	
Nabo	

- Daño por altas temperaturas. Este tipo de daño es inexistente en condiciones normales de post-cosecha, sólo se presenta en condiciones de calentamiento por fallas de enfriado o de los equipos de mantenimiento y sus resultados suelen ser totalmente destructivos.

### **Preenfriado de frutas y hortalizas**

Se entiende por preenfriado ó “precooling” al proceso mediante el cual se reduce rápidamente la temperatura “de campo” del producto recién cosechado y previo a su procesamiento industrial, almacenamiento ó transporte refrigerado.

Las cámaras frigoríficas o vehículos refrigerados usados para la conservación y transporte están diseñados para mantener baja la temperatura del producto, pero no poseen capacidad para extraer rápidamente la temperatura de campo. Por lo tanto, para el preenfriado se requiere de instalaciones especiales.

Los distintos métodos de preenfriamiento pueden agruparse de la siguiente manera:

1. Por aire frío      a. En cámara  
                            b. Aire forzado
2. Por agua fría ó Hidroenfriado
3. Por contacto con hielo
4. Por la evaporación del agua del producto      a. Evaporativo  
  b. Por vacío

Cada uno de los sistemas posee sus ventajas y desventajas y los productos vegetales pueden ser enfriados por más de un método. La rapidez del enfriado depende de cuatro factores:

- de la accesibilidad del producto al medio refrigerante
- de la diferencia de temperatura entre el producto y el medio refrigerante
- de la velocidad del medio refrigerante
- del tipo de medio refrigerante

### **Descripción de los distintos sistemas de preenfriado**

#### **Por aire frío en cámara**

Es un método común, donde el producto es expuesto al aire frío circulante de una cámara refrigerada. La circulación del aire debe ser de 60 metros por minuto como mínimo para un adecuado enfriado.

Ventajas: simpleza del diseño; simpleza de la operación; capacidad de enfriar y almacenar el producto en el mismo sitio.

Desventajas: se puede usar sólo en especies que permiten una remoción lenta del calor (18 - 24 h como mínimo).

Ejemplos de hortalizas que se adaptan a este sistema: ajo, cebolla, papa.

#### **Por aire forzado**

Es un sistema semejante al anterior, donde el aire es forzado a través de cada unidad del producto, a través de un gradiente de presión.

Ventajas: es una buena alternativa para productos que requieren una rápida remoción del calor; es útil para productos que NO pueden ser enfriados por vacío, ni humedecidos, ni toleran el cloro que se agrega al agua del hidro-enfriado; el tiempo de enfriado es menor, comparándolo con el enfriamiento en cámara.

Desventajas; es lento comparándolo con el hidroenfriado.

Ejemplos: tomate, pimiento.

#### **Hidro-enfriado**

En este método es el agua el medio refrigerante. La mayor capacidad del agua para extraer el calor hace que sea un método más rápido que el enfriado por aire.

Se puede realizar por inmersión o por aspersión.

El agua generalmente se clora. El propósito del clorado es destruir las bacterias y los hongos presentes en el agua, y los que se agregan de los productos, así como los transportados sobre la superficie del producto.

En solución acuosa el cloro existe en forma de ácido hipocloroso, como ión hipoclorito (ClO), o como una mezcla de ambos. En soluciones ácidas predomina el ácido hipocloroso, mientras que en las alcalinas predomina el ClO. Debido a que la acción

germicida se debe a la acción del ácido hipocloroso (50 a 80 veces más potente), el PH de la solución influye en la acción desinfectante. Se recomienda mantener el PH de la solución entre 6 y 7,5.

Desventaja: no todos los productos se adaptan a este método, ya que deben tolerar el remojo, el cloro y no estar sujetos a la entrada de agua dentro del fruto.

Ejemplos: tomate, espárragos, hortalizas de hoja.

### **Por contacto con hielo**

Es uno de los métodos más antiguos para bajar la temperatura del producto que viene del campo. Está limitado a aquellas hortalizas que toleran el contacto con el hielo.

Una modificación es el uso del agua-hielo (40% de agua + 60% de hielo + 0,1% de sal), esta mezcla es inyectada dentro del cajón que contiene el producto, formando un gran bloque de hielo.

Desventajas: aumenta el peso del producto; se incrementan los costos de transporte; a medida que el hielo se derrite moja depósitos y contenedores (se minimiza si se usa hielo seco).

### **Evaporativo.**

Es uno de los métodos más simples de preenfriado y consiste en forzar la circulación del aire seco a través del producto que es mantenido húmedo. La evaporación del agua superficial extrae el calor del producto.

Ventaja: es un método de bajos requerimientos energéticos.

Desventaja: es útil sólo en áreas de muy baja humedad relativa del ambiente

### **Por vacío**

Se basa en el mismo principio que el anterior, con la diferencia que se realiza a presiones muy bajas, en contenedores sellados y aptos para soportar las diferencias de presión con el medio ambiente.

El agua se evapora a 100°C a una presión de 760 mm de Hg, pero si la presión es reducida a 5 mm de Hg, la evaporación se produce a 1°C, y extrae el calor del producto. Bajo estas condiciones se pierde 1% de peso fresco por cada 5°C de reducción de la temperatura.

En sistemas más modernos la pérdida de peso fresco se controla mediante aspersores internos que se ponen en funcionamiento en respuesta a la disminución de la presión.

Es un método utilizado en hortalizas de hoja, debido a la gran superficie evaporante en relación con el volumen.

## **HUMEDAD RELATIVA**

La pérdida de agua en hortalizas depende del déficit de las presiones de vapor entre el producto y el medio ambiente.

La humedad relativa no solo influye sobre la pérdida de agua, sino también sobre la actividad de los patógenos sobre el producto almacenado.

Para incrementar la humedad relativa dentro del almacenaje no refrigerado se humedece el piso o se instalan humidificadores.

Para mantener humedades relativas altas en las instalaciones refrigeradas mecánicamente la diferencia entre la temperatura del evaporador y la del ambiente refrigerado debe ser mínima. Si esta diferencia es grande, el evaporador ejerce una

acción desecante del ambiente, pues toda la humedad que excede el punto de rocío a esa temperatura se condensará sobre la superficie del evaporador.

## **ATMÓSFERAS CONTROLADAS O MODIFICADAS**

La composición normal de la atmósfera a nivel del mar es de un 78% de Nitrógeno, un 21% de Oxígeno y un 0,02 - 0,03 % de CO<sub>2</sub>.

Una atmósfera “controlada” ó “modificada” es cuando la composición gaseosa donde el producto se encuentra almacenado es diferente a la normal.

En una **atmósfera controlada** se mantiene exactamente la composición gaseosa deseada y se usa con productos que permiten una almacenaje muy largo en instalaciones fijas.

En cambio las **atmósferas modificadas** se crean en recipientes que tienen una permeabilidad diferencial a los gases (films) y por períodos cortos de tiempo. La composición gaseosa no es controlada con exactitud.

La creación de atmósferas diferentes a la convencional mediante la reducción de la concentración de oxígeno y el aumento del nivel de CO<sub>2</sub> se realiza con el objetivo de disminuir el ritmo respiratorio.

Las combinaciones más frecuentes son 2 - 5 % de Oxígeno y 3 - 10 % de CO<sub>2</sub>.

Las principales ventajas de este tipo de almacenaje son:

- Se extiende el período de conservación
- Se preserva la calidad del producto
- Al controlar la humedad relativa, se previenen pérdidas por transpiración del producto almacenado

Las **atmósferas controladas** producen un retardo en los cambios bioquímicos y fisiológicos relacionados con la senescencia, fundamentalmente el ritmo respiratorio, los cambios en la composición del producto, el ablandamiento del producto. En algunos casos, reducen la sensibilidad del producto al etileno, y en otros, al daño por frío. Asimismo, disminuyen la severidad del ataque de patógenos.

El uso de las **atmósferas modificadas** en films plásticos se ha expandido considerablemente. Las principales ventajas son: su bajo costo y que el producto se mantiene en esa atmósfera hasta que llega al consumidor.

Cada tipo de film difiere en su permeabilidad a los gases. En general las películas son más permeables al CO<sub>2</sub> que al O<sub>2</sub>, de manera que la tasa de acumulación del primero es mayor que la del agotamiento del segundo. La atmósfera que rodea al producto almacenado depende de su tasa respiratoria, de la composición de la mezcla gaseosa adicionada y de la temperatura del almacenamiento. Este último aspecto es crítico, ya que a temperaturas altas se incrementa la tasa respiratoria, y se pueden crear composiciones gaseosas no deseadas.

### **Grupos de compatibilidad de hortalizas para el transporte ó almacenaje**

Cuando los productos hortícolas son transportados o almacenados en cargas mixtas, deben tenerse en cuenta las compatibilidades en lo que se refiere a las temperaturas, producción y sensibilidad a determinadas sustancias, producción y absorción de olores y la humedad del ambiente.

Para períodos de tránsito o almacenamiento de un día o más se deberían tener en cuenta los siguientes grupos de compatibilidad para evitar la carga de productos que puedan perjudicarse entre sí.

Grupos	Hortalizas compatibles	Temperatura	Humedad del ambiente	Observaciones
A	Alcaucil, apio, berro, brócoli, coliflor, endibia, escarola, espárrago, espinaca, lechuga, perejil, repollo, zanahoria.	0°C - 2°C	95-100%	Muchos de estos productos producen etileno
B	Ajo y cebolla	0°C - 2°C	65-75%	Se dañan por la humedad
C	Berenjena, zapallito, papa, pepino, pimienta	10°C	85-90%	Sensibles al etileno y al daño por enfriamiento
D	Palta, zapallito, tomate	13°C - 15°C	85-90%	Producen etileno y son sensibles al daño por enfriamiento

Fuente: Mercado Central de Buenos Aires

#### BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Cantos, S. 1998. Cátedra de Horticultura. Apuntes y Transparencias del Curso de Horticultura - Fac. de Cs. Agrarias- U.N.M.P.
- [http://www.sagpya.mecon.gov.ar/0-3/calidad/guias/hortalizas/Guia\\_hortalizas.htm](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/0-3/calidad/guias/hortalizas/Guia_hortalizas.htm)
- Kader, A.A.; R. F. Kasmire; F.G. Mitchell; M.S. Reid; N.F. Sommer and J.F. Thompson. 1985. Postharvest technology of horticultural crops. Univ. Of Calif. Special Publ. 3311. 192 p.
- Lopez Camelo, A. 1991. Curso: Principios Básicos de la postcosecha de frutas y hortalizas con especial énfasis en ajo, cebolla y tomate. EEA Balcarce- INTA. 95 p.
- Ploper, J. 1997. Cosecha y Pos-Cosecha. Apuntes de Cátedra. UNT- F.A. y Z. 9 p.
- Ron W.; B. Mc. Glasson; D. Graham and D. Joyce. 1998. Postharvest. An Introduction to the Physiology & Handling of fruit, vegetables & Ornamentals. 4<sup>th</sup>. Edition. Ed. UNSW PRESS. 262 p.
- Sangiacomo, M. A. Manejo de Cosecha y Poscosecha. Horticultura, Dpto. de Tecnología, Universidad Nacional de Luján. 20 p.