

HOJAS DIVULGADORAS

Núm. 16/87 HD

LA CONSERVACION FRIGORIFICA DE LAS MANZANAS

MIGUEL JUAN DELHOM

*Ingeniero Agrónomo
Apdo. 25/43080 Reus (Tarragona)*



Alteración
fisiológica
de las manzanas
conocida como
escaldado común

LA CONSERVACION FRIGORIFICA DE LAS MANZANAS

La producción media de manzana de mesa en España durante el período 1981-1986 fue de 944.500 toneladas métricas, con un máximo, en 1983, de 1.012.300 y un mínimo, en 1986, de 828.600, según datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Como es fácil comprender, es imposible comercializar esta elevada producción, equivalente a unos 25 kilos por habitante y año, durante el propio periodo de recolección por varias razones:

a) La cosecha tiene un marcado carácter estacional. Es decir, se produce en un periodo corto de tiempo, ya que, al basarse nuestra estructura productiva en las variedades Golden y Starking, el grueso de la cosecha aparece durante el mes de septiembre. Evidentemente, también hay variedades de verano que se cosechan antes y variedades más tardías que se cosechan en octubre, pero su importancia cuantitativa es menor.

b) Incapacidad de los canales comerciales para acercar esa elevada cantidad de fruta hacia el consumidor. Esto no puede achacarse a una deficiencia estructural, sino a una racionalización de los mismos canales y a la necesidad de trabajar dentro de unos márgenes de eficiencia técnica y de rentabilidad económica que obligan a que su periodo de trabajo dure el mayor tiempo posible.

c) Naturaleza de la demanda de fruta. No es posible que la demanda, o su equivalente, el consumo, absorba ese elevado volumen de fruta durante el periodo productivo, máxime si durante el mismo todavía hay en el mercado otras frutas (peras, uvas, melocotones, etc.) que presentan una alternativa satisfactoria para el consumidor. Tampoco esta característica puede considerarse un defecto de la demanda, sino que es normal tanto en nuestro país como en cualquier otro. Por otra parte, hay que



señalar que la demanda de manzana dura todo el año y que, en determinadas épocas, como son el otoño y el invierno, la competencia de otras frutas sustitutivas disminuye, ya que sólo hay en el mercado, como productos de consumo masivo y general, cítricos, plátanos y peras. Aparte, claro está, de las propias manzanas.

Vemos, pues, que es muy interesante el adaptar la oferta de manzanas, marcadamente estacional, a la demanda de las mismas, que, como hemos dicho, tiene lugar prácticamente durante todo el año. Esto se consigue fácilmente mediante la conservación de las manzanas en cámaras frigoríficas; es decir, espacios cerrados donde se disminuye la temperatura ambiente y, en ocasiones, también se modifica la composición de la atmósfera del local. De este modo se regula la oferta, comercializando la fruta cuando el mercado es capaz de absorberla y a unos precios más remuneradores para los agentes comerciales.

Hay que señalar también otro punto de interés. Aunque las manzanas son un producto perecedero, es decir, fácilmente sujeto a podredumbres de origen fúngico y a alteraciones fisiológicas, también es un fruto que se adapta muy bien a la conservación frigorífica, de tal modo que, con la tecnología actualmente conocida, se puede conservar durante un año, siempre que se trate de fruta de determinadas características y las técnicas se apliquen correctamente. Evidentemente, no todas las variedades responden igual al frío, siendo, de un modo general, las variedades precoces (de verano) aquellas que se adaptan mal y, por tanto, no deben conservarse, y las de plena estación, las que, con sensibles diferencias varietales, lo hacen mejor.

Finalmente cabe indicar que para conseguir una buena conservación hay que manejar correctamente todos y cada uno de los factores que la afectan, ya sean de naturaleza biológica (variedad, grado de madurez, etc.) como de carácter tecnológico (tratamientos, condiciones de conservación, etc.). De modo general podemos decir que el resultado global del proceso de conservación dependerá, sobre todo, de aquel factor que se ha empleado en condiciones menos favorables, que actuará como factor limitante de todo el proceso.

FISIOLOGIA DE LA MADURACION DE LA MANZANA

Con el fin de comprender mejor la evolución de la fruta durante la recolección y su posterior conservación, vamos a ver, aunque sea sumariamente, cuál es la fisiología de todo el proceso, que, además, va a servir para fundamentar y racionalizar las acciones que posteriormente se realicen.

La manzana, como cualquier otro fruto, se origina por el desarrollo de un ovario cuyos óvulos han sido fecundados (*). La primera fase del desarrollo del fruto se caracteriza por una rápida multiplicación celular, dando como resultado un aumento considerable del número de células. Esta fase viene a durar unas cuatro-seis semanas a partir de la fecundación.

La segunda fase es la de expansión o engrosamiento celular. Durante la misma, las células van acumulando sustancias de reserva, lo que produce un considerable aumento del tamaño de cada célula y, por tanto, del fruto, mientras que el número de células permanece sensiblemente constante.

En la tercera fase, los cambios que se producen son, básicamente, químicos: es la conocida como la de maduración. El almidón, principal sustancia de reserva, se va hidrolizando en azúcares sencillos (endulzamiento del fruto). Los ácidos, el más importante de los cuales es el málico, van disminuyendo, lo mismo que ocurre con los taninos (pérdida de la astringencia de la pulpa). También, y esto es muy importante, se va produciendo una conversión de la protopectina de las paredes celulares en pectinas solubles, lo que produce una disminución de la consistencia de las paredes celulares y, por tanto, un ablandamiento de la pulpa del fruto. A su vez se van sintetizando los colorantes epidérmicos (carotenos y antocianos) y va desapareciendo la clorofila tanto de la epidermis como de la pulpa; es también el momento de la síntesis de los aromas.

La última fase es la de senescencia. Durante la misma se siguen produciendo los cambios químicos de la fase anterior, pero a un ritmo mucho menor, presentándose fenómenos de

* Cabe indicar aquí que hay frutos que se desarrollan sin necesidad de que sus óvulos hayan sido fecundados (frutos partenocárpicos).



desorganización celular, que van aumentando paulatinamente hasta llegar a la muerte celular y, por tanto, a la muerte y descomposición del fruto.

Los frutos pueden ser climatéricos o no climatéricos. Entre los primeros se encuentran manzana, pera, melocotón, ciruela, albaricoque y plátano. Entre los no climatéricos, los cítricos, uva, melón, cereza y fresa. La diferencia entre unos y otros se basa en el comportamiento en el tiempo de la intensidad respiratoria (*).

Mientras en los frutos no climatéricos la intensidad respiratoria va disminuyendo al pasar el tiempo, en los climatéricos dicha intensidad sufre importantes variaciones. Así, en la fase de multiplicación celular, la intensidad respiratoria comienza con un valor muy alto, pero decrece rápidamente. Durante la fase de engrosamiento celular sigue disminuyendo, pero a una tasa muy reducida, llegando a un mínimo conocido como mínimo preclimatérico. A partir de ese momento sufre una rápida y fuerte elevación, conocida como climaterio, que es cuando se producen los fenómenos de maduración del fruto, con todos los cambios físico-químicos que hemos comentado anteriormente. Se llega por último a un máximo (máximo climatérico), para a continuación descender lenta y suavemente (período postclimatérico o de senescencia). Hacia el final hay un ligero aumento y posterior caída, para terminar con la muerte del fruto.

Hay un elemento muy importante sobre el que no hemos hablado hasta ahora: el etileno. El etileno (C_2H_4) es una sustancia gaseosa generada por la planta en prácticamente todos sus órganos (hojas, tallos, raíces, flores, frutos, etc.); es una hormona vegetal que, entre otras muchas acciones, influye sobre la maduración de los frutos. El nivel de etileno en el interior de las manzanas se mantiene en valores muy bajos hasta que al comenzar la crisis climatérica sufre una brusca elevación, para posteriormente disminuir ligeramente. Conviene recordar estos conceptos: el etileno lo sintetiza el propio fruto en su interior,

* Se define la intensidad respiratoria como el peso de anhídrido carbónico (CO_2) desprendido por unidad de peso de fruta y por unidad de tiempo. Por ejemplo, miligramos de CO_2 desprendidos por kilo de fruta y hora.

actúa decisivamente sobre los procesos de maduración y su síntesis se dispara en el mínimo preclimatérico. Posteriormente volveremos sobre el tema.

LA RECOLECCION: MOMENTO OPTIMO Y CUIDADOS

La primera decisión importante que hay que tomar es la de señalar en qué momento hay que realizar la recolección de la fruta. Para ello es imprescindible que sepamos cuál va a ser su destino final; es decir, si va a ir a corta o a larga conservación e incluso en qué mercado concreto va a comercializarse, ya que cada mercado tiene sus propias exigencias en cuanto a las características del fruto (color, tamaño, etc.). Es indudable que esta pretensión es, en muchísimos casos reales, muy difícil de alcanzar, pero no deja de ser menos cierto que sin ese conocimiento fundamental siempre se estará trabajando en condiciones de precariedad y, por tanto, los resultados finales obtenidos nunca serán lo buenos que se quisieran e incluso que se podrían alcanzar.



Fig. 1.—Hay que procurar cosechar en el envase definitivo y hacerlo con cuidado.



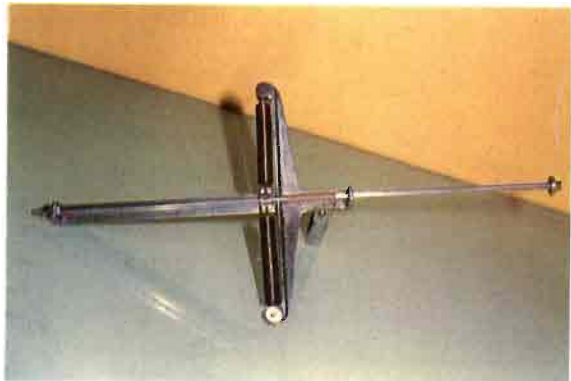
Fig. 2.—La utilización de bolsas de recolección evita golpes a la fruta.



En el caso frecuente de que no se sepa cuándo y dónde va a comercializarse la fruta, la opción a tomar suele ser la más conservadora; es decir, suponer que va a larga conservación. En caso de que la conservación real sea corta, no se presentarán problemas, salvo que algunos parámetros de la fruta, como color, sólidos solubles, aroma, etc., podían haberse dejado evolucionar hasta que consiguiesen un nivel más adecuado para su destino final.

Para determinar el momento óptimo de recolección hay que tomar unas muestras de fruta del campo y, sobre esas muestras, determinar el valor que toman ciertos índices, como la dureza y el contenido en almidón de la pulpa y, en algunas ocasiones, el color de fondo de la epidermis.

Fig. 3.—El penetrómetro ayuda a determinar el grado de madurez de la fruta.



Las muestras hay que tomarlas con cuidado para que sean representativas del total de la fruta, ya que, en caso contrario, los valores obtenidos para los índices carecerán de cualquier utilidad práctica. Tales muestras deben tomarse cada semana, acortando el período a cinco días al aproximarse las fechas de recolección.

Para parcelas de hasta una hectárea se deben elegir cinco árboles, procurando que correspondan al tipo medio existente en tamaño, vigor, carga de fruta, estado sanitario, etc. De cada uno de estos árboles se toman cuatro o cinco frutos de tamaño medio, sanos y repartidos por todo el árbol. Así se obtendrán muestras de 20 a 25 frutos. Para realizar bien la selección es condición indispensable el haber observado previa y atentamente todos los árboles de la parcela.

De un modo general, y para períodos largos de conservación, hay que decir que la fruta debe recolectarse justo antes de que comience la crisis climatérica; es decir, en el mínimo preclimatérico. Para determinar ese momento habría que realizar medidas de la intensidad respiratoria, método que, como es fácil comprender, no resulta operativo en absoluto. De ahí que en la práctica profesional se recurra a medir otros parámetros de más fácil realización.

La medida de la dureza de la pulpa se comporta en el período de recolección con una cierta irregularidad y mucho más regularmente durante el período de conservación. Aun así, es un



Fig. 4.—La prueba del almidón es complementaria para determinar la madurez de las manzanas.



índice que debe utilizarse. Tal medida se realiza quitando la piel del fruto en dos o tres puntos de la zona ecuatorial y hundiendo el puntal del penetrómetro hasta una profundidad indicada en el mismo. En el caso de las manzanas, el diámetro normalizado del puntal es de 7/16 de pulgada (= 11 mm). El resultado de la medida puede expresarse en libras o kilos (1 kilo = 2.202 libras).

Obtenidas las lecturas de todos los frutos se calcula el valor medio de las mismas y se compara con el valor recomendado para la variedad, indicado en la tabla I.

Tabla I. VALORES RECOMENDABLES PARA LA DUREZA DE LAS MANZANAS EN EL MOMENTO DE LA RECOLECCIÓN Y DESTINADAS A LA LARGA CONSERVACIÓN (PUNTALE DE 7/16"=11 mm)

Variedad	Dureza (libras)	Variedad	Dureza (libras)
Golden Delicious	15-17	Granny Smith	14-16
Starking Delicious	16-17	Jonathan	16-18
Belleza de Roma	16-18	Wellspur	16-17
Red Delicious	16-17	Stayman	15-17

Durante el periodo de maduración la dureza de la fruta va disminuyendo, aunque a una tasa que depende no sólo de la variedad, sino también de las condiciones climáticas anuales. Para una misma variedad y fecha pueden existir diferencias de hasta dos libras, no siendo constante la tasa de disminución de la dureza.

El índice del contenido en almidón es un índice complementario muy adecuado. Con él se trata de poner de manifiesto la zona del fruto en que el almidón, sustancia típica de reserva, aún no se ha hidrolizado en azúcares sencillos (fenómeno que se produce al ir madurando el fruto). Para ello se corta el fruto ecuatorialmente y se pinta la superficie resultante con una solución iodo-iodurada (2,5 gramos de iodo más 10 gramos de yoduro potásico por litro de agua). La zona donde aún no se ha hidrolizado el almidón queda de un color azul-violeta. En el caso de la variedad Golden Delicious el almidón debe haber desapa-

recido del corazón y, en parte, también del cortex, es decir, haber rebasado ya la circunferencia imaginaria formada por los haces vasculares. En definitiva, una desaparición relativamente importante del almidón.

En el caso de Starking y Red Delicious el almidón debe haber desaparecido solamente de la zona del corazón, lo que equivale a un 20-30 por 100 de la superficie del corte ecuatorial del fruto.

La prueba del color de fondo puede servir de complemento a las anteriores. Trata de poner de manifiesto la superficie del fruto que ha cambiado su color original verde al de madurez (amarillo). No hay que confundir el color de fondo, que es el que interesa conocer, con el de superficie. En la variedad Golden el de fondo es el único existente, pero en la variedad Starking el de superficie es el rojo, y es en las zonas carentes de este color donde hemos de ver si el verde se mantiene o ya aparecen los tonos amarillentos.

Esta prueba es más adecuada para las variedades amarillas que para las rojas. Para la Golden hay cartas específicas. De un modo general hay que decir que según el destino de la fruta (tipo de conservación y mercado) la coloración alcanzada debe ser una u otra. De todos modos conviene tener en cuenta que la variabilidad anual debida a las condiciones climáticas (insolación, temperatura, etc.) es enorme; de ahí la necesidad absoluta de utilizar los tres índices señalados conjuntamente y no dar, de ninguna manera, un valor absoluto a ninguno.

Un punto al que no se suele prestar mucha atención y, sin embargo, es fundamental, es el de la acción mecánica de la cosecha. Veamos los aspectos de la misma de mayor interés práctico:

- La mayor parte de las podredumbres de las manzanas están causadas por hongos del género *Penicillium*, que son parásitos de heridas. Durante la recolección y el transporte se le producen al fruto pequeñas heridas o roturas de la epidermis, generalmente no perceptibles, que constituyen puntos de entrada para el hongo. Hay, por tanto, que extremar las precauciones, ya que no siempre los tratamientos fungicidas posteriores van a poder contener el desarrollo del hongo



parásito. De ahí que haya que recolectar con guantes o con las uñas bien cortadas, que los envases no tengan aristas vivas y, si son de madera, estén bien acabados, etc.

- Igualmente hay que evitar cualquier tipo de golpes, presiones excesivas, etc., ya que luego, y sobre todo en las variedades más sensibles, como la Golden, las partes afectadas se convierten en zonas alteradas que llevan a la necesidad de eliminar dichos frutos. De ahí la conveniencia de emplear bolsas especiales durante la recolección, que se abren por abajo; de hacer la recolección, siempre que sea posible, en el envase definitivo; de hacer el transporte en vehículos adecuados y que vayan a una velocidad moderada, sobre todo cuando se transite por malos caminos; de hacer la carga y la descarga cuidadosamente, sobre todo cuando ésta no está mecanizada; etc.
- La fruta debe recolectarse, siempre que las características de la variedad lo permitan, con pedúnculo, y romper éste por la zona adecuada (zona de abscisión). Con esto no sólo se contribuye a mejorar su clasificación comercial, sino también a que se conserve mejor.
- La fruta no debe cosecharse mojada o muy húmeda. Es preferible esperar unas horas y que se seque a cosechar en esas condiciones.
- Hay que transportar la fruta lo más pronto posible al almacén después de cosechada. En caso de que tenga que permanecer un tiempo en el campo se ha de procurar no dejarla a pleno sol.
- No se ha de mezclar fruta de distintas características. Así las conocidas como de segundas pasadas no deben mezclarse con las de primeras pasadas, ya que se conservan peor, ni incluir con ellas fruta caída al suelo, ya que ésta no debe ir nunca a conservación frigorífica.

RECEPCION DE LA FRUTA

A la llegada a central de cada partida de fruta debe abrirse una ficha en la que deben figurar el máximo número posible de

datos: variedad, patrón, abonados (dosis y fechas), riegos, tratamientos realizados, etc., y, sobre todo, los valores de los índices de madurez. De la revisión general de la fruta, así como del estudio de todos los datos anteriores, se puede sacar una idea de cuál será el potencial de conservación que tiene esa partida en concreto, e incluso de cuál debería ser su futuro destino comercial.

En el caso de que los índices no hayan sido medidos en el campo, deben medirse éstos en central, a pesar de que sean unos momentos en que hay una gran acumulación de trabajo. Para ello debe tomarse una muestra de 10 a 20 frutos por carga (camión, remolque, etc.) que sea representativa del total y sobre ellos realizar las determinaciones. Es conveniente medir también los azúcares (sólidos solubles) y la acidez del zumo, ya que indicarán la calidad del fruto y, también, ayudarán a evaluar la posterior conservación.

TRATAMIENTOS EN POST-RECOLECCION

Con el fin de que la conservación frigorífica se desarrolle con el mínimo posible de pérdidas es necesario proteger los frutos, mediante tratamiento, de posibles ataques de hongos o de alteraciones del propio metabolismo (alteraciones fisiológicas o fisiopatías). Solamente puede prescindirse de estos tratamientos en los casos de fruta destinada a corta conservación o con características de madurez muy específicas. En cualquier otro caso, el no realizar tratamientos preventivos significa asumir un riesgo muy elevado que, casi siempre, excede a lo razonable.

Los tratamientos fungicidas pueden realizarse en tres momentos distintos: cuando la fruta está en el árbol todavía, cuando está cosechada, pero antes de entrar en cámara frigorífica, o cuando ya está en el interior de la cámara. La ventaja de realizar el tratamiento cuando la fruta todavía está en el árbol es que, para ello, puede utilizarse el mismo equipo que se usa para cualquier otro tratamiento de campo, es decir, que no hace falta un equipo específico. En este caso al fungicida puede añadirsele otros productos que se consideren necesarios. Por el contrario,



Fig. 5.—Los tratamientos en postcosecha son imprescindibles para una buena conservación.



Fig. 6.—Podredumbre carpelar. Obsérvese que el canal calicilino está abierto, permitiendo la entrada, hasta el corazón, de la solución de tratamiento.



Fig. 7.—Los frutos podridos son una fuente de diseminación de esporas que es necesario eliminar.

tiene el inconveniente de que la eficacia de los tratamientos no es la óptima.

El tratamiento, una vez realizada la recolección y antes de entrar la fruta en la cámara frigorífica, es el que puede considerarse más usual. Tiene el inconveniente de que se necesita un equipo específico y las ventajas de rapidez y comodidad y, sobre todo, el que puede realizarse un tratamiento integral mezclando todos los productos que hagan falta. La amortización del equipo de tratamiento se realiza fácilmente si está instalado en la central hortofructícola y se trata toda la fruta que llega a la misma. Este

equipo de tratamiento puede ser de dos tipos: de baño o inmersión y de ducha («drencher»). En el primero la fruta se sumerge en la solución activa y se ve, por tanto, sometida a una presión hidráulica que, a veces, hace que la solución penetre en el corazón del fruto a través del conducto calicino que no siempre está totalmente cerrado. Esto puede llevar a producir podredumbres carpelares en el caso de que la solución no sea plenamente eficaz ante las esporas de ciertos hongos. La ventaja de este sistema es que consigue un bañado total de la fruta.

En el sistema de ducha, el más extendido en la actualidad, se producen cortinas de líquido (solución activa) que van cayendo mientras la fruta, situada en sus envases, va circulando por debajo. El inconveniente que tiene es que algunas veces, si la velocidad de paso de la fruta es demasiado elevada y/o el volumen del líquido que cae no es muy grande, pueden quedar frutos sin mojar.

El tercer momento en que pueden aplicarse los fungicidas es cuando la fruta ya está en el interior de las cámaras frigoríficas. Para ello pueden emplearse nebulizadores que, utilizando formulaciones especiales de los fungicidas o de los productos antiescaldadura, consiguen una niebla que distribuida con la ayuda de los ventiladores de los evaporadores llega a mojar todo el producto. Si sólo se quiere utilizar fungicidas pueden usarse los formulados como pastillas autocombustibles, cuyo humo se distribuye también mediante los ventiladores.

Las ventajas de estos sistemas es que a la vez que se trata la fruta se trata también la cámara frigorífica y el que puedan utilizarse como sistemas de apoyo, es decir, para volver a tratar la fruta cuando ya hace tiempo que está en cámara y los niveles de productos activos se considera que han bajado demasiado.

Productos a utilizar. Hay tres grandes grupos de sustancias a emplear en el caso de los tratamientos en post-recolección:

a) Fungicidas.—Como es bien sabido, se trata de productos protectores de los frutos del ataque de hongos. La limitación es que sólo pueden emplearse productos autorizados para tratamientos en post-recolección. De entre los autorizados, los que



más se utilizan son el Tiabendazol (TBZ), que se usa a dosis de 500 a 1.300 ppm *, y el Imazalil, entre 250 y 500 ppm.

En general deben respetarse las dosis recomendadas por las casas fabricantes y en el caso de mezclas de fungicidas reducir la dosis de cada uno de los componentes.

No es recomendable utilizar muchos años seguidos el mismo fungicida, sobre todo si también se utiliza en los tratamientos de campo, ya que pueden aparecer resistencias, lo que inutiliza al fungicida en cuestión. De ahí el interés y la necesidad de hacer controles anuales de resistencia al fungicida normalmente empleado.

b) Antiescaldadura.—Una alteración fisiológica muy frecuente y fácilmente controlable es la escaldadura o escaldado superficial de la fruta. Para evitarla se pueden utilizar la Difenilamina (DPA) y la Etoxiquina. La Etoxiquina se emplea en dosis de 900 a 2.500 ppm, según variedades, y la DPA de 500 a 2.000 ppm, también según variedades y grado de coloración.

Las dosis más altas se emplean en variedades muy sensibles al escaldado (Granny Smith) y en las variedades rojas mal coloreadas (Red Delicious, Starking Delicious, etc.). Las dosis más bajas en variedades poco sensibles (Golden por ejemplo) y bien coloreadas.

La DPA presenta, en muchas ocasiones, fitotoxicidad respecto a la variedad Golden, por lo cual no debe emplearse en ella o debe hacerse a dosis muy bajas y con pruebas previas. También la Belleza de Roma se ha mostrado a veces sensible. De un modo muy general puede decirse que la DPA va mejor para las variedades rojas y la Etoxiquina mejor en las variedades amarillas.

c) Sales de calcio.—La forma más empleada de sal cálcica es la de cloruro (Cl_2Ca). Su interés se centra en que ayuda a prevenir la aparición de la mancha amarga («bitter pit»), que

* ppm (partes por millón equivalentes a mg/Kg). Se calcula multiplicando la dosis del producto en gramos o centímetros cúbicos por 10 litros por la riqueza en porcentaje (%). Así, en un producto aplicado a 150 cc/Hl (=15 cc/10 l) y del 80 por 100 de riqueza, el contenido en partes por millón es $15 \times 80 = 1.200$ ppm).

constituye una importante alteración fisiológica, frena los problemas de senescencia del fruto y ayuda a mantener la dureza de la pulpa. La dosis de empleo normal del cloruro de calcio es del 1 al 3 por 100.

d) **Coadyuvantes.**—Se trata de productos que sin tener una acción beneficiosa directa si contribuyen a mejorar la acción de los restantes. Entre ellos destacan los mojantes, que favorecen la buena dispersión de los productos y facilitan la adherencia de la solución a los frutos. En el caso de que se forme espuma en la solución, sobre todo si se utilizan fungicidas en polvo, es necesaria la adición de un atiespumante para no perder concentración del producto y, muy importante, para que no queden residuos pulverulentos sobre la piel del fruto.

Condiciones generales de empleo. Se trata de precauciones que hay que tomar si se quiere minimizar los riesgos por una parte y, por otra, obtener los mejores resultados posibles de los productos utilizados:

a) **Compatibilidad y fitotoxicidad.**—Deben hacerse pruebas previas para asegurar que los productos utilizados son compatibles entre sí y que su mezcla no presenta ninguna toxicidad sobre la fruta a tratar. Hay que tener en cuenta que, a veces, los problemas derivan no de los productos en sí, sino de los coadyuvantes que cada casa comercial introduzca en la mezcla.

b) **Agua a emplear.**—El agua a usar debe ser potable por obligación legal. Además interesa que así sea, ya que en el caso de utilizar aguas no potables con exceso de minerales (salinas, ferruginosas, etc.) pueden presentarse problemas tanto de toxicidad como de eficacia de la solución. Las aguas residuales de la solución deben ir a la red municipal o a una depuradora primaria de efluentes (norma legal).

c) **Preparación de la solución.**—La mezcla debe prepararse en el momento previo a su empleo, ya que si no puede perder eficacia. Hay que medir el agua y, sobre todo, los productos a utilizar con la máxima exactitud con el fin de conseguir las concentraciones deseadas.

d) **Temperatura de la solución.**—Esta debe mantenerse en el rango 10-30° C con el fin de no perder eficacia ni ser



fitotóxica. Hay que evitar que el sol dé directamente sobre el equipo o, más aún, que llegue a la solución.

e) Tiempo de tratamiento.—Debe ser de unos 30 segundos. Hay que procurar que la fruta quede bien mojada, pero también debe evitarse que cuando, por el motivo que sea, la cadena de transporte quede parada, la solución siga cayendo sobre la misma fruta. En ese caso deben pararse los motores de las bombas.

f) Agitación del producto.—Los productos activos utilizados presentan, según su formulación, tendencia a precipitarse en el fondo de la cuba, fenómeno que viene favorecido por el arrastre producido por las partículas de tierra que actúan como coloides. De ahí que, cuando trabaje el equipo de tratamiento, deben funcionar los agitadores y cuando haya estado parado deben ponerse en marcha primero los agitadores, y al cabo de un tiempo prudencial ya pueden funcionar los motores de las bombas.

g) Duración de la solución.—La solución debe tener una duración máxima de veinticuatro horas y jamás debe sobrepasar las cuarenta y ocho horas. Si se mide por la cantidad de fruta tratada, el máximo está hacia las 60 ó 70 toneladas métricas.

Un buen método es el de preparar el volumen de solución que se va a necesitar si, previamente, conocemos la cantidad de fruta que vamos a tratar. Para ello es interesante saber que cuando la fruta viene en palox (palet-box o caja tarima) absorbe entre 12 y 20 litros por tonelada de fruta tratada, y cuando va en cajas, de 35 a 50. Estas cifras son variables, ya que dependen de muchos factores (estado de la madera, presencia o no de papeles en las cajas, etc.). A la cantidad así obtenida le hemos de sumar el volumen mínimo de líquido que necesita el equipo para poder funcionar.

Este método es preferible al que también se puede utilizar de ir añadiendo producto activo cada cierto tiempo, con el fin de que la concentración no disminuya y pierda efectividad.

h) Momento del tratamiento.—La fruta debe tratarse lo más pronto posible a su llegada a la central, ya que así la eficacia de los tratamientos es mayor.

i) Temperatura de la fruta.—La fruta no debe tratarse a temperaturas inferiores a 10°C , es decir, nunca debe someterse primero la fruta al frío y después sacarla para tratarla. También debe evitarse que el sol incida sobre la fruta tratada, ya que se produce una acción fotoquímica de la luz que acelera la descomposición de los productos activos y, por tanto, disminuye su eficacia.

j) Entrada al frío.—La fruta debe dejarse secar antes de someterla al frío. También puede entrar inmediatamente si se dispone de ventiladores de alta potencia que aseguren un secado rápido. La fruta no debe permanecer fuera de las cámaras a no ser que por razones comerciales se la quiera premadurar.

CONSERVACION EN ATMOSFERA ORDINARIA

El paso siguiente es el de la colocación de la fruta en el interior de la cámara frigorífica y su enfriado hasta alcanzar las condiciones de régimen estacionario, es decir, las consideradas como más adecuadas para ser correcta la conservación.

El primer punto de interés es el de la cantidad diaria de fruta que debe entrar en cada cámara. La cantidad que ha de entrar es aquella para la que se ha diseñado la cámara, es decir, aquella que sirvió para hacer los cálculos de diseño de la misma.

Durante esta fase el coeficiente de recirculación* debe oscilar entre 25 y 35 y el salto térmico** sería deseable que no superase los $5-6^{\circ}\text{C}$ para que la humedad relativa no descienda demasiado. Piénsese que el agua condensada en el evaporador y luego eliminada al exterior se extrae de la fruta y, por tanto, es como si perdiésemos kilos de fruta. Durante el periodo de conservación, ya a régimen, el coeficiente de recirculación debe ser del orden de 10-20.

* El coeficiente de recirculación se define como la relación que hay entre el volumen de aire impulsado por los ventiladores en metros cúbicos por hora y el volumen de la cámara vacía en metros cúbicos.

** El salto térmico es la diferencia existente entre la temperatura del ambiente de la cámara y la de expansión del fluido frigorígeno en el interior del evaporador.



Durante el llenado de la cámara un aspecto a tener muy en cuenta es el de la estiba, es decir, la disposición de la carga en el interior de la cámara. El principio que debe inspirar el proceso es el de que la carga ha de ser la máxima posible, compatible con un correcto funcionamiento de la cámara. Para conseguir esto es recomendable el empleo de palox (cajas-tarima). Con ellos se logra incrementar significativamente la capacidad de almacenamiento de una cámara frigorífica dada, aparte de otras ventajas indiscutibles, sin que se vea perjudicado el manejo y la conservación de la fruta.

Pero tanto si se utilizan cajas tradicionales como si son palox, un punto importantísimo es el de que el medio refrigerante (el aire frío) circule bien y pueda llegar fácilmente a toda la fruta. Lo contrario es favorecer la presencia de las llamadas bolsas calientes y, por tanto, el que haya partidas de fruta mantenidas en condiciones que no son las óptimas. Para que ello no ocurra, hay que dejar canales de circulación del aire que de un modo general podemos cifrar en unos 30-50 cm entre la parte superior de la fruta y el techo, dependiendo de la situación de los evaporadores, ya que siempre hay que dejar libre de obstáculos la zona situada enfrente de la salida de aire de los ventiladores del evaporador. Entre la pared del fondo de la cámara y la fruta deben dejarse unos 10 cm, y entre las paredes laterales y la fruta, así como entre pilas de fruta, unos 5 cm.

El frío reduce la velocidad de las reacciones metabólicas que se desarrollan en el fruto, especialmente la velocidad de la respiración. Eso le permite al fruto economizar sustancias de reserva, como son los azúcares y los ácidos orgánicos, alargando su periodo vital y retrasando todos los fenómenos de senescencia y descomposición. Esta disminución de la intensidad respiratoria se representa por Q_{10}^* que, para el caso de las manzanas, vale 2.3 medido entre 20 y 10° C y 3.2 medido entre 10 y 0° C. Es decir, que si bajamos de 20 a 0° C, la actividad respiratoria de las manzanas disminuye más de siete veces. De

*Se define el Q_{10} como la relación entre la actividad respiratoria, expresada en calorías emitidas a dos temperaturas separadas 10° C entre sí. También se conoce como coeficiente térmico de la velocidad de reacción.

ahí la importancia de aplicar el frío a la fruta lo más precozmente posible y, en general, de llegar rápidamente a la temperatura deseada de conservación. Dado que los Q_{10} de las manzanas son inferiores a los de las peras y que, como veremos posteriormente, su temperatura de conservación es superior, no suelen refrigerarse con la rapidez e intensidad con que se hace en el caso de las peras, de ahí que sean mucho menos frecuentes los casos de congelación de fruta (la temperatura media de congelación de las manzanas es de -2°C).

Las temperaturas recomendadas para la conservación de las manzanas vienen recogidas en la Tabla II. Los valores señalados son orientativos; los concretos vendrán dados en función de la madurez de la fruta, así como el destino comercial que se le vaya a dar.

Tabla II. VALORES MAS RECOMENDABLES PARA LA TEMPERATURA DE CONSERVACION DE LAS MANZANAS EN ATMOSFERA ORDINARIA

Variedad	Temperatura (° C)	Variedad	Temperatura (° C)
Golden Delicious	0/1	Granny Smith	0
Starking Delicious	0	Jonathan	2/4
Belleza de Roma	0	Wellsur	0
Red Delicious	0	Stayman	1/2

Nunca deben conservarse juntas variedades que tengan diferentes condiciones de conservación. En caso de imposibilidad, deben satisfacerse las exigencias de la variedad más sensible, es decir, de la que se conserva a mayor temperatura, teniendo en cuenta que la variedad menos exigente verá recortado sensiblemente su periodo de conservación normal.

Otro aspecto importante en la conservación de la fruta es el de la humedad relativa a mantener en el ambiente de la cámara, que debe oscilar entre el 90 y 95 por 100. Si la humedad relativa es baja, hay unas pérdidas importantes de peso por deshidratación, pudiendo llegar a producirse marchitez del fruto, favorecida en el caso de que haya entrado verde. También resulta fruta



Fig. 8.—Los frutos deshidratados pierden gran parte de su valor comercial.



poco jugosa y se presenta harinosidad en el caso de variedades sensibles, sobre todo si el fruto entró excesivamente maduro. El problema de humedad excesivamente baja se presenta más fácilmente cuanto menos fruta hay en la cámara y, en ese caso, también afecta con más intensidad a la fruta, ya que para una pérdida dada de agua hay menos cantidad de fruta que la pueda suministrar.

Tampoco es bueno tener una humedad excesivamente alta, por encima del 95 por 100, ya que se crean condiciones favorables para el desarrollo de hongos (podredumbres), aparte de que la producción del aroma se reduce e, incluso, puede haber casos en que se presente un ligero sabor a moho. De todos modos, lo más frecuente es el problema de falta de humedad; la solución estriba, básicamente, en un cálculo adecuado y una instalación correcta del evaporador. Su superficie deberá ser la necesaria para eliminar el calor de la fruta. Si ésta no está bien calculada o el montaje es incorrecto, no es fácil encontrar solución adecuada.

El último punto importante es el del control de la conservación. La fruta que se tiene almacenada debe ser revisada periódicamente. El periodo debe ser tanto más corto cuanto más dudosa sea la partida en cuestión, y nunca debe sobrepasar el

mes. Como en el interior de una cámara hay fruta de diversos orígenes y distintos grados de madurez, debe controlarse cada una de las partidas. Para ello se recomienda tomar una muestra representativa de unos 20 frutos por partida y hacer dos lotes iguales de 10 frutos cada uno. En el primero se miden los índices de madurez y calidad (dureza, almidón, azúcares, ácidos, etc.) y se juzga el aspecto exterior e interior. El segundo lote de 10 frutos debe mantenerse a temperatura ambiente, del orden de 20° C, durante 8-12 días, simulando el proceso de comercialización. De esta forma se tendrá una idea aproximada del estado en que llegaría la fruta al consumidor. La evaluación conjunta de los dos lotes indicará el estado actual de la fruta y su evolución futura.

CONSERVACION EN ATMOSFERA CONTROLADA

La conservación en atmósfera controlada se basa no sólo en la disminución de la temperatura ambiente, sino también en la modificación de los contenidos en oxígeno (O_2) y anhídrido carbónico (CO_2) de la atmósfera interior de la cámara. El O_2 se hace disminuir del 21 por 100, que es la concentración normal en el aire, a valores del 2-5 por 100. El CO_2 se hace aumentar del 0,03 por 100, que es su concentración en el aire, hasta el 3-5 por 100, pudiendo llegar, en los llamados choques de carbónico, al 15-20 por 100 durante periodos cortos. El oxígeno es indispensable para la respiración y su disminución provoca una ralentización de los procesos oxidativos (respiratorios). Pero esta disminución es función de la temperatura ambiente, es decir, hay una interacción entre la temperatura y la presión parcial (concentración) del oxígeno.

Para temperaturas del orden de 0 a 2° C, la concentración del oxígeno debe ser inferior al 15 por 100 para que tenga, a partir de ese momento, una acción sobre la intensidad respiratoria. En el intervalo 15-21 por 100 de oxígeno, la respiración de las manzanas no varía (para temperaturas entre 0 y 2° C). Por tanto, hay que bajar los niveles de oxígeno hacia el entorno 3-5 por 100 para que su acción sea notable. Ahora bien, el límite



inferior de la concentración de oxígeno está hacia el 1,5 por 100 (a esa concentración habría que añadir un margen de seguridad entre el 0,5 y el 1,0 por 100), a partir del cual la respiración normal (aerobia) cesa y es sustituida por una fermentación alcohólica (anaerobia) que da como producto alcohol etílico que, si se presenta en cantidad pequeña, comunica un sabor desagradable al fruto y si la supera llega a niveles tóxicos, pudiendo producir la muerte del fruto.

El CO_2 actúa inhibiendo enzimas del ciclo respiratorio; básicamente interfiere en la oxidación del ácido succínico, por lo cual todo el proceso de la respiración se ve ralentizado. Si la concentración de CO_2 es alta y, por tanto, su acción muy enérgica, puede producirse una acumulación, tóxica para las células, de ácido succínico. La diferencia de sensibilidad al CO_2 entre las distintas variedades depende de diferencias anatómicas (tamaño de los espacios intercelulares, tasa de difusión de los gases en los tejidos, etc.) y también de diferencias bioquímicas.

Entre el O_2 y el CO_2 hay una acción combinada. Así, para valores altos de O_2 la presencia de CO_2 reduce significativamente la respiración, pero para valores bajos de O_2 (inferiores al 5 por 100) la intensidad de la acción del CO_2 es menor. Es decir, que para concentraciones de O_2 en el entorno del 2-3 por 100 la mayor disminución de la respiración se debe a la falta de O_2 , aunque la presencia de CO_2 añade un beneficio adicional.

Es también interesante indicar que el O_2 está relacionado con la síntesis, por parte del fruto, de etileno, que se ve perjudicada a niveles bajos de O_2 y que el CO_2 actúa como antagonista de la acción del etileno, ya que disminuye sus efectos sobre la fruta.

La acción combinada de los tres elementos considerados (disminución de la temperatura y del O_2 y aumento del CO_2) lleva, pues, a una disminución de la intensidad respiratoria y a un aplazamiento, o supresión, del desarrollo climatérico del fruto. Desde el punto de vista práctico, la conservación en atmósfera controlada lleva a una mejor preservación del contenido de los ácidos del fruto, así como a una mayor dureza y una menor evolución del color. También hay una acción frenante

sobre la síntesis de aromas por parte del fruto, tanto más importante cuanto más larga ha sido la conservación y más estrictas las condiciones. Este último punto, que perjudica la calidad organoléptica del fruto, quizá sea el punto más negativo de este sistema de conservación. Para los puntos de entrada diaria de fruta, estiba, coeficiente de recirculación y salto térmico, humedad relativa y control de la conservación, es válido todo lo dicho al hablar de la conservación en atmósfera convencional.

Las condiciones de conservación más recomendables a título orientativo son las reflejadas en la Tabla III. Piénsese que según el origen de la fruta (clima, suelo, labores culturales, etc.) el comportamiento de una variedad puede ser muy diferente.

Tabla III. VALORES MAS RECOMENDABLES PARA LA CONSERVACION DE LAS MANZANAS EN ATMOSFERA CONTROLADA

Variedad	Temperatura (°C)	Oxígeno (%)	Anhidrido Carbónico (%)
Golden Delicious	(0/1 ((2/3	(3 ((3	3 5
Starking Delicious	0	3	2/3
Belleza de Roma	0/1	3	2/3
Red Delicious	0	3	2/3
Granny Smith	1/2	4	2/3
Jonathan	3/4	3	3
Wellspur	0	3	2/3
Stayman	3/4	3	3

Hay dos puntos que conviene resaltar para el buen funcionamiento de las cámaras de atmósfera controlada y la buena conservación de la fruta. El primero es el que hace referencia a la hermeticidad de las cámaras. Es decir, si queremos tener en el interior de las cámaras una composición gaseosa diferente a la de la atmósfera libre hemos de evitar los intercambios gaseosos entre el interior y el exterior. Para ello se recubren las paredes de las cámaras de una capa especial (resinas de poliéster, acero, poliuretano, etc.). Pues bien, cada año, y antes de



empezar la campaña, es necesario hacer las pruebas pertinentes para medir la hermeticidad de cada cámara y, en caso de que ésta sea deficiente, detectar los poros, fisuras, etc., existentes y repararlos. En caso contrario no conseguiremos alcanzar las condiciones óptimas en el interior y, además, el equipo trabajará muchas más horas, con el consiguiente perjuicio económico.

El segundo punto es el de la puesta a régimen de las cámaras. Si la conservación en atmósfera controlada tiene ventajas sobre la de atmósfera convencional, tal y como realmente sucede, hemos de conseguir las condiciones deseadas de atmósfera lo más pronto posible compatible con la capacidad del equipo de quemadores y absorbedores o cualquier otro sistema instalado. Es decir, hemos de poner las cámaras en las condiciones adecuadas de temperatura, oxígeno y anhídrido carbónico lo más rápidamente posible para obtener unos buenos resultados finales.

ELIMINACION DEL ETILENO

Ya hemos dicho que el etileno es una hormona vegetal gaseosa que afecta a la maduración y que es generada por el propio fruto. De ahí la necesidad de eliminar su presencia en el ambiente de la cámara y, también, de procurar que el fruto no lo genere, ya que en caso contrario el etileno endógeno (interior) del fruto será suficiente para desencadenar la maduración, incluso en el caso de que el ambiente estuviese libre del mismo.



Fig. 9.—El conocer el nivel de etileno en el interior de las cámaras es de interés,



Fig. 10.—Quemador para la eliminación de etileno de las cámaras frigoríficas.

Para que el fruto no lo genere es preciso recolectar antes del mínimo preclimatérico, pues ya hemos visto que en este momento es cuando la síntesis del mismo se dispara. Ahora bien, para determinar ese momento se han de realizar análisis del contenido en el etileno del aire de la cavidad carpelar y, para ello, se necesita un instrumental sofisticado (cromatógrafo de gases). También se ha recurrido a tratamientos químicos con productos frenantes de la madurez que, aparte del coste económico que representan, parecen tener problemas de toxicidad.

La eliminación del etileno del ambiente de las cámaras puede conseguirse de distintas maneras. Puede ser por oxidación del mismo mediante un material inerte embebido en permanganato potásico (MnO_4K), por oxidación catalítica mediante quemadores o, también, arrastrado por el agua al circular por el interior de una columna a contracorriente el aire de la cámara y el agua. Es deseable conseguir concentraciones no superiores a 1 ppm de etileno en el aire ambiente, ya que el umbral de saturación (punto a partir del cual la acción del etileno ya es máxima) se encuentra en el entorno de las 10 ppm. Hay que señalar que en atmósfera controlada se genera menos etileno, ya que la concentración de oxígeno es menor y su presencia es indispensable para su biosíntesis y, también, que el anhídrido carbónico actúa como frenante de su acción. Por otra parte, el carbón activo, que es el adsorbedor más utilizado, actúa también adsorbiendo algo de etileno, lo cual contribuye a bajar su concentración.



ALTERACIONES MAS FRECUENTES

Las alteraciones de las manzanas se dividen en dos grupos: fúngicas y fisiológicas. Las primeras están causadas por un agente patógeno (hongo) y se conocen como podredumbres, mientras que las segundas corresponden a desórdenes metabólicos no presentando agente patógeno alguno y se conocen como fisiopatías.

La mayor parte de las podredumbres están causadas por el *Penicillium expansum*, que produce unas manchas de desarrollo muy rápido y deprimidas debajo de las cuales la pulpa de la fruta tiene un reblandecimiento acuoso. También sucede que, a veces, entra líquido del tratamiento en la zona carpelar por no estar bien cerrado el canal calicino y la podredumbre empieza en el corazón del fruto desarrollándose hacia el exterior sin que sea visible hasta el último momento.

Otras podredumbres están causadas por *Alternaria sp.* (produce manchas negruzcas, secas y de desarrollo lento), *Botrytis cinerea* (manchas de rápido desarrollo, al principio de color



Fig. 11.—Podredumbres causadas por el *Penicillium expansum*.



Fig. 12.—Estado final de una podredumbre causada por *Rhizopus nigricans*.

marrón y al final más hacia el gris, de consistencia no acuosa). *Rhizopus nigricans* (podrido de color marrón que descompone la carne dando al final y sobre la superficie del fruto unos filamentos blancuecinos provistos de una cabeza negra) (figura 12).

Para luchar contra las podredumbres hay que actuar preventivamente en tres campos: a) recolección, manejo y transporte lo más cuidadoso posible tal y como señalamos al hablar de estas tareas; b) limpieza y desinfección de envases y cámaras previos a la entrada en contacto con la fruta. Estas tareas deben realizarse anualmente y con productos de eficacia probada. Hay que tener en cuenta que la limpieza es básica y evita la dispersión de esporas por todo el recinto; c) tratamientos fungicidas específicos con productos autorizados después de haber cosechado la fruta. En este caso habría que tratar con productos a los que, en cada central concreta, no hayan aparecido resistencias por parte de la flora patógena.

En cuanto a las alteraciones fisiológicas vamos a ver un poco más detalladamente las principales:



a) **Escaldado común** (scald).—Es un oscurecimiento de la piel producido por la oxidación de una sustancia presente en las ceras de la piel, el α -farnaseno, que no alcanza a la carne del fruto y que, por tanto, no afecta a sus características comestibles, pero sí, y mucho, a su aspecto. Hay una sensibilidad varietal muy marcada (Granny Smith, Red Delicious, Belleza de Roma, etc.); en éstas, las zonas peor coloreadas son las más susceptibles. La lucha ha de ser preventiva mediante el empleo de productos antioxidantes (etoxiquina y difenilamina) (ver fig. de la portada).

b) **Mancha amarga** (bitter pit).—Se trata de una alteración que produce manchas pequeñas, de 1,5 a 5 mm. de diámetro y forma irregular, aunque con tendencia a ser redondeadas, de color verdoso, rodeadas a veces de un halo difuso de color marrón. Posteriormente la piel cambia hacia el marrón-rojizo, llegando a ser muy oscura, casi negra. Las manchas están ligeramente deprimidas y los tejidos subyacentes se presentan esponjosos, secos y de un color marrón claro. Cuando el ataque es muy intenso, o muy precoz, la alteración no sólo se presenta en la superficie del fruto, sino también en las capas más interiores y hasta en el corazón (ver fig. 13).

La causa es un empobrecimiento relativo en calcio y todo aquello que contribuya a esta carencia relativa favorece la alteración, como por ejemplo: árboles jóvenes y vigorosos, poca cosecha y poda severa (alta relación hojas/frutos), patrones



Fig. 13.—Mancha amarga.



Fig. 14.—Vitrescencia.

débiles o enanizantes, abonados altos en potasio y magnesio o riegos con aguas ricas en dichos elementos, aplicación excesiva o tardía de nitrógeno, irregularidad en la alimentación de agua (periodos de sequía combinados con riegos abundantes). También los frutos muy gruesos son más sensibles como efecto de la dilución excesiva del calcio.

En post-recolección lo único que se puede hacer es añadir al baño fungicida calcio en forma de cloruro (Cl_2Ca) al 2-3 por 100. Hay que tener en cuenta el problema de compatibilidad con los otros productos (fungicidas y antiescaldado), así como la posible fitotoxicidad respecto a la variedad y origen de la fruta.

c) **Vitrescencia** (watercore).—En este caso la pulpa adquiere el aspecto de tener vidrio en su pulpa («manzanas heladas») como consecuencia de la salida del jugo celular a los espacios intercelulares. La distribución es irregular, aunque preferentemente aparece en la zona ecuatorial. La alteración se inicia en el interior alcanzando posteriormente la superficie del fruto. Si la alteración no es muy importante y las circunstancias ambienta-



Fig. 15.—Escaldado blando.



Fig. 16.—Descomposición de la pulpa.

les son favorables puede haber una reabsorción celular y quedar el fruto normal (ver fig. 14).

Factores que favorecen son la alta insolación y fuertes calores, así como el elevado vigor vegetativo de la plantación y los riegos abundantes.

d) Daños del frío (chilling injury).—Se trata de daños causados por efecto de temperaturas de conservación excesivamente bajas, pero sin que las mismas lleguen a alcanzar, ni mucho menos, la temperatura de congelación. El rango de temperaturas sensibles es el de 0 a 4°C, en el caso de las manzanas; cuanto más largo es el período de conservación más probable es que se presente la alteración.

Estos daños del frío reciben distintos nombres, según cuales sean las zonas del fruto afectadas y según sus características:

- corazón rosado o corazón marrón (core flush o brown core), si en la zona del corazón, entre las cavidades carpelares, se presentan unas manchas de color rosado (marrón claro);
- escaldado blando (soft scald), cuando en la zona central del fruto aparecen una serie de manchas de color marrón con

límites bien marcados que afectan también a la pulpa subyacente (fig. 15);

- descomposición por baja temperatura (low temperature break-down), cuando hay una coloración marrón difusa del tejido cortical del fruto que muchas veces va acompañada de harinosidad.

El que se presente una u otra sintomatología depende no sólo de la variedad, sino también del estado de desarrollo del fruto, de las condiciones climáticas y culturales, etc. La aplicación de la atmósfera controlada no supone siempre garantía de prevención, sino que, a veces, y debido a la aplicación del CO_2 , incrementa los daños. Sin embargo, la reducción de la humedad ambiental sí ha beneficiado la conservación.

La resistencia de los frutos a la alteración parece estar relacionada con la composición de las membranas celulares. Los frutos sensibles al frío tienen un menor contenido en ácidos grasos insaturados en sus membranas que los resistentes. Esa sensibilidad de la membrana lleva a un aumento de la síntesis de etileno y de la intensidad respiratoria, a un aumento de la permeabilidad de la membrana al paso de solutos, etc., que son los que, finalmente, favorecen la aparición de las distintas alteraciones.



MINISTERIO DE AGRICULTURA,
PESCA Y ALIMENTACION

DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION
Y CAPACITACION AGRARIAS

Servicio de Extensión Agraria
Corazón de María, 8 - 28002-Madrid

Se autoriza la reproducción **íntegra** de esta publicación mencionando su origen: «Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación».