



CAPÍTULO 12 MANEJO DE POSCOSECHA

12.1. MADURACIÓN Y COSECHA DEL FRUTO

Maduración

La maduración es el proceso metabólico y fisiológico a través del cual un fruto verde, firme, ácido, poco azucarado y astringente se transforma en uno coloreado, relativamente blando y de sabor atractivo, es decir, se convierte en un fruto con calidad estética y comestible.

Para determinar el momento óptimo de cosecha, conocer la calidad y evaluar la capacidad de conservación de la fruta, es necesario definir una serie de parámetros conocidos como “índices de madurez”. Estos, en general, no se utilizan por sí solos, y siempre es deseable emplearlos conjuntamente con el fin de tener un conocimiento más real del estado del fruto.

Debido a que los índices de madurez no se pueden realizar con toda la fruta, deben determinarse sobre una muestra representativa del total. Esto quiere decir que cualquier medida que se tome de la muestra (firmeza, almidón, color, etc.) deberá tener un valor equivalente al que se obtendría sobre toda la fruta de la partida. La representatividad de la muestra se consigue cumpliendo dos condiciones: escoger bien los frutos y que su número sea el adecuado.

Muestreo de los frutos en el campo

Este muestreo se realiza para determinar el momento óptimo de cosecha e identificar cuáles son los lotes que se maduran anticipadamente. Es importante comenzar con los muestreos unos días

antes de la fecha probable de inicio de cosecha, debido a que ésta se encuentra sujeta a variaciones entre un año u otro y puede adelantarse. Hay que tomar más de una muestra por semana, ya que la tasa de maduración de peras Williams es mayor que en otras especies y variedades.

Existen diferentes normas para la toma y conformación de la muestra. En general, la heterogeneidad de los frutos a nivel de la planta, su posición en ésta e incluso la disposición en la parcela, hacen muchas veces que la muestra sea insuficiente o poco representativa.

El número de frutos a muestrear dependerá de la densidad de plantación. Se sugiere recolectar al azar 20 frutos que se encuentren a la altura del hombro (1,40 metros), tanto del centro como de la periferia del árbol. Para ello se deben seleccionar al menos 10 árboles representativos del lote. Respetando estas normas se reduce la subjetividad en la selección de la muestra.

Es muy importante recorrer toda la parcela para seleccionar las plantas, que deberán ser representativas del tipo más frecuente y estar homogéneamente repartidas por toda la parcela (tener en cuenta el tipo de suelo, edad de las plantas, etc.). Asimismo, los frutos deberán ser representativos en cuanto a tamaño, color, estado sanitario, etc. y estar repartidos por toda la planta.

Es recomendable que se hagan los análisis correspondientes con el fin de comprobar el estado de madurez de la fruta de cada lote para la toma de decisiones sobre la extensión de la cosecha.

12.2. AUTORIZACIÓN DE LA COSECHA: PROGRAMA DE MADUREZ

El Programa Regional de Madurez es una herramienta legal y técnica a través de la cual productores, técnicos, empresarios y representantes del sector público determinan el momento óptimo de cosecha para cada variedad de peras y manzanas. Definir estas fechas implica que la fruta no se puede cosechar antes del día establecido. Esta medida protege al consumidor, porque evita la compra de productos que no presenten la madurez adecuada para su consumo y técnicamente define el momento a partir del cual los frutos poseen los parámetros que garantizan la madurez fisiológica. Esto asegura

que tengan un comportamiento de poscosecha adecuado para su comercialización inmediata o durante la conservación. La fecha tentativa de cosecha es un pronóstico que se calcula sumando la edad del fruto promedio de los últimos diez años a la fecha de plena floración correspondiente a la variedad en la zona (Tabla 12.1). Está sujeta a modificaciones de acuerdo con las condiciones meteorológicas de la temporada.

En general, los datos históricos zonales muestran que, en las temporadas donde se retrasa la fecha de plena floración, la edad del fruto es menor, acortándose el ciclo necesario para alcanzar los índices de inicio de cosecha. Esto indica que con el retraso de la floración no se retrasa de igual manera la fecha de cosecha.

Tabla 12.1. Número de días de floración a cosecha (edad del fruto) de campañas para pera Williams en la zona de Alto Valle de Río Negro y Neuquén

Campaña	Fecha plena floración	Fecha de cosecha	Edad del fruto
1989/90	28-Sep	13-Ene	107
1990/91	28-Sep	13-Ene	107
1991/92	24-Sep	12-Ene	110
1992/93	26-Sep	10-Ene	106
1993/94	22-Sep	07-Ene	107
1994/95	04-Oct	15-Ene	103
1995/96	28-Sep	12-Ene	106
1996/97	21-Sep	08-Ene	109
1997/98	25-Sep	10-Ene	107
1998/99	29-Sep	11-Ene	104
1999/00	20-Sep	08-Ene	110
2000/01	06-Oct	15-Ene	101
2001/02	26-Sep	10-Ene	106
2002/03	25-Sep	06-Ene	103
2003/04	01-Oct	09-Ene	100
2004/05	22-Sep	10-Ene	110
2005/06	27-Sep	09-Ene	104
2006/07	25-Sep	09-Ene	106
2007/08	01-Oct	10-Ene	101
Promedio	27-Sep	10-Ene	105

Datos provenientes del Programa Regional de Madurez- INTA Alto Valle

12.3. ÍNDICES DE COSECHA Y SU EVOLUCIÓN

Es importante realizar la determinación de todos los índices de madurez para evaluar el estado y la condición de los frutos. Sin embargo, para la determinación del momento de cosecha fundamentalmente se utilizan los valores de firmeza. Los valores recomendados para el inicio de cosecha de pera Williams son:

- Firmeza: 19-21 libras
- Degradación de almidón: 20-25%
- Sólidos solubles: >10%
- Acidez titulable: 3-4 g/l

Los frutos tienen un promedio de caída de firmeza de 1 a 1,5 libras semanales durante el período de cosecha (Figura 12.1). La cosecha se inicia habitualmente con valores de firmeza promedio de 20-21 libras, llegando a 15 libras de promedio para la última semana de enero. Debe tenerse en cuenta que algunas mediciones de firmeza pueden resultar engañosamente mayores si la fruta llega desde el campo con cierto grado de deshidratación.

- Límite exportación ultramar: 15 libras
- Límite países limítrofes: 12 libras

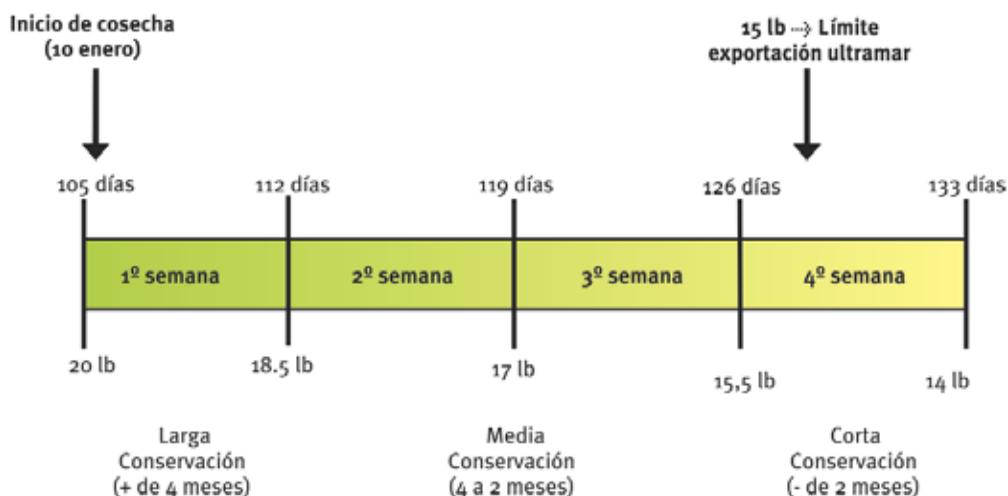
Debido al rápido avance de la madurez en esta variedad, para mantener una buena conservación y condición comercial no es recomendable extender la cosecha más allá de la última semana de enero, aún con firmeza de pulpa aceptable.

Se ha observado que a igual valor de firmeza del lote, a medida que aumenta la edad del fruto disminuye el potencial de conservación, con la aparición de fisiopatías asociadas a la sobremadurez (decaimiento interno de la pulpa).

La posición que ocupan los frutos dentro del árbol influye sobre la maduración, siendo las zonas altas y más expuestas al sol las que maduran antes y sobre las que se debe priorizar la cosecha temprana. Es importante registrar la firmeza promedio y además la firmeza más baja dentro del lote (de la pera más madura), porque en conservación una fruta madura acelera el proceso de maduración del resto y perjudica el lote.

En líneas generales, puede estimarse que las firmezas máximas se encuentran 2 libras por sobre los valores promedio de un lote, mientras que las mínimas, 2 libras por debajo. La tasa de ablandamiento por día es de 0,2 libras y el comportamiento es similar en los frutos con firmezas máximas, medias o mínimas, es decir que cada 5 días se pierde 1 libra (aproximadamente 1,5 libras semanales). Por lo cual, si la cosecha se inicia cuando la fruta tiene 20 libras, después de 15 días se habrá llegado a un valor de 17 libras de promedio, pero con firmezas mínimas de 15 libras que pueden comprometer el destino del lote. Es muy importante tener en cuenta los valores de firmeza mínimos dentro del lote y el porcentaje de frutos con esos valores.

Figura 12.1. Caída de firmeza del fruto



Se recomienda que la fruta tenga una firmeza promedio de 16 libras al ingresar al empaque, de manera de poder cumplir con los límites de embarque establecidos para la exportación de ultramar (15 libras).

En cosechas tardías, con edad de fruto avanzada, se pueden estar ingresando lotes con fruta en diversos estados de madurez, lo cual puede tener consecuencias negativas en la conservación prolongada. Por eso, en especial en lotes de cosechas tardías, utilizar los valores promedio de firmeza del lote puede ocultar situaciones de madurez heterogénea. Hay que tener en cuenta que la fruta de firmeza inferior es la que pone en riesgo la conservación y comercialización del conjunto del lote. Generalmente esta fruta es la responsable de los reclamos, cuando ha cambiado su color y muestra síntomas de sobremadurez, aún cuando el resto de la caja presente buena condición comercial. Por ello, en cosecha, además del valor promedio de firmeza, un parámetro útil para evaluar esta situación podría ser considerar los valores de firmeza que presenten los 5 frutos de firmeza más baja (tamaño de la muestra: 20-30 frutos) y la dispersión entre estos valores y el promedio.

Ejemplo: si el 20% de la muestra tiene una firmeza inferior al límite propuesto para la larga conservación, esta fruta se debería tipificar como de una condición inferior (mediana conservación).

Otras determinaciones que normalmente se realizan (degradación de almidón, acidez titulable, sólidos solubles y color) no son buenos indicadores de la madurez debido a la variabilidad que presentan entre temporadas y a la baja variación durante el periodo de cosecha.

La degradación de almidón se realiza mediante el test de lugol, comparando la tinción de los frutos muestreados con tablas para la variedad. Este índice varía entre el 10-20% al iniciarse la cosecha y muestra una rápida disminución a partir de la primera semana (110 días) (Figura 12.2).

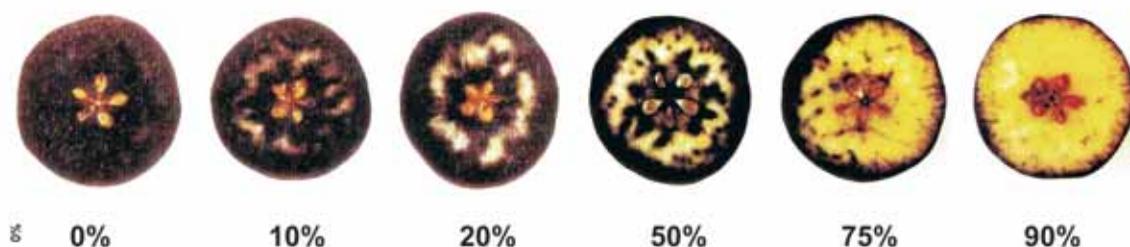
Los sólidos solubles aumentan en el periodo de cosecha a partir de valores cercanos al 10% hasta valores del 12%. La acidez titulable (gramos de ácido málico por litro) desciende desde 4,5 g/l al momento de inicio de cosecha hasta valores inferiores a 3,8 g/l.

A lo largo del período de cosecha, las peras Williams no presentan variaciones importantes en el color de fondo, por lo cual éste no sería un buen indicador del inicio de cosecha. Durante la mayor parte del período de cosecha los frutos se mantienen entre los colores 2 y 3 de la tabla CTIFL de pera. A medida que avanza la cosecha empieza a predominar el color 3 y a partir de la última semana de enero y primera de febrero empiezan a observarse en una proporción variable frutos en estado de maduración avanzada que se corresponden con el color 4 (a veces 5).

Los colores de la tabla de CTIFL son:

- C1: verde muy intenso
- C2: verde intenso
- C3: verde
- C4: verde claro
- C5: verde amarillento
- C6: verde amarillento claro
- C7: amarillo verdoso
- C8: amarillo

Figura 12.2. Escala de degradación de almidón en pera Williams.



12.4. COSECHA: RECOMENDACIONES, CRITERIOS Y CUIDADOS, TRANSPORTE ADECUADO

Se aconseja:

→ Dar a los cosechadores indicaciones precisas, indicando tanto la fruta a recolectar como aquella a dejar en la planta debido a la presencia de defectos claramente visibles, de manera de pre-seleccionar la fruta desde el campo.

→ El operario debe tomar el fruto suavemente y mediante una leve torción hacia arriba lo desprende de la rama fructífera. Se debe evitar presionar la fruta con los dedos. La separación debe producirse en la unión del pedúnculo con la rama, por la presencia de una zona natural de abscisión. La fruta debe recolectarse con pedúnculo completo y sin hojas.

→ Es recomendable que las uñas estén cortas para evitar daños, ya que cualquier lesión aumenta el riesgo de podredumbres, al igual que en las operaciones de selección y embalaje.

→ Para prevenir la caída de frutos maduros, cosechar primero la fruta de la parte baja del árbol y luego colocar la escalera para cosechar la fruta de la parte alta.

→ No debe recolectarse la fruta cuando está mojada o muy húmeda. No se deben recolectar frutos del suelo. Los frutos no deben presentar pudrición ni heridas abiertas.

→ Es requisito indispensable cosechar fruta de madurez homogénea, respetando las indicaciones de los índices de madurez recomendados para esta variedad. Para ello, es importante identificar los lotes que suelen madurar con anterioridad. De la misma forma, prestar atención a las zonas del árbol que maduran antes debido a su mayor exposición al sol, como suelen ser las zonas altas o la cara norte del árbol en las plantaciones orientadas este-oeste.

→ No sobrecargar el cosechero. Ajustar las sogas del cosechero de manera que el largo de la bolsa no supere la altura de las rodillas, para evitar golpes en los frutos al caminar.

→ La carga y el vaciado de los cosecheros deben realizarse cuidadosamente para prevenir golpes y daños por pedúnculo.

→ Debe reducirse al mínimo el número de manipulaciones (número de trasbordos), ya que se incrementa la cantidad de lesiones. Los frutos golpeados tienen una maduración más rápida a causa de una mayor intensidad respiratoria.

→ Acolchar los cosecheros y los bins revisitiéndolos para evitar los daños por abrasión, y verificar que el revestimiento esté en buen estado.

→ Mantener el interior de cosecheros y bins limpio de ramas, pasto u otros residuos que puedan dañar la piel de los frutos o incrementar las heridas por impacto. Asimismo, conservarlos limpios de polvo y tierra para evitar daños por abrasión o roce. También deben extremarse los cuidados para impedir la contaminación de los frutos con residuos orgánicos. La presencia de semillas es una limitante para la comercialización de fruta en ciertos mercados.

→ Descargar la fruta de forma que quede bien distribuida y no ruede desde zonas con más fruta a zonas vacías del bin. No sobrepasar la capacidad de los bins para evitar daños por compresión durante el apilado. Evitar remover la fruta durante la preclasificación en bins.

→ Cosechar la fruta durante las horas frescas del día y mantener los bins a la sombra. Disponer de un adecuado transporte y logística contribuye a reducir la carga de calor de campo y el costo de enfriamiento.

→ La fruta cosechada debe llegar cuanto antes al galpón de empaque. No dejar los bins con fruta en la chacra de un día para el otro. Permitir que la fruta esté afuera durante la noche en los bins y camiones no bajará su temperatura significativamente, y el tiempo perdido en alcanzar su temperatura de conservación afectará su vida posterior. De interrumpir la jornada de trabajo, no dejar la fruta en el monte al mediodía.

❖ Los bins llenos no deben exponerse directamente al sol, ya que unos pocos minutos de exposición elevan considerablemente su temperatura. En términos generales, un fruto expuesto al sol se encuentra unos 5-7°C por encima de la temperatura ambiente, debido a su propio metabolismo.

❖ Cubrir los bins con media sombra previene la exposición directa al sol y al polvo. Si es posible, la malla debe ser blanca ya que el color negro favorece el incremento de la temperatura. Las mallas cobertoras no deben estar en contacto con la fruta y deben permitir la circulación de aire. No cubrir la fruta del bin con ramas, pasto ni rastrojos.

❖ Si es posible, lavar la fruta en la chacra para eliminar polvo y favorecer un enfriamiento durante el transporte al empaque. Desde el punto de vista sanitario, debe tenerse en cuenta la calidad del agua utilizada. Esta operación no deberá realizarse si el transporte implica largos recorridos por caminos de tierra.

❖ Una menor presión en las ruedas del tractor ayuda a disminuir los daños por impacto durante el transporte de los bins, sobre todo si el estado de las calles no es bueno.

❖ Se recomienda el uso de camiones simples para pocos bins (chasis) o semi-remolques para mayor cantidad de bins, y no utilizar estas opciones con acoplado. El camión debe circular a baja velocidad y el sistema de amortiguación debe estar en perfectas condiciones, siendo el sistema de suspensión por aire el más indicado.

12.5. COSECHA EN PASADAS

La pera Williams se cosecha en pasadas debido principalmente a que es necesario que los frutos alcancen un calibre determinado. En un mismo momento, dentro de un lote conviven distintos tamaños de fruto, por lo que algunos son aptos para ser recolectados y otros deberán ser esperados para que continúen con su crecimiento. Los frutos de mayor calibre son más demandados por el mercado, con la ventaja de cosechar más kilos de fruta.

Cosechar en pasadas implica que en un lote se co-

sechará por un periodo de tiempo en distintas fechas, originando distintos estados de madurez de la fruta. Es probable que un porcentaje variable se coseche con madurez avanzada, con mayores daños por asoleado, más descarte y menor potencial de conservación. Sería recomendable que la cosecha de esta variedad no se prolongue más allá de los 20 días siguientes a la fecha del sello, lo que permite normalmente 3 pasadas separadas por una semana. En términos generales, debido a la proporción de calibres comerciales al inicio de la cosecha, se recolectan aproximadamente un 20% de los frutos comerciales en la primera pasada, 50% en la segunda y 30% en la tercera.

Un fruto con edad avanzada tiene menor capacidad para mantener su calidad fuera de la planta. Por lo tanto, cualquier desajuste en el manejo en la cosecha y poscosecha resiente aún más su potencial de conservación y condición comercial. Es prioritario realizar un manejo cuidadoso y preciso sobre la fruta de cosechas avanzadas, para evitar exponerla a condiciones de estrés. También lo es priorizar el procesamiento y enfriamiento rápido.

Las tareas de cosecha se deben ajustar a las recomendaciones descritas en el Manual de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y de higiene para la producción primaria (cultivo, cosecha), acondicionamiento, empaque, almacenamiento y transporte de frutas frescas, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.

12.6. ACONDICIONAMIENTO

Establecimiento de empaque

La reglamentación nacional establece que el proceso de empaque se debe efectuar en un establecimiento o galpón de empaque, y las personas o empresas empacadoras deben registrarlos y habilitarlos en el organismo oficial competente (SENASA).

Muestreo de los frutos en la llegada a la planta de empaque

Se realiza para conocer la calidad interna de la fruta antes de introducirla en la cámara frigorífica. Por ello, es necesario hacer el muestreo y el análisis con todo cuidado.

Antes de tomar la muestra se debe observar el mayor número posible de bins. Sería deseable ver toda la partida, con el fin de hacerse una idea del estado general de la fruta en sus diversos aspectos.

La muestra ha de variar de 10 a 20 frutos por carga (camión, remolque, etc.) en función de su tamaño. Es decir que, cuanto más grande sea la carga, más frutos hay que tomar y viceversa. Debe escogerse fruta de diferentes bins, excluyendo aquellos que tengan cualquier anomalía. Seleccionar frutos de tamaño comercial medio (tamaño 90-100), de manera de poder comparar los valores de firmeza entre lotes de diferente tamaño promedio.

Ingreso de la fruta al empaque

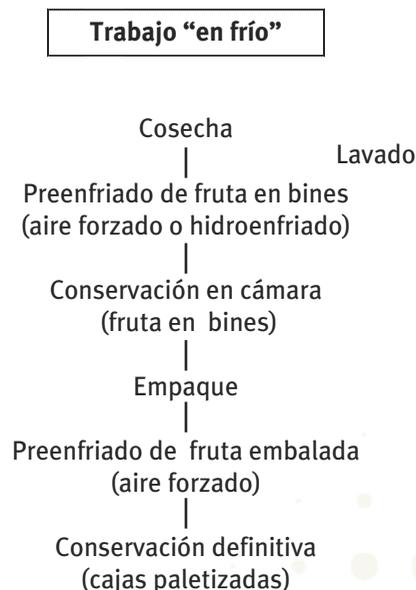
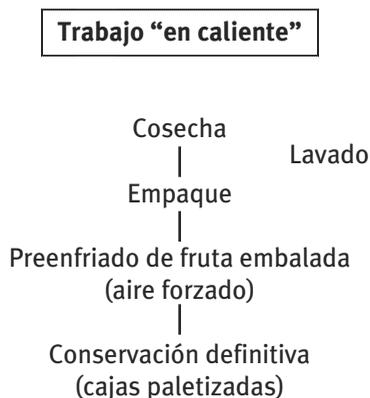
La fruta debe ingresar al empaque el mismo día de la cosecha y en el menor tiempo posible. Se recomienda realizar un lavado con agua limpia, para eliminar polvo y suciedad. Esta operación también permite iniciar un leve descenso de la temperatura de la fruta, por la evaporación del agua a temperatura ambiente. El lavado se lleva a cabo durante el tiempo suficiente para lograr un buen mojado de los frutos.

En general, en esta variedad no se realizan tratamientos de antiescaldantes y fungicidas en drencher. En el caso contrario, verificar que los productos aplicados estén registrados en el país de destino, y tener en cuenta sus límites de tolerancia.

Alternativas de manejo operativo

Una vez llegada la fruta al empaque deben priorizarse dos pautas de manejo imprescindibles para asegurar la buena conservación: llegar cuanto antes a la temperatura de conservación en pulpa y evitar fluctuaciones de temperatura (saltos térmicos). Para ello, lo más indicado sería procesar toda la fruta el mismo día de la cosecha. Cuando esto no es posible debido a que la cantidad de fruta que ingresa supera las posibilidades operativas del empaque, una parte deberá guardarse en frío hasta su proceso. De esta manera, existen dos modalidades de trabajo:

- **Trabajo “en caliente”**: la fruta se procesa al llegar del campo y sin enfriamiento previo. Luego se enfría en cajas previamente paletizadas.
- **Trabajo “en frío”**: la fruta proveniente del campo se enfría en bins y se procesa luego de un período de conservación en cámara.



El proceso “en caliente” está determinado por el flujo de ingreso de fruta al empaque. Por lo tanto, la discontinuidad del ingreso puede afectar la logística de trabajo.

El proceso “en frío” de un lote implica hacerlo sobre la totalidad de fruta de ese lote. Esto significa que se enfriará un porcentaje de fruta que con posterioridad será descartada comercialmente, lo cual significa un costo adicional. Además, con esta alternativa de trabajo se producirán “saltos térmicos” en la temperatura de la fruta.

Se debe tener en cuenta el manejo de los *pallets* en aquellos tamaños extremos (muy grandes o muy pequeños), para evitar fluctuaciones de temperatura, ya que con frecuencia estos tamaños son completados en dos o tres jornadas de trabajo.

12.7. ENFRIAMIENTO DE LOS FRUTOS

Para mantener la calidad, el manejo de la temperatura después de la cosecha es particularmente importante en el caso de variedades precoces como Williams. El objetivo del enfriamiento en poscosecha es disminuir la tasa respiratoria y, por lo tanto, extender la vida de la fruta durante el almacenamiento. Mientras más alta sea la temperatura, mayor será la tasa de respiración y más acelerado el ablandamiento. Un retraso en el enfriamiento disminuye el potencial de conservación, así como incrementa la incidencia de decaimiento interno. La demora en el ingreso al frío resulta muy perjudicial, y sus efectos son potenciados si está acompañada de bajas tasas de enfriamiento.

Existen dos fuentes de calor que afectan a los frutos:

- Calor de campo: es aquel que la fruta adquiere por estar expuesta a las condiciones de campo: temperatura ambiente, exposición al sol, etc.
- Calor de respiración: es la fracción de calor emitida por los frutos debido a su propia actividad metabólica (respiración).

El calor de campo es la fracción más importante al momento de llegar la fruta desde el monte. Este calor se remueve al llegar la fruta al empaque y es el que más energía requiere para ser eliminado. Por

ello, tiene que ser lo más bajo posible al momento de enfriar la fruta, y su eliminación debe realizarse a través de un método rápido y eficiente. Para eliminar el calor de respiración se requiere menos energía, que es la necesaria para mantener una temperatura de régimen constante en cámaras de conservación.

El tiempo entre la cosecha de la fruta y el inicio del enfriado debe ser mínimo, en lo posible dentro del día de la cosecha, ya sea de fruta en bins o emballada. En este sentido, es recomendable efectuar un preenfriado mediante *hidrocooling* o aire forzado.

Para alcanzar las temperaturas de régimen de forma eficiente y rápida desde el punto de vista energético, las temperaturas de la fruta deben ser lo más bajas que sea posible antes de iniciar el proceso definitivo de conservación. Mediante el preenfriado se tiene que lograr reducir la temperatura inicial de la fruta en 7/8. Por ejemplo, si los frutos llegan del campo con 30°C y la temperatura de conservación es de -1°C, con el sistema de preenfriado puede ser suficiente alcanzar los 3-4 °C. De esta manera se elimina la mayor parte del calor de campo en un tiempo reducido, con menores costos energéticos y uso más eficiente de la infraestructura disponible. Eliminar la siguiente fracción de calor (1/8) demora la misma cantidad de tiempo que reducir los primeros 7/8. Luego del preenfriado se pasa a un período de estabilización en cámara y se procede a la conservación definitiva de los frutos.

12.7.1. Sistemas de preenfriado

El tiempo transcurrido desde la cosecha hasta que se obtiene la temperatura deseada en el núcleo del fruto tiene un papel fundamental en la posterior capacidad de conservación.

Aquí se distinguen dos etapas. La primera va desde la cosecha hasta el ingreso al frigorífico, y su manejo depende de la logística de cosecha, transporte y organización de la planta de empaque. La segunda, que transcurre desde el ingreso al frigorífico hasta lograr la temperatura de núcleo del fruto deseada, depende del sistema de enfriamiento.

En general, la temperatura de la fruta es más alta que la del aire y debe determinarse con termómetros de pulpa (“pinchafruta”).

Cualquiera sea el método usado, se debe buscar enfriar lo más rápidamente posible con el uso mínimo de trabajo y energía. La velocidad de enfriamiento difiere entre los tres métodos más utilizados: cámara, aire forzado e *hidrocooling*.

a) Enfriamiento en cámara frigorífica

Es el método más tradicional de enfriamiento y el menos eficiente. Es recomendable su uso en bines y no en fruta embalada, ya que el enfriamiento puede prolongarse demasiado.

Pueden utilizarse temperaturas de aire lo más bajas posible (hasta -7°C), siempre y cuando se monitoree la temperatura en la pulpa para prevenir problemas por congelamiento.

El dimensionamiento de la cámara deberá ajustarse a la cantidad de fruta a enfriar, de manera de llegar a los $7/8$ de la temperatura inicial en no más de 48 horas. En caso de no ser posible, se debe reducir el volumen de fruta a enfriar.

Se aconseja evitar el ingreso de fruta caliente en cámaras que contengan fruta fría, para evitar distintos estratos de temperaturas y el sobreenfriamiento de esta última.

b) Hidrocooling

Es el método más recomendable para enfriar fruta en bines. Consiste en mojar la fruta con agua tan fría como sea posible (normalmente entre 0 a 2°C).

El tiempo de permanencia en *hidrocooling* debe permitir el enfriamiento de la fruta hasta alcanzar valores cercanos a los $7/8$ de la temperatura inicial, ya que enfriar por debajo de estas temperaturas implica la pérdida de eficiencia del sistema.

El diseño del bin y su recubrimiento deben facilitar que el agua escurra para mantener un caudal de circulación adecuado. Se debe evitar la propagación de enfermedades fúngicas.

c) Aire forzado

El sistema de enfriamiento por aire forzado se basa en obligar la circulación del aire frío a través del producto y los materiales de empaque (cajas, bolsas, etc.). Esto se logra generando una diferencia de presión por medio de ventiladores que

extraen el aire dentro de los recipientes. De esta forma, el aire frío generado en la cámara es forzado a circular a través del material y del producto, aumentando la tasa de transferencia de calor.

La fruta embalada con bolsa se debería llevar a temperaturas lo más cercanas al régimen de conservación, dentro de las posibilidades de tiempos operativos e infraestructura del empaque, para luego ser trasladada a las cámaras de conservación definitivas.

12.8. MANEJO DE LA FRUTA DURANTE EL PROCESO DE EMPAQUE

Debe mantenerse un flujo de fruta constante y uniforme que permita optimizar el rendimiento operativo, realizar con eficiencia los tratamientos en la línea y reducir los daños mecánicos debidos a la acumulación de fruta.

❖ Sistema de volcado

Se aconseja elegir el sistema de volcado (en seco, hidromersor, ecovaciador) que minimice el daño mecánico ya sea por golpes o por abrasión. El volcado en agua es recomendable. Actualmente existen sistemas de volcado que evitan el uso de sales de flotación.

❖ Aplicación de productos en línea

En el caso de aplicar productos, asegurarse que estén registrados en el país de destino y tener en cuenta los límites de tolerancia de estos. El objetivo de la aplicación es lograr un residuo que sea efectivo y que no supere los límites máximos (LMR). Esto dependerá de la concentración de producto en el caldo, del tipo de sistema de aplicación empleado (alto o bajo volumen) y del tiempo de exposición de la fruta al producto. Es importante contar con sistemas de agitación que mantengan una concentración de producto homogénea en el tanque.

❖ Rolado

Las peras Williams son sensibles al manchado de la piel (rolado) debido a daños por roce y/o abrasión con las manos, recolectores, cajones, cepillos, etc.

Entre los factores que afectan la sensibilidad de la fruta al rolado se pueden mencionar:

- Madurez a cosecha: siempre es recomendable cosechar dentro de los rangos de madurez óptima. La fruta muy verde o muy madura puede ser más sensible al rolado, por distintas causas.
- Madurez de la fruta al momento del proceso: cuanto más madura esté la fruta al pasar por la línea, mayor será su sensibilidad al rolado.
- Tiempo entre cosecha y proceso: la sensibilidad al rolado aumenta con el tiempo de permanencia en frío. Puede considerarse que después de 45 días de conservación, la fruta se encuentra en una situación de alto riesgo de rolado.
- Deshidratación: la fruta con mayor deshidratación es más sensible al rolado, debido al aumento en la rugosidad de su superficie.
- Temperatura de proceso: el trabajo de la fruta “en caliente” minimiza las pérdidas por rolado. En caso de trabajar con fruta proveniente de frío, se debe tener en cuenta que su temperatura aumenta a lo largo del proceso de empaque, por lo que se requiere un nuevo proceso de enfriamiento rápido. Es conveniente que la temperatura de la fruta al final del proceso de empaque no supere los 15°C, para evitar pérdidas de calidad y para reducir los tiempos de enfriamiento. De ser posible, estas operaciones deben realizarse en zonas climatizadas.

Recomendaciones para reducir los daños por rolado:

- Mantener la limpieza de la línea para eliminar residuos abrasivos como polvo, tierra, restos de cera seca, etc.
- Reemplazar el uso de cepillos por cintas y reducir la velocidad de trabajo a 25-30 rpm.
- En líneas donde también se procesen manzanas, adaptar las transferencias para el proceso de peras.
- Retirar las cortinas de manera de mantener un flujo de fruta constante.
- Garantizar un correcto secado de la fruta.

12.9. MATERIALES DE EMPAQUE

→ Tipo de cajas

Los envases utilizados, ya sean de madera, cartón o plástico, deben garantizar la correcta circulación de aire frío a través del producto. Para tal fin, es fundamental una mínima superficie de ventilación (troqueles) que favorezca tanto la circulación vertical como horizontal.

→ Tipo de bolsas

Es necesario el uso de bolsas para reducir la pérdida de peso por deshidratación. Ésta comienza desde que el fruto es separado de la planta, y cuando alcanza valores por encima de 4-6% se pueden observar síntomas externos como marchitamiento y arrugamiento de la piel, que reducen el valor comercial del producto. El porcentaje de pérdida de peso se calcula con respecto al peso inicial.

Para seleccionar el tipo de bolsa más apropiada a cada circunstancia, deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- La densidad del polietileno influye en la permeabilidad a los gases y al vapor de agua. El polietileno de alta densidad (PEAD) tiene una menor permeabilidad a los gases, por lo que permite una mayor modificación de estos (O₂ y CO₂) que el de baja densidad (PEBD). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que algunas combinaciones de gases pueden causar daño a los frutos. Si bien la permeabilidad al vapor de agua es menor en PEAD que en PEBD, ambos materiales logran mantener la deshidratación de la fruta en niveles comercialmente aceptables.
- El espesor de los materiales influye sobre la resistencia a la rotura y sobre la permeabilidad a los gases y al vapor de agua. A partir de los 20µ de espesor se obtiene suficiente resistencia. A medida que aumenta el espesor se reduce la permeabilidad y se incrementa el costo de la bolsa.
- La cantidad y el tamaño de las perforaciones (superficie perforada) influyen en la velocidad de enfriamiento y en la tasa de deshidratación. Cuanto mayor sea la superficie perforada, mayor será la velocidad de enfriamiento pero se reducirá el control de la deshidratación.

Las perforaciones permiten el intercambio de aire entre el interior y exterior de la bolsa, razón por la cual no hay descenso de O₂ ni aumento de CO₂. La conservación en atmósferas controladas implica el uso de bolsas perforadas para garantizar que la atmósfera dentro de la bolsa sea la misma que la generada en la cámara.

❖ El adecuado cerrado de las bolsas (plegado, torneado, encintado, etc.) es una condición necesaria para obtener los beneficios mencionados, principalmente cuando se pretende generar una modificación en el contenido de O₂ y CO₂.

❖ Para evitar toxicidad por exceso de CO₂ o ausencia de O₂ (anaerobiosis), la bolsa debe cerrarse con una temperatura de fruta tan baja como sea posible. De esta forma se alcanzará más rápido la temperatura óptima de conservación.

❖ Para asegurar la correcta maduración de los frutos, las bolsas sin perforar deben abrirse al finalizar la conservación, antes de exponer la fruta a temperatura ambiente.

12.10. CONSERVACIÓN

12.10.1. Muestreo de los frutos durante la conservación

Durante el proceso de conservación se debe efectuar un seguimiento de la fruta con el fin de evaluar tanto el estado actual como su potencial de comercialización. Los controles deberán ser más frecuentes en tanto y en cuanto más dudosa sea la partida en cuestión.

Se recomienda tomar 20 frutos por partida y hacer dos lotes iguales de 10 frutos cada uno. Sobre el primero se determinan los índices de madurez (firmeza, almidón, ácidos, azúcares, color, etileno, etc.) y calidad (interna y externa). El segundo lote se deberá mantener a temperatura ambiente unos 4-7 días, para simular el proceso normal de comercialización y conocer el estado en que esta fruta llegaría al consumidor. Esto es importante ya que en determinadas ocasiones la fruta que parece estar en buenas condiciones puede tener un deterioro muy rápido durante el proceso comercial. Es fundamental verificar que después del período de ma-

duración a temperatura ambiente la fruta alcance las características organolépticas distintivas de la variedad, que implican ablandamiento normal (4-5 libras de firmeza de pulpa), desarrollo de jugo y viraje del color verde al amarillo (hue menor a 100).

12.10.2. Condiciones de conservación

Temperaturas recomendadas en pulpa: -1°C +/- 0,5°C
Umbral de daño por congelamiento: -2,2°C a -1,7°C (dependiendo del contenido de sólidos solubles totales y del tiempo de exposición)

Humedad relativa ambiente: > 95%

Vida de almacenamiento: 3 a 4 meses (FC); 5 meses (AC)

a) Conservación en frío convencional

Bajo las condiciones citadas se podrá mantener la condición de las peras durante el período de almacenamiento óptimo, que dependerá del estado de madurez de los frutos en el momento de la cosecha. En la mayoría de los casos, el fin de la vida de poscosecha se debe al desarrollo de desórdenes fisiológicos como el decaimiento interno y la escaldadura de senescencia, los cuales se asocian a cosechas tardías, preenfriado insuficiente y condiciones de conservación inapropiadas o demasiado prolongadas.

El punto de congelamiento de la fruta disminuye a medida que aumenta el contenido de sólidos solubles, por lo que se reduce el riesgo de daños por congelamiento. No obstante, las temperaturas de conservación por debajo del umbral recomendado pueden provocar estrés por frío sin llegar a congelar la fruta.

b) Conservación en atmósfera modificada

La conservación en atmósferas modificadas (AM) se refiere a cualquier atmósfera con un contenido gaseoso diferente al del aire (21% de O₂ y 0,03% de CO₂). Se utilizan películas plásticas que crean de forma pasiva una atmósfera modificada, como resultado de la permeabilidad del film y la respiración del fruto. Dentro de las bolsas se generan condiciones de bajo O₂ y alto CO₂ que reducen la tasa metabólica, la pérdida de peso y la pérdida de calidad de las peras Williams, prolongando su vida en poscosecha. Sin embargo, este efecto no se extiende durante la vida en estante al simular las condiciones de comercialización.

Los menores niveles de oxígeno que se producen dentro de las bolsas reducen la pérdida de firmeza, acidez y color verde. Así mismo, se ha demostrado que los mayores niveles de CO₂ mantienen mayores valores de firmeza, mayor retención del color verde y menores porcentajes de podredumbres. Uno de los mecanismos por los cuales las atmósferas enriquecidas en CO₂ o reducidas en O₂ extienden la conservación de la fruta climatérica es por la supresión de la biosíntesis y acción del etileno.

Cabe mencionar que, además de las bolsas citadas, se encuentran disponibles en el mercado otras bolsas de marcas comerciales, con permeabilidad selectiva a los gases o impregnadas con adsorbedores de etileno.

c) Conservación en atmósfera controlada

Las atmósferas controladas (AC) permiten la conservación de pera Williams durante 5 meses. Los niveles de gases empleados en AC dependen de la madurez de la fruta. Un contenido de 1-3% de O₂ con 0-3% de CO₂ ha arrojado buenos resultados.

Las condiciones de AC retrasan la tasa de respiración, la producción de etileno, el cambio de color del verde al amarillo, el ablandamiento, el desarrollo de escaldadura superficial y la incidencia de podredumbres en peras. Sin embargo, pueden aparecer ciertos desórdenes inherentes a su uso, como el daño por alto CO₂ o bajo O₂, y problemas de maduración cuando las frutas se remueven de las condiciones de AC. Estas peras muestran pardeamiento de la pulpa, cavidades en los tejidos dañados y fermentación, que da lugar a la acumulación de acetaldehído, etanol y acetato de etilo y al desarrollo de sabores desagradables.

La AC contribuye a exaltar las características sensoriales intrínsecas del cultivar, al estimular la formación de ácidos orgánicos y la producción de jugo, y retarda considerablemente la senescencia y la aparición de decaimiento interno. Cuando el almacenamiento excede los períodos mencionados o las condiciones de conservación o la madurez de la fruta no han sido los adecuados, las peras Williams se tornan amarillas, pero la jugosidad y su excepcional calidad organolép-

tica desaparecen. Este comportamiento se conoce como “enfermedad del frío”.

d) Aplicación de 1-metilciclopropeno

El 1-metilciclopropeno (1-MCP) es una nueva tecnología de poscosecha que está disponible para uso comercial en frutos de pepita en Argentina desde 2002, bajo la marca SmartFresh®. En peras Williams, el 1-MCP inhibe la acción del etileno y consecuentemente reduce el ablandamiento, la pérdida de acidez y los cambios de color. Además, controla algunos desórdenes y podredumbres relacionados con la senescencia. El efecto del 1-MCP depende de la concentración utilizada, del grado de madurez de la fruta en el momento del tratamiento y de la duración de la conservación.

Las peras Williams deben tratarse con concentraciones sub-saturantes de 1-MCP, para retrasar la maduración durante el tiempo necesario y permitir la normal maduración durante la vida en estante, post conservación. De esta forma se garantizará que al momento de consumo alcancen las características deseadas por los consumidores: coloración amarilla, sabor dulce, aroma agradable, textura jugosa y ablandamiento normal (2-4 libras de firmeza de pulpa).

Es imprescindible seguir detalladamente las recomendaciones de uso del producto para este cultivar, las cuales se basan en el estado fisiológico de los frutos en el momento del tratamiento:

❖ Se podrán tratar frutos de madurez homogénea con firmeza de pulpa promedio superior a 17 lb y degradación de almidón hasta 40%.

❖ Los lotes altamente variables en su firmeza de pulpa y/o contenido de almidón pueden no responder de manera uniforme al 1-MCP. La madurez de la fruta a cosecha debe indicar que al menos el 90% se encuentre dentro de los niveles de firmeza de pulpa y almidón indicados en las recomendaciones.

❖ El intervalo máximo entre la cosecha y la aplicación debe ser de 6 (seis) días, con el fin de obtener buenos resultados con 1-MCP.

No es conveniente tratar la fruta que ha sido preenfriada en bines de madera, ya que la madera mojada adsorbe el 1-MCP y reduce la efectividad del tratamiento. De no ser posible el uso de bines plásticos, se recomienda aplicar mayores concentraciones.

Para alcanzar la madurez de consumo dentro de los 7 a 12 días de vida en estante a 20°C, las peras tratadas con 1-MCP deben permanecer un mínimo plazo de conservación de forma que pueda revertirse el efecto inhibitorio de la acción de etileno. Es importante realizar un seguimiento del estado de madurez todos los meses, para tomar la decisión de comercialización.

Al igual que en todas las tecnologías de conservación, el manejo adecuado de la temperatura es un punto clave para el éxito del tratamiento con 1-MCP.

e) Atmosferas controladas dinámicas

A diferencia de las condiciones estáticas en las AC, la atmósfera controlada dinámica (ACD) permite ajustar periódicamente los niveles de O₂ para mantenerlos en el mínimo tolerado por la fruta en cada momento y sin provocar daños. De esta forma, el metabolismo de la fruta se reduce al mínimo, lo que favorece el mantenimiento de la calidad. Para tal fin es necesario contar con sensores que indiquen el momento a partir del cual las concentraciones de O₂ dentro de la cámara son demasiado bajas. Los sensores de etanol y fluorescencia de la clorofila han demostrado ser efectivos en detectar la presencia de estrés por bajo O₂ en frutas.

El proceso consiste en un barrido inicial de la cámara hasta alcanzar los niveles de O₂ comúnmente usados en AC y el descenso gradual posterior debido a la propia respiración de la fruta. La tolerancia de la fruta se irá monitoreando a través de los sensores y cuando estos indiquen el inicio de estrés por bajo O₂, se elevarán los niveles de ese gas en un 0.2%, iniciándose aquí un nuevo ciclo de descenso del O₂.

Transporte refrigerado

Al igual que en todas las etapas mencionadas, debe garantizarse que la temperatura de la fruta en la pulpa no sufra variaciones. Para tal fin es recomendable:

- Tener una playa de cargas refrigerada.
- Sacar la fruta inmediatamente antes de cargarla y realizarlo rápidamente.
- Enfriar el termorefrigerado o el *container* antes de la operación de carga.
- Implementar sistemas para el registro de las temperaturas en tránsito.

Planificación

Es importante realizar una planificación previa de las tareas de cosecha, transporte, empaque y preenfriado, cuantificando antes la capacidad operativa de cada uno de estos procesos. La coordinación de estas acciones permitirá optimizar los recursos y reducir pérdidas de tiempo que puedan perjudicar en forma severa la calidad de la fruta.