

GUIA DIDÁCTICA: PRODUCTO HORTICOLA Y FLORÍCOLA

Año 2020

Ing. Agr. Susana B. Gamboa. Revisado en 2017 por Ing. Agr. Victoria Fernández Acevedo. Revisado y ampliado en 2019 por Ing. Agr. Andrés Nico.

Objetivos específicos:

1. Caracterizar el producto hortícola y florícola desde el consumo y desde sus variantes morfológicas.
2. Interpretar la relación entre los estados de madurez y el momento de cosecha.
3. Identificar los factores del producto que influyen en su deterioro luego de la cosecha.

1.1. Introducción

En el ámbito de la horticultura y la floricultura se conoce con el nombre de **producto** al artículo final derivado del proceso de cultivo y ofrecido a la venta, ya sea como insumo intermedio de instancias posteriores en la cadena agrícola o agroindustrial o bien como género destinado al consumo.

En este sentido cabe clasificar al producto hortícola y florícola en tres categorías:

- 1) **Productos de consumo final:** se entiende como tal todo artículo derivado al mercado para ser adquirido por los consumidores en el estado en que se presenta de forma natural, con transformaciones mínimas que solo tienen por objeto atender a las necesidades logísticas de almacenamiento, conservación y transporte. En todos los casos se trata de productos vivos, que mantienen con mayor o menor actividad los procesos fisiológicos inherentes a esa condición y conservan la integridad de sus células, tejidos, membranas y sistemas enzimáticos. Incluimos en este grupo, en el caso de la horticultura, a todas las verduras frescas no transformadas. Los productos de consumo final de la floricultura presentan una naturaleza más compleja que los productos hortícolas, ya que en ciertos casos incluyen elementos suplementarios a la porción vegetal. El producto de la obtención de flores de corte es la “vara”, que incluye la flor propiamente dicha, el tallo que la sostiene y normalmente algunas hojas insertas en el mismo. El producto “plantín estacional” incluye el plantín propiamente dicho, el sustrato que constituye su cepellón o pan de tierra y un contenedor

flexible descartable (habitualmente maceta de polietileno “soplado”). El producto “planta ornamental” incluye la planta propiamente dicha, el sustrato que le otorga sustento y un contenedor rígido, más o menos permanente y con cierto atractivo visual. Un caso particular es el de los productos de propagación que se destinan al consumo final (v. g., semillas de hortalizas o flores para jardines particulares o huertas familiares, bulbos de plantas florales para aficionados, etc.).



Figura 1: Varas de Clavelina Japonesa



Figura 2: Verduras frescas



Figura 3: Plantin estacional en maceta soplada descartable



Figura 4: Planta ornamental destinada a ser colocada en interior

- 2) **Productos insumo de otros productores hortoflorícolas:** se incluyen en este grupo artículos producidos por determinados actores de la cadena hortoflorícola destinados a ser empleados como insumo de otros productores de la misma cadena. En general se trata de material de propagación, ya sea de naturaleza sexual o agámica. Se incluyen en este grupo la **semilla hortícola de cualquier clase**, el material agámico de propagación (v.g. papa semilla, bulbos, etc.), los plantines utilizados en la iniciación de cualquier cultivo hortícola o florícola, etc.

- 3) **Productos insumo de agroindustrias:** entran en esta categoría las hortalizas que el productor entrega a la industria para su transformación. Esta producción normalmente no queda librada a las pujas de un mercado que reúne a la demanda y la oferta si no que se efectúa siguiendo las pautas de un acuerdo previo o “contrato” que se establece entre el productor y la industria y donde quedan determinados, entre otros, el material vegetal, cantidades a entregar, estándares de calidad, bonificaciones, penalizaciones, etc.
- 4) **Productos finales de las agroindustrias:** se incluyen aquí todas las hortalizas transformadas por algún tipo de proceso industrial. Normalmente se trata de procesos que inactivan los complejos enzimáticos de los tejidos y detienen la marcha de los procesos fisiológicos normales, con lo que estos productos no presentan la condición de “producto vivo” descripta para la primera categoría. Habitualmente, por otro lado, el proceso agroindustrial dota a la hortaliza de condiciones de conservación destinadas a que las mismas pierdan su carácter de perecederas.

Al producto hortícola se le reconocen una serie de “**atributos**”, vale decir, cualidades o parámetros pasibles de ser medidos de acuerdo a estándares objetivos o subjetivos que hagan posible una valoración del producto.

Los atributos de carácter físico-químico definen condiciones vinculadas a lo que normalmente se denomina “**calidad**”, **entendiendo como tal la capacidad del producto de otorgar satisfacción al consumidor**. Esta satisfacción normalmente se vincula a condiciones organolépticas como presencia externa, olor, sabor, textura o consistencia, pero también incluyen aspectos vinculados a la conservación, la reducción del descarte, etc. Los atributos físicos vinculados a la calidad son múltiples y varían a menudo de acuerdo al artículo que se considere.

Entre ellos pueden mencionarse color, forma, tamaño, densidad, concentración de diferentes sustancias, ausencia de defectos, etc. A menudo las agroindustrias requieren la valoración de atributos de calidad propios que tienen como propósito mejorar el rendimiento del proceso (v.g. contenido de materia seca, adecuación de las formas de la hortaliza a los requerimientos de la maquinaria, etc.).

La definición de los atributos, sus parámetros y la conformación de escalas permite la “**tipificación**”, vale decir el encuadramiento del producto en categorías de calidad preestablecidas. La tipificación otorga múltiples ventajas en la logística y la

comercialización, tales como la posibilidad de compra-venta o establecimiento de precios sin presencia física de la mercadería.

Existen, por otra parte, una serie de características vinculadas a la valoración del producto que resultan de difícil o imposible cuantificación mediante parámetros físico-químicos. A menudo se incluyen éstas características dentro del conjunto de atributos calificados como “intangibles”. La constatación de estos atributos a menudo requiere la certificación del proceso de producción desde el comienzo hasta el final por parte de organismos de reconocida imparcialidad.

Estos atributos normalmente responden a la satisfacción de consumidores concientizados y responsables que demandan del producto no solo la adecuación a estándares de calidad organoléptica, sino también la garantía de que durante su elaboración se promovieron valores tales como el bienestar de los trabajadores, la justa retribución de sus tareas, la reducción del impacto ambiental a la mínima expresión, la promoción del desarrollo local en una región particular o la conservación de procesos tradicionales de producción o saberes ancestrales. A fin de que el consumidor que así lo desee pueda reconocer en un producto la presencia de este atributo intangible se otorgan “**sellos de calidad**”, vale decir, etiquetas que certifican la adecuación del proceso a las normas exigidas.



Figura 3: Sellos de calidad orgánica mundiales.

Diferentes “sellos de calidad” tales como “orgánico”, “certificado”, “producido bajo normas BPA”, “denominación de origen protegida”, etc., apuntan a certificar la presencia de diferentes atributos intangibles demandados por los consumidores. Un atributo que se impone cada día más a los productos hortícolas frescos es la “inocuidad”. Se entiende como tal la garantía de que el consumo de los mismos no desembocará de manera mediata o inmediata en perjuicios para la salud, derivados ya sea de la presencia de sustancias químicas tóxicas (normalmente agroquímicos) o de propágulos

de microorganismos infecciosos. La inocuidad puede garantizarse parcialmente mediante la certificación del proceso, pero normalmente exige además el análisis en laboratorio de muestras aleatorias.

1.1.2. Clasificación de los productos hortícolas

Tal como señalamos previamente los productos hortícolas admiten diferentes tipos de transformaciones, que varían entre el acondicionamiento mínimo de limpieza que se otorga a los productos frescos y el grado total de elaboración que se presenta en las conservas. La adopción de diferentes tecnologías de elaboración permite la clasificación en “gammas”, que expresan en su progresión numérica el orden cronológico o histórico en que fueron apareciendo.

Primera Gamma: Se refiere al producto fresco, solo sometido a procesos mínimos de acondicionamiento y limpieza a nivel de finca. Suelen ser productos altamente perecederos

Segunda Gamma: Son productos sometidos a tratamientos térmicos (appertización, escaldado) que inactivan las enzimas presentes en los tejidos y anulan los propágulos microbiológicos presentes, con el fin de alargar su vida útil. Son envasados en recipientes herméticos (vidrio o lata). Es el producto en conserva.

Tercera Gamma: Son productos conservados por congelación en fresco. Requieren una cocción para su consumo.



*Figura 4: Alcauciles en conserva.
Producto II Gama*



*Figura 5: Arvejas congeladas. Producto
III Gama*

Cuarta Gamma: Comprenden productos lavados y cortados, listo para su consumo en fresco. Tienen una vida útil reducida, de 10 a 14 días. Y dado que son productos cortados, donde los tejidos presentan roturas, se aumenta su respiración y posibilidad de deterioro, por ello deben conservarse en frío.

Incluyen productos como lechuga y repollo cortado en tiras, espinaca lavada, coliflor y brócoli crudos cortados, mezclas de ensaladas, cebollas cortadas en dados, bandejas de hortalizas frescas preparadas para cocinar en microondas.

La forma de presentación tradicional es en bandejas o envases de plástico.

Ventajas de los productos de la IV Gamma:

- Reducción del tiempo de preparación de las comidas.
- Calidad uniforme y constante.
- Facilidad de acceso a productos saludables.



as varias.
gama IV

Figura 7: Productos IV gama. España.

Quinta Gamma: Son productos limpios, cortados y cocidos listo para comer. Las hortalizas cocidas son mantenidas en cadena de frío y/o en envases cerrados al vacío. Iriarte (1994) las define como el producto cocido bajo vacío o como la cocción de alimentos herméticamente cerrados



Figura 9: Verduras cocidas, Producto gama V

al vacío en materiales plásticos multilaminares. En otras ocasiones se conservan en atmósfera modificada (ver más adelante), para reducir el oxígeno y aumentar su vida útil.



Figura 8: Pimientos asados envasados. Producto gama V.

La temperatura de conservación de los productos V gamma es de 2-4 °C y los tiempos de conservación varían entre 1 y 6 semanas y en las congeladas llega a 6 meses.

2. El proceso de deterioro en el producto hortícola

En reglas generales podemos decir que el producto hortícola encuentra su máximo punto de calidad al momento de salir de la finca del productor. A partir de ese momento se desencadenan determinados procesos que la alteran y menoscaban en mayor o menor medida. Es responsabilidad de los técnicos especialistas conseguir que ese detrimento sea el menor posible.

El producto hortícola no industrializado representa, tal como se dijo, un órgano vivo y como tal después de la cosecha sigue sujeto a procesos de desarrollo, catabolismo y muerte celular propios de su fisiología. A los fines de un mejor estudio estos procesos se clasifican en respiración, transpiración, maduración y brotación, y su detalle se abordará más adelante.

El deterioro puede también responder a procesos de parasitismo o patogenicidad por organismos animales o microbianos. En este sentido cabría mencionar múltiples enfermedades provocadas por hongos o bacterias durante el cultivo o en el almacenamiento posterior.

2.1. Procesos fisiológicos asociados al deterioro

2.1.1. Transpiración

Este proceso es el principal responsable de la **pérdida de agua** en el producto cosechado, lo cual representa pérdidas físicas vinculadas a la disminución en peso. Esto puede ocasionar en ciertos casos que el mismo quede por debajo del mínimo para el grado de calidad en que fue clasificado. También puede haber consecuencias de tipo cualitativo por el deterioro que representa la pérdida de turgencia y/o marchitamientos en los productos. Asimismo, durante la etapa de empaque, al acomodarse los productos dentro del envase sin tener movimiento, el proceso de transpiración puede hacer que las hortalizas queden más sueltas, como consecuencia de la reducción en el volumen de las mismas. Al chocar las hortalizas entre sí por el libre movimiento, se **ocasiona daño** durante el transporte y la comercialización, acortándose en el tiempo las posibilidades de almacenamiento.

2.1.2. Características morfológicas y anatómicas vinculadas a la pérdida de agua por transpiración

Las diferencias en la morfología y arquitectura de los distintos órganos hortícolas poseen una marcada influencia en la pérdida de agua del producto. En este sentido si se considera la **relación superficie/volumen** del órgano cosechado, se advierte que la

pérdida de agua por transpiración es proporcional al aumento en valor de esta relación. Cuanto más próxima a una esfera sea la forma de un producto menor será su relación superficie/volumen en comparación a productos del mismo volumen, pero de morfología plana. Por otra parte, para productos que comparten una misma forma, la relación superficie/volumen será tanto menor cuanto mayor sea el volumen de la pieza. En el caso de las verduras de hoja debe considerarse que aquellas que forman cabeza o cogollo compacto, tal el caso del repollo o la lechuga capuchina, si bien dicha cabeza está compuesta por hojas planas el conjunto funciona como un órgano esférico, ya que sólo pierde agua a través del área expuesta al aire.

Asimismo, las **capas externas** de los productos constituyen una importante barrera a las pérdidas de agua. En este sentido cabe distinguir entre órganos subterráneos que presentan peridermis como superficie externa y lenticelas como aberturas para el intercambio gaseoso, y los órganos aéreos que presentan epidermis y estomas. En ocasiones la impedancia de las cubiertas al intercambio gaseoso puede reforzarse artificialmente mediante una práctica denominada “**curado**”. La misma consiste en aumentar la impermeabilidad de las cubiertas aplicando métodos que difieren según el producto de que se trate. El curado puede aplicarse a raíces subterráneas, bulbos y tubérculos, así como a determinados tipos de frutos de cucurbitáceas. Las condiciones más adecuadas para el proceso varían según el artículo y serán tratadas en detalle al referirnos a los mismos.

La **presencia de ceras** sobre la cutícula influye en el ritmo transpiratorio del producto cosechado de manera que la eliminación total o parcial de la cera durante las labores de limpieza y secado de las hortalizas, se incrementa la pérdida de agua. Debido a ello, uno de los objetivos del encerado en frutos es el de reponer la cera natural eliminada.

La **presencia de tricomas**, favorece el mantenimiento de una capa de aire saturado próxima a la superficie del producto, lo cual limita el proceso transpiratorio.

El **contenido relativo de humedad** del producto también afecta la tasa de transpiración. En efecto ésta está influida por el diferencial de potencial agua entre el interior de la hortaliza y el aire circundante. De esta forma las hortalizas con bajo contenido relativo de humedad (legumbres, algunos tubérculos y raíces) a igualdad de las otras variables transpiran menos que hortalizas con alto contenido de humedad (hortalizas de hojas, frutos, etc.).

A modo de integración podemos decir que diferentes órganos responden a la transpiración de esta manera:

- a) **Raíces reservantes y tubérculos (papa – batata – zanahoria- cebolla):** los tubérculos y bulbos presentan valores bajos de pérdida de agua en relación a la superficie-volumen (0.5-1.5 cm cuadrados-cm cúbicos) y son por lo general poco susceptibles a la pérdida de agua. Estos órganos presentan ritmos transpiratorios que se ven influenciados por el desarrollo de la **peridermis**, también por el número y distribución de las lenticelas.

El curado, es una práctica importante en ciertas hortalizas para lograr una adecuada cicatrización de las heridas superficiales y el engrosamiento de la peridermis para protegerlas de la deshidratación.

- b) **Tallos (ej.: espárragos)** son bastante susceptibles a la pérdida de agua por evaporación. La relación superficie- volumen es alta (3-6 cm cuadrado-cm cúbico).
- c) **Hojas: (ej. lechuga, espinaca, acelga)** La pérdida de agua tiende a ser alta, por lo que el marchitamiento es una de las causas principales del deterioro postcosecha. Los valores de superficie- volumen son muy altos (20 –100 cm cuadrados- cm cúbicos), situación agravada por la presencia de estomas.
- d) **Yemas:(repollito de Bruselas)** Son muy susceptibles a la pérdida de agua por transpiración, por contar con epidermis finas en relación a otros productos similares como el repollo.
- e) **Inflorescencias: (Ej. coliflor, brócoli)** estos productos constituyen flores inmaduras que se hallan sobre tallos que constituyen el 50-60 % del peso del producto comercial.
- f) **Frutos: (melón, sandía, tomate)** presenta tendencia moderada a perder agua y ello depende del grosor de la cutícula, la presencia de ceras u otras protecciones de la epidermis, como también de la presencia de estomas. Los pepos o pepónides característicos de la familia cucurbitáceas presentan un exocarpio grueso y con pocas estomas, que reduce la transpiración y prolonga la vida postcosecha de los mismos.

La pérdida de agua puede verificarse también a través de la cicatriz que se forma en el punto de inserción con el pedúnculo. En particular el tomate, cuyo exocarpio carece de estomas, pierde 60 –65% de agua por la cicatriz peduncular, y 30-40% por la cutícula, además los daños del fruto (rajaduras, patógenos, abolladuras) las superficies aumentan la pérdida de agua.

Los frutos menos maduros, requieren más tiempo para alcanzar el estado de madurez de consumo, por lo tanto es mayor el período en que puede ocurrir la pérdida de agua. La cutícula del tomate es más susceptible a ser removida durante la postcosecha cuando los frutos son inmaduros; esto incrementa su ritmo de pérdida de agua. También en el caso de ciertos melones, el reticulado de la epidermis es más frágil y menos desarrollada en frutos inmaduros, siendo eliminada fácilmente o dañada durante la cosecha y el manejo, así el agua del producto es fácilmente perdida a través de las áreas dañadas de la superficie reticulada.

2.1.3. Factores del ambiente que influyen en la pérdida de agua

El ambiente en poscosecha afecta el ritmo de pérdida de agua del producto. Los factores del ambiente a considerar son: **humedad, temperatura y Velocidad del aire**.

La humedad es importante en referencia al contenido de **vapor de agua** en el aire con respecto a la pérdida de peso del producto cosechado. Cuanto menor sea este valor, mayor será la pérdida de agua desde el producto de modo de equilibrar el dpv (déficit de presión de vapor) dentro y fuera del producto.

La temperatura intensifica la transpiración ya que ante un aumento de la misma la planta responde aumentando la conductividad estomática y permitiendo que la fuga de vapor desde el interior de los tejidos reduzca la temperatura. El efecto de las corrientes de aire en el aire circundante es similar, ya que al reducirse el espesor de la capa límite de aire saturado en torno al producto aumenta la conductividad estomática y la fuga de vapor desde las células.

Debido a ello, en ambientes destinados al almacenamiento de hortalizas, se requieren niveles altos de humedad relativa (95-98%), acompañados de bajas temperaturas.

2.2. Respiración

La respiración es el proceso a través del cual los **hidratos de carbono** generados a partir de la fotosíntesis y almacenados en los tejidos de reserva se convierten, por un proceso de oxidación enzimática, en dióxido de carbono y agua y generan por fosforilación oxidativa las moléculas de ATP necesarias para las funciones celulares. Sin embargo en una acepción más amplia, se incluyen dentro de la respiración aquellos procesos oxidativos que responden a la liberación de radicales libres o especies reactivas del oxígeno, moléculas residuales del proceso. La respiración conduce al deterioro de los productos hortícolas por diferentes motivos. En principio la degradación de los hidratos de carbono conlleva una pérdida de masa. Por otra parte, al tratarse de

una reacción enzimática, la respiración provoca una liberación de calor. En condiciones de almacenamiento y con alta densidad de producto este calor puede resultar difícil de evacuar y por lo tanto resulta en un aumento de la transpiración, la propia respiración y otros procesos vinculados al deterioro. Los radicales libres y las formas reactivas del oxígeno también provocan efectos muy perjudiciales sobre las membranas y los constituyentes de la pared celular. De esta manera los productos sometidos al proceso pueden perder firmeza. Los radicales libres también oxidan otros componentes vinculados a la calidad. Diversos pigmentos, en particular la clorofila, resultan particularmente sensibles en este sentido. Por ese motivo muchos productos hortícolas para los cuales una coloración verde intensa constituye un rasgo primordial de calidad se ven especialmente afectados por la respiración en postcosecha. Tal el caso del brócoli, los zapallitos y la espinaca, entre otras hortalizas.

Cuando las hortalizas se almacenan en ambientes confinados la respiración determina modificaciones en la concentración relativa del oxígeno y el dióxido de carbono. En casos extremos una reducción significativa del contenido de oxígeno dispara procesos de fermentación con la consiguiente producción de metabolitos que alteran el sabor (alcoholes, acetaldehído, etc.). Altas concentraciones de dióxido de carbono, por otra parte, provocan procesos de toxicidad asociados a una elevación del pH en los espacios intercelulares.

La respiración varía con los distintos órganos de las plantas, así, por ejemplo, productos con tejidos altamente meristemáticos (caso del brócoli, espárragos, frutos inmaduros, etc.) presentan tasas respiratorias altas. En tomate y lechuga, se verifican tasas de respiración intermedias y en papa y cebolla (principalmente con tejidos de reserva), se presentan tasas respiratorias bajas.

Además es importante considerar las partes del producto hortícola en la tasa respiratoria, puesto que el grado de madurez diferencial de los tejidos se ve influenciado. Esto es particularmente cierto en algunos brotes tiernos, tal como lo espárragos, donde las tasas respiratorias disminuyen progresivamente desde el extremo acrópeto (“punta” del espárrago) hacia el basípeto (“tronco” del espárrago).

2.3. Maduración – Climaterio –Etileno

El gas etileno (C_2H_4) es la hormona vegetal que regula los procesos de desarrollo vinculados a las etapas finales del desarrollo de los órganos vegetales. Su función adaptativa es fundamentalmente la de permitir el reciclaje de nutrientes en órganos que ya han cumplido su función y permitir, mediante la formación de zonas de abscisión, que

órganos tales como las hojas, los frutos y el perianto de las flores se desprendan de la planta una vez que su función se ha cumplido. A su vez en los frutos determina el desencadenamiento y la conclusión de las transformaciones que se verifican en la maduración. Vale, en este sentido, la definición habitual del etileno como la “hormona de la senescencia” y/o la “hormona de la maduración”.

Todos los órganos vegetales son, en mayor o menor medida, sensibles al etileno y todos, en mayor o menor medida, tienen la capacidad de emitir etileno. Sin embargo la respuesta al etileno es muy variable y es igualmente variable la capacidad del etileno de producir efectos sobre los órganos frescos después de cosechados. El efecto del etileno sobre estos productos en postcosecha es en general perjudicial, ya que al desatarse la senescencia inevitablemente se afecta la calidad del producto, verificándose la pérdida de pigmentos, la degradación de las membranas y la pared celular y en casos extremos la aparición de necrosis localizadas. El efecto promotor de la abscisión resulta particularmente dañino para las especies sensibles de flor de corte, ya que las mismas sufren la caída anticipada de los pétalos. Los eventos positivos que llevan a la maduración de los frutos (ablandamiento por degradación de las paredes celulares, pérdida o transformación de pigmentos, degradación de hidratos de carbono complejos en azúcares reductores, etc.) son, en definitiva, análogos a la senescencia en otros órganos aunque, sin embargo, resultan en justa medida deseables desde el punto de vista de la calidad sensorial. Cabe señalar, por último, el carácter del etileno como “hormona del estrés”. En efecto su emisión suele verse promovida por la ocurrencia de fenómenos de estrés, tanto biótico como abiótico y se asocia al desencadenamiento de respuestas adaptativas de defensa frente a los agentes responsables de tal estrés.

Los órganos que presentan mayor variabilidad en sus tasas de emisión de etileno son los frutos. En ese sentido cabe señalar la clasificación que separa a los frutos **climatéricos** de los **no climatéricos**.

Frutos climatéricos son aquellos que muestran un incremento más o menos marcado en la tasa respiratoria y en la síntesis de etileno. Estos frutos evidencian una maduración **coordinada por el etileno**, que regula los cambios de color, sabor, textura y composición. En el caso de las hortalizas este patrón respiratorio se presenta en el fruto de tomate, melón y sandía. El climaterio es un proceso que presenta una **duración variable con la temperatura y la especie**.

El fruto climatérico produce etileno durante todo su crecimiento y desarrollo. De manera general se observa un marcado incremento de etileno en la floración, luego su ritmo de síntesis baja y llega a un nivel constante que se **mantiene hasta el inicio de la**

maduración organoléptica, donde se ve estimulada la producción de etileno, produciendo los cambios en el sabor, aroma, color y textura.

Una cierta concentración de etileno debe acumularse en los tejidos de los frutos climatéricos para llevar a cabo los cambios relacionados con la maduración organoléptica. Los frutos climatéricos se caracterizan porque los tejidos pueden producir etileno de manera autocatalítica como respuesta a la exposición al gas, sea por aplicación externa o sintetizado internamente. Esto es muy importante para la maduración en este tipo de frutos con la ayuda de etileno exógeno.

Los frutos no climatéricos no experimentan incremento en su ritmo respiratorio, ni aceleración en la producción de etileno de sus tejidos durante la maduración. Dentro de las hortalizas este grupo está representado por la berenjena, el pimiento, la frutilla, el pepino y los zapallos. Los procesos respiratorios en este tipo de frutos decrecen gradualmente durante la poscosecha y adquieren su madurez hortícola cuando fisiológicamente son aún frutos inmaduros.

La madurez comercial de los productos solo puede obtenerse en planta.

En el caso de pimiento por ejemplo, la maduración organoléptica es inhibida cuando son separados de la planta al estado verde maduro.

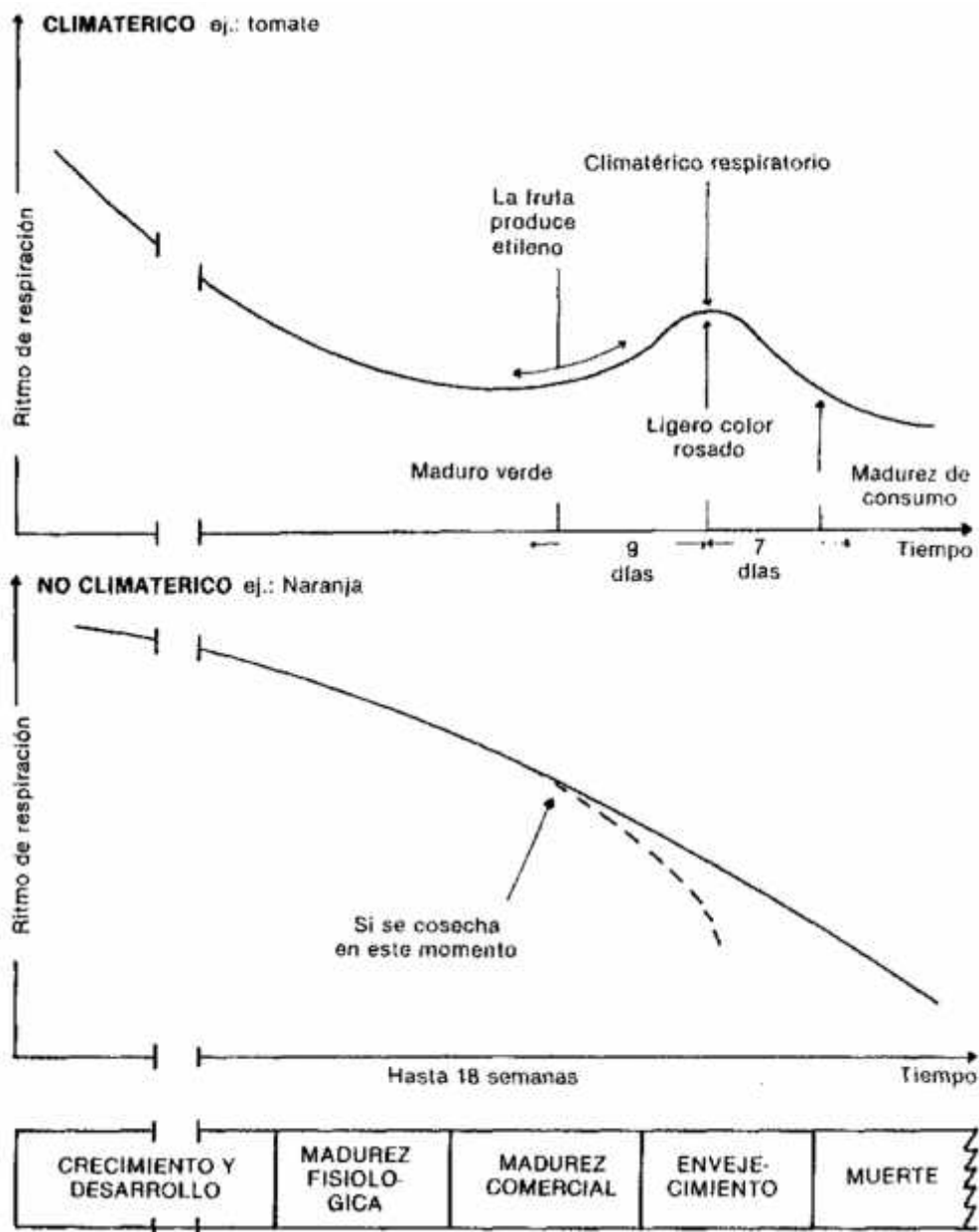


Figura 10: Curvas de respiración en diferentes frutos. Fuente FAO.

2.4. Brotación

Muchos productos hortícolas, en particular los órganos subterráneos de las hortalizas criptógamas, tienen su momento óptimo de venta mientras están en estado de latencia o dormición. Transcurrido este punto tales artículos comienzan a perder de manera acelerada su calidad debido al comienzo de la brotación que origina pérdidas de peso y turgencia y en ocasiones aparición de aromas, sabores y texturas desagradables. Dado que éste es un proceso natural inevitable en el largo plazo sólo cabe retrasarlo aplicando las condiciones propicias de almacenamiento y, en ocasiones, recurriendo a productos hormonales que inhiben la brotación.

3. Precosecha, cosecha y poscosecha

Las fases que median entre la producción y el consumo del producto hortícola pueden clasificarse con fines didácticos en precosecha, cosecha (incluye cosecha propiamente dicha, acondicionamiento y envasado en finca), almacenamiento, exposición y venta.

3.1. Factores de precosecha asociados a la calidad

Resulta evidente considerar que el mantenimiento de prácticas apropiadas durante el cultivo redundará en la obtención, al momento de la cosecha, de productos de mayor calidad. Sin embargo no se intuye tan inmediatamente que las condiciones del manejo durante el cultivo puedan resultar en una conservación más prolongada de la calidad del producto con posterioridad a la cosecha. Muchas adversidades bióticas se adquieren durante la campaña de cultivo pero se mantienen en estado asintomático pero no muestran sus efectos hasta el almacenamiento o la comercialización. La adecuada provisión de ciertos nutrientes, tales como el potasio y el calcio, a menudo no resultan en un incremento del rendimiento pero tienen, sin embargo, efecto benéfico sobre el mantenimiento de la calidad hasta la comercialización. Del mismo modo el sometimiento del cultivo a ciertos tipos de estrés (hídrico, nutricional, térmico, salino, etc.) puede desencadenar respuestas adaptativas en la planta que determine un incremento en la capacidad del producto de conservarse en poscosecha.

3.2. Cosecha

Cosecha es el proceso a través del cual el producto es desprendido de la planta, acondicionado y dispuesto en envases o contenedores para su traslado de la finca a la localización posterior que se prevea de acuerdo a su destino.

Se pueden establecer como normas básicas a tener en cuenta para la cosecha de hortalizas las siguientes:

1. Proteger al producto de la desecación, sobre todo en épocas de calor.
2. No cosechar productos que se encuentren húmedos por el rocío o que registren altas temperaturas ambientales.
3. La operación de cosecha debe ser lo más cuidadosa posible, sin producir daños mecánicos al producto.

4. Separar por medio de una preclasificación aquellos productos que presenten anomalías, como tierra adherida, marchitez, sobre todo en hortalizas de hoja, daños causados por plagas, enfermedades, fisiológicos, etc.

La forma de cosecha se puede clasificar en **manual o mecanizada**. La primera insume mayor tiempo y mano de obra respecto a la cosecha mecánica, lo cual se traduce en costos de producción más altos, pero el producto obtenido mediante cosecha manual en general, puede presentar mejor apariencia, por la ausencia de daños mecánicos que suelen ser frecuentes en la cosecha mecánica. Si bien existen excepciones, los productos más perecederos destinados al consumo fresco se cosechan manualmente. En cambio, la mayor parte de las hortalizas pesadas, vale decir aquellas menos perecederas, generalmente de alto peso unitario y mayor resistencia al manipuleo, se cosechan de forma mecanizada o asistida (la hortaliza se desprende de manera mecánica pero se recoge manualmente). Las hortalizas destinadas a industria también se cosechan generalmente de forma mecánica.

Para la cosecha mecanizada, se requiere contar con variedades adaptadas a este proceso, además de lograr uniformidad en la producción y solapamiento de la misma. Conociendo los sistemas de cosecha, se debe tender a la integración de las etapas de modo de lograr la racionalización en la operación de cosecha.

(Visitar link: Cosecha de tomate mecanizada en Río Negro 2009
https://www.youtube.com/watch?v=_IngxqhOcdQ)

Desde el punto de vista de su duración la cosecha puede distinguirse entre **destruktiva o escalonada**. En la cosecha simultánea o destructiva, se realiza la recolección de todo el lote de una vez. Hay especies en las cuales la cosecha siempre es simultánea, porque el cultivo finaliza su ciclo vital, por ejemplo papa, batata, zanahoria, lenteja, poroto seco y tomate para industria. En general las hortalizas pesadas y las hortalizas para industria siempre se cosechan de forma destructiva. La cosecha mecánica siempre es destructiva, si bien en ocasiones pueden realizarse una o dos “pasadas” adicionales para recoger producto que pudiese haberse filtrado en la primera recolección.

La cosecha escalonada es aquella en la cosecha se prolonga en el tiempo. Las instancias de recolección se repiten a lo largo del período de cultivo. Tales instancias pueden ocurrir en el mismo lote por diferentes estados de las plantas o por producción

de una misma planta en camadas. Esta cosecha puede ser **escalonada en el lote o cultivo** cuando o el producto tiene una cierta flexibilidad en la aparición del momento óptimo de recolección o bien el horticultor ha previsto realizar la siembra y la plantación de manera secuencial. De esta manera se previenen la acumulación de producto en días determinados que resultaría en inconvenientes logísticos. Este el procedimiento que se utiliza habitualmente en hortalizas de hoja para las cuales se cosecha la planta entera (lechuga, apio, espinaca, albahaca, repollo, etc.) o aquellas pocas hortalizas de fruto que solo producen una infrutescencia por planta (choclo). ncomo en lechuga, maíz dulce, repollo, coliflor, espinaca, remolacha, apio, o escalonada en la planta como en el caso de acelga, tomate fresco, pimiento, berenjena, frutilla, zapallito de tronco, melón, alcaucil, espárrago.

La **Cosecha Racional** en un concepto en cual consiste en distribuir el conjunto de operaciones en unidades de acción diferentes, que se puedan realizar simultáneamente por diferentes grupos de operarios. **De esta manera se logra una mayor eficiencia en el uso de la mano de obra.** Por ejemplo en la cosecha de apio a mano la secuencia sería: Cortado de la pieza, eliminación de las hojas externas, recortado terminal de las hojas, eliminación del calor de campo, envasado y por último acarreo del producto al medio de transporte para su traslado al lugar de comercialización.

En cuanto al **momento oportuno** para realizar la cosecha se deben considerar varios aspectos:

1. Estado de madurez.
2. El destino que se le va a dar al producto (fresco o procesado)
3. La composición interna.
4. La frecuencia de cosecha.
5. La adaptación del cultivo a cosecha manual o mecánica.

Autores como Watada et al (1984), definieron conceptos para describir los diferentes estados de desarrollo de los diferentes productos hortícolas.

Maduración: Es el estado de desarrollo que conduce a la obtención de la madurez fisiológica.

Maduración fisiológica: es el estado de desarrollo de una planta o parte de ella, que puede continuar su ontogenia luego de ser cosechada. En frutos generalmente coincide con el momento en que la semilla ha llegado a ser viable.

Madurez hortícola: Es el estado de desarrollo propicio para realizar la cosecha de una planta o parte de ella, considerando las condiciones y los lapsos de tiempo que han de transcurrir desde la salida de la finca hasta el momento final del consumo.

Maduración organoléptica: son los procesos que transcurren durante los últimos estadios de crecimiento y desarrollo y el inicio de la senescencia, y que resultan en la sumatoria de las características estéticas y/o de calidad nutritiva del producto, que conllevan a la visualización en cambios de composición, color y textura, como también cambios de aroma y sabor. Estos cambios son el resultado de complejas alteraciones metabólicas como procesos anabólicos (síntesis de pigmentos) y catabólicos como la degradación de plástidos y la pérdida de clorofila.

- **Cambios en la estructura celular**

Durante la maduración organoléptica se observan en los plástidos cambios de su estructura, por ejemplo en el tomate la transformación de los cloroplastos que son ricos en clorofila pasan a ser cromoplastos con alto contenido en licopeno, esto se da en estado verde maduro.

- **Cambios de color**

Ocasionados por la pérdida de clorofila debido a los cambios de pH en las células y síntesis de carotenoides (amarillos y rojos) y antocianinas (rojo y azul).

En la remolacha, el cambio de color violáceo se debe a la presencia de antocianinas y pigmentos fenólicos hidrosolubles en las vacuolas. Este proceso también se produce en las frutillas.



Figura 11: Cambios de color en tomate. Fuente INTA

- **Cambios de Textura**

Se debe a modificaciones en la estructura y composición de las paredes celulares. En tomate, las enzimas poligalacturonasas y pectinasas, aumentan durante la maduración organoléptica de los frutos y son responsables del ablandamiento de los mismos.

El grado de desintegración de las paredes celulares en relación con el estado óptimo de consumo varía entre las especies según la textura requerida. Por ejemplo: en sandía se debe tener una textura más firme y crujiente que en un melón.

- **Cambios de sabor y aroma**

En cuanto al sabor, este es el resultado de la combinación de azúcares, ácidos orgánicos y compuestos volátiles. Durante la maduración aumentan los azúcares simples, baja la acidez y se desarrollan olores característicos.

Los principales azúcares encontrados en tomate son fructosa y glucosa, mientras que en sandías y melones el contenido de sacarosa es la más importante.

La transformación de azúcares en almidón durante la poscosecha, afecta la calidad en las especies de interés hortícola como las arvejas y el maíz dulce.

Los diferentes ácidos orgánicos contribuyen como componentes del sabor; por ejemplo en sandías, melones y tomates, predominan los ácidos málico y cítrico.

El aroma está determinado por sustancias volátiles, por ejemplo en cebolla, ajo, puerro, coliflor, brócoli y repollo, el aroma característico de cada una de ellas se debe a la presencia de aceites esenciales ricos en azufre.

Maduración en hortalizas de hojas: Este tipo de hortalizas no experimenta cambios metabólicos bruscos durante el desarrollo. En la poscosecha pueden presentar acumulación de fibra, lo cual altera la textura óptima.

Maduración en órganos de reserva: No presentan cambios metabólicos bruscos. En papa se produce una disminución del nivel de azúcares y un aumento en los porcentajes de almidón y proteínas.

En cebollas y ajos, las reservas se acumulan principalmente al final de su desarrollo y están constituidas por azúcares simples (glucosa y fructosa), sacarosa y fructosanos.

En batata el contenido de carotenos aumenta mientras que el ácido Ascórbico baja durante el periodo de almacenamiento. También se produce un cambio en el contenido de pectinas asociadas a un ablandamiento del producto durante la cocción.

Maduración en hortalizas de fruto: En tomates los cambios más importantes que se producen durante esta etapa comprenden un incremento en el contenido de sólidos solubles, descenso de la acidez, se produce una síntesis de compuestos aromáticos, ablandamiento de la pulpa y cambios en el color que vira del verde al rojo.

Maduración en hortalizas de inflorescencia: Las hortalizas que constituyen botánicamente inflorescencias presentan durante la maduración cambios metabólicos muy bruscos, lo que hay que tener muy en cuenta es la tasa respiratoria que poseen que resulta ser muy alta, por lo cual deben ser adecuadamente almacenadas y transportados de manera que no ocurran daños por el dióxido de carbono liberado. También el proceso de transpiración en postcosecha puede ocasionar pérdidas de peso y deshidratación de las brácteas que constituyen el capítulo en alcaucil.

Envejecimiento: Es el paso o incremento de tiempo que puede o no ir acompañado de un cambio fisiológico.

Senescencia: Proceso que sigue a la madurez fisiológica u hortícola y que lleva a la muerte del tejido.

Índices de madurez:

Es fundamental conocer el estado óptimo de madurez para realizar la cosecha de los diferentes productos, porque de esto depende el posterior manejo postcosecha y la calidad del producto obtenido.

Los **índices de madurez** son parámetros por medio de los cuales se determina el momento oportuno para realizar la cosecha. Los índices se construyen sobre la base de un conocimiento de los procesos fisiológicos y bioquímicos, como también lo referente a los cambios morfológicos y estructurales del producto.

Índices de madurez (Reid 1985):

Unidades de calor	arveja, choclo, chaucha, tomate
Desarrollo zona abscisión	melón
Morfología y estructura superficial	melón
Desarrollo de reticulación	melón

Desarrollo cutícula	Tomate
Tamaño y color externo	Mayoría de las hortalizas
Gravedad Específica	Sandía, papa
Grado de compactación	Brócoli, repollo, lechuga, coliflor.
Textura	Arvejas , chauchas
Estructura interna	Hortalizas de fruto

Factores composicionales

Almidón	papa
Sólidos Solubles	melones, tomate, sandía
Azúcares	melón, sandía
Relación Azúcar/ Acido	tomate, melón

Manejos postcosecha

Preenfriado de productos hortícolas

Es un proceso de eliminación rápida de calor de campo de los productos cosechados. Los productos hortícolas son altamente perecederos y el factor de mayor influencia en el deterioro son las temperaturas altas. El preenfriamiento o preenfriado se debe llevar a cabo inmediatamente después de la cosecha. Este procedimiento presenta una serie de ventajas para los productos hortícolas:

1. Disminuye la velocidad de respiración y los cambios bioquímicos relacionados con este proceso que conllevan a un deterioro en la calidad (ej. pérdida de dulzura en el maíz dulce) y la senescencia. La velocidad de evaporación está directamente relacionada con la temperatura.
2. Disminuye la velocidad de transpiración y pérdida de agua: Al reducir la temperatura, la presión de vapor del producto también disminuye, esto también produce una disminución del gradiente en la presión de vapor entre el producto y su atmósfera circundante. A menor gradiente de presión de vapor menor será la velocidad de transpiración.
3. La velocidad de producción de etileno: y la sensibilidad del producto a este gas, disminuye a medida que el producto se enfría.

4. El inicio de la maduración en frutos climatéricos puede retardarse.
5. Inhibe o disminuye la velocidad de endurecimiento de ciertas hortalizas como el espárrago.
6. Reduce las infecciones y el crecimiento de microorganismos y por lo tanto el deterioro de las hortalizas.

Por estas razones, las hortalizas que son preenfriadas adecuadamente presentan una mayor capacidad de transporte, mayor vida en góndola, una apariencia más atractiva y una mejor calidad de consumo final.

Para algunos frutos, si se usa el preenfriado, pueden cosecharse en un estado más avanzado de maduración y por ende tener mejor calidad y mayor rendimiento. Sin preenfriado, las mismas hortalizas tienen que ser cosechadas antes porque las frutas maduras casi siempre tienen menor capacidad de ser almacenadas, como también menor calidad de comercialización.

Desde el punto de vista de costos, este proceso reduce la carga de refrigeración requerida durante el transporte.

Las hortalizas pueden ser dañadas por la congelación durante el preenfriado, algunos productos, particularmente los de origen tropical o subtropical, presentan susceptibilidad a daño por frío. La temperatura crítica por debajo de la cual puede aparecer este desorden varía con el tipo de producto del que se trate.

Mecanismo de transferencia de calor durante el preenfriado: La cantidad de calor que debe eliminarse durante el preenfriamiento depende del peso, calor específico y de las temperaturas inicial y final del producto. Hay dos mecanismos principales de transferencia de calor: la **conducción** y la **convección**.

Los métodos de preenfriado que pueden utilizarse son:

Enfriamiento en cuarto refrigerado por aire (cámara de frío)	Es un método lento pero económico. Disminuyen T°C en 5°C en un lapso de 12 horas. El aire circula en la cámara sobre las superficies y a través de cualquier espacio abierto de forma que el entrada desde el
--------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>exterior de las pilas hacia el centro es principalmente por conducción (Kitinoja,1996).Se usa en frutos.</p>
Enfriamiento con aire forzado	<p>El aire frío forzado entra en contacto directo con el producto, extrayendo de una forma rápida y uniforme el calor contenido en el producto.</p>
Hidrogenfriado - inundación ó rociado	<p>Se utiliza agua como medio de enfriamiento (convección)Se utiliza en: Apio- espárrago – maíz dulce –zanahorias.</p>
Enfriamiento por vacío	<p>Método muy rápido. Evaporación rápida de agua de la superficie de la hortaliza a presión reducida. Pérdida de 1% de peso en hortalizas de hoja. Tiempo 10' – 20'.Amplio gradiente térmico. Hortalizas de hoja por la elevada relación superficie/volumen.</p>
Enfriamiento por hielo en escamas , molido	<p>Método rápido. Se usa en productos que son hidro-tolerantes y no son sensibles al daño por frío: espinaca, cebolla de verdeo- maíz dulce. El hielo en escamas o triturado puede aplicarse directamente o mezclado con agua. El uso de hielo como método de enfriamiento proporciona una alta humedad en el ambiente que circunda al producto (Kitinoja,1996).</p>

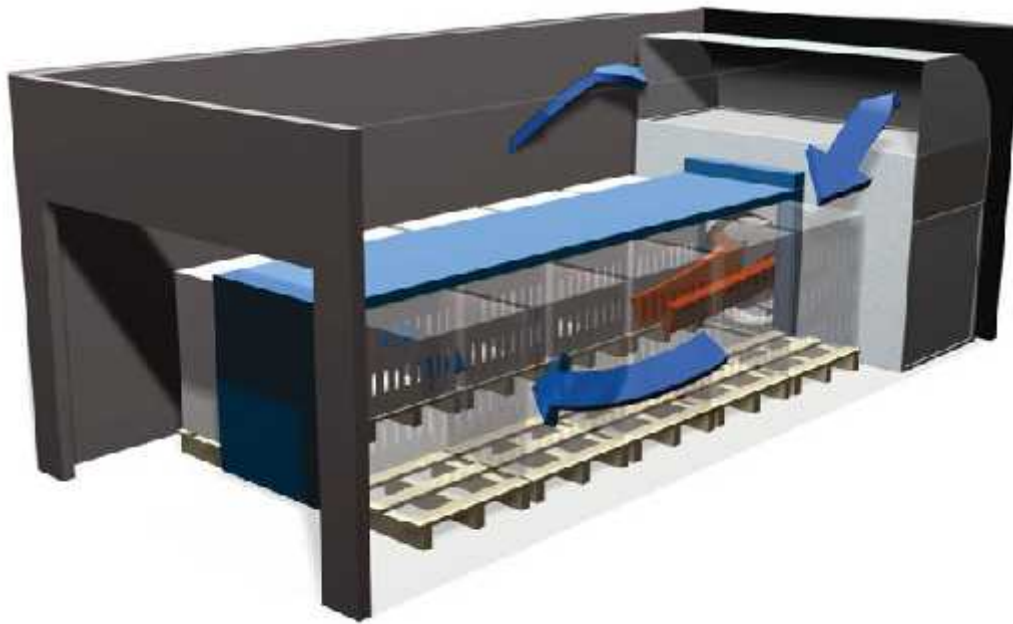


Figura 12: Túnel de aire forzado. Fuente Ballesteros



Figura 13: enfriamiento por inundación. Fuente FAO

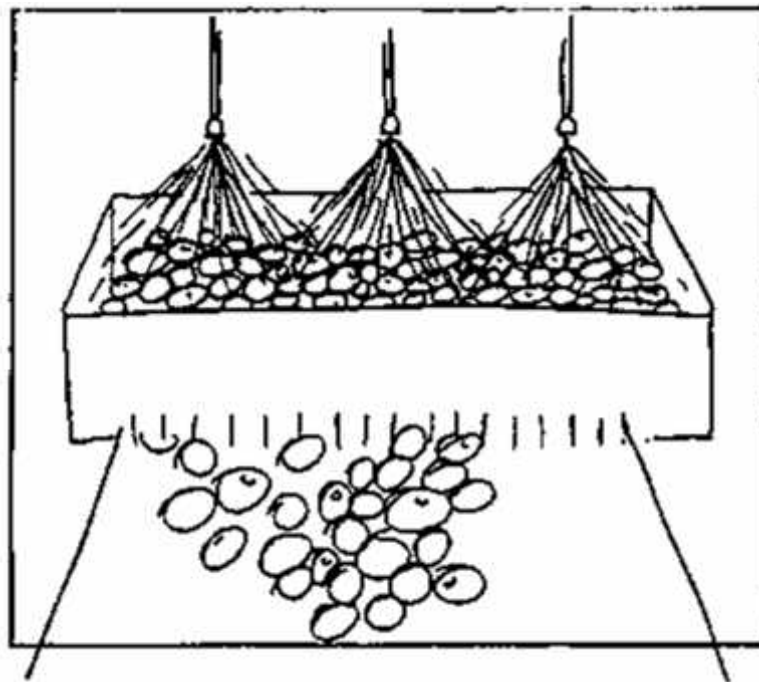


Figura 14: Enfriado por rocío. Fuente FAO.



Figura 15: Túnel de Vacuumcoling. EEUU.

Almacenamiento de hortalizas

El almacenamiento es un proceso normal para asegurar el aprovisionamiento de los mercados por el mayor tiempo posible. También puede ser una estrategia para diferir la oferta del producto hasta que el mercado se encuentra desabastecido y de esta manera obtener mejores precios.

El almacenamiento refrigerado es comúnmente usado en especies muy perecederas y que toleran el frío. Si bien los beneficios de la refrigeración son válidos para todas las frutas y hortalizas, es poco usada en aquellas naturalmente adaptadas a una conservación prolongada como el ajo, cebolla, papa, batata y otras. La refrigeración

tampoco es usada en aquellas hortalizas donde el precio unitario de mercado no compensa el costo adicional de la refrigeración, o que por ser muy voluminosas necesitan de estructuras de almacenamiento muy grandes.

Almacenamiento a campo o natural

Es el sistema más rudimentario, pero aun en uso en muchos cultivos como por ejemplo, raíces (zanahoria, batata) y tubérculos (papa) en donde se dejan en el suelo hasta que son cosechados para ser preparados para la venta. El almacenamiento a campo en pilas sobre paja o algún otro material que lo aisle de la humedad del suelo y cubierto por lonas, plásticos o paja. Es un sistema muy difundido en cebolla, papa, zapallos, batata. Una variante es el almacenamiento a campo en bins protegido de la lluvia por medio de lonas

Almacenamiento con Ventilación Natural: En este caso el producto cosechado está expuesto a condiciones naturales, pero en estructuras simples de almacenamiento en donde se aprovecha el flujo natural del aire alrededor del producto eliminando el calor y la humedad generada por la respiración. Se puede usar cualquier tipo de construcción que proteja del ambiente externo desde simples tinglados hasta estructuras diseñadas especialmente, pero siempre teniendo en cuenta que posea aberturas que permitan la libre circulación del aire. El producto es colocado en su interior a granel, en bolsas, cajas, cajones, bins, tarimas, etc. Es común en ajo, zapallos, cebollas, etc.

Marzo 2019