



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Centro Regional Patagonia Norte
Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle

Conservación prolongada de peras en bins: pautas y consideraciones para un nuevo desafío regional

Ing. Agr. Téofilo Gomila – Técnico poscosecha – EEA INTA Alto Valle

Ing. Agr. Jorge Aragón – Asesor privado – Janus S.A. Manejo y Consultoría en Poscosecha

Simultáneamente a la evolución de la fruticultura regional, el INTA Alto Valle junto a técnicos del sector privado han desarrollado pautas de manejo para el empaque de manzanas a lo largo de todo el año. Estas pautas fueron imponiéndose al sistema tradicional de empaque de temporada con el que se iniciara la fruticultura a mediados del siglo pasado. En la actualidad, como la producción de peras es similar a la de manzanas, estos cambios de volumen en la producción primaria requieren de otros en tecnología y manejo de poscosecha, más apropiados a las peras, especie por la que la región es reconocida en los mercados locales e internacionales.

Hasta hace pocos años las peras se empacaban en caliente (inmediatamente después de cosecha) o con menos de 30 a 90 días de cosechadas (según la variedad), para evitar las pérdidas de calidad que significaban un menor rendimiento del embalado. Año a año estos límites empiezan a ser de más difícil cumplimiento y actualmente nos enfrentamos a una coyuntura que tiene sólo una vía de salida: nuevas modalidades de tecnología y manejo poscosecha.

La conservación de peras en bins por lapsos prolongados es una tendencia creciente dentro de las operaciones de poscosecha de la región. Permite extender el periodo de empaque de peras, lo que optimiza el uso de la capacidad de empaque y mano de obra disponible y evita los altos costos por reempaque debido a pérdidas de calidad en fruta embalada, facilitando la adaptación a la diversidad de envases y presentaciones requeridos por los distintos mercados de destino.

El obstáculo principal para la conservación prolongada de peras en bins es la alta sensibilidad a la deshidratación de los frutos, que produce pérdida de peso y mayor susceptibilidad a los daños por rolado durante el proceso de empaque y transporte. La tasa de deshidratación de los frutos es variable y depende de la variedad, de la fecha de cosecha (mientras más temprana la recolección, mayor pérdida de peso), de la demora en el enfriamiento y de las condiciones de temperatura y humedad relativa durante el almacenamiento. En nuestra región, la variedad de pera más sensible a la pérdida de peso es Williams, seguida de Beurre D'Anjou, mientras que Packham's Triumph es la que presenta la menor sensibilidad. En cuanto a los daños por rolado, la pera Abate Fetel es la más susceptible, ya que una pérdida de peso superior al 1% aumenta significativamente la susceptibilidad a daños. En cambio, Packham's Triumph puede tolerar valores superiores al 4% de pérdida de peso con buena resistencia al empaque (rolado) y síntomas leves de arrugamiento de pedúnculo (Fotos 1 y 2).

Para prolongar el periodo de conservación de peras en bins se debe reducir la pérdida de peso de los frutos o deshidratación, que se produce de forma diferente en distintos momentos de la poscosecha:

- En el periodo entre la cosecha y el ingreso al frigorífico.
- Durante el enfriamiento.
- Durante la conservación.



El enfriamiento en bins: ¿Cómo afecta la demora en el ingreso, el llenado de la cámara y tiempo de enfriamiento en la pérdida de peso del fruto?

Durante el periodo desde la cosecha hasta el ingreso al frigorífico, el fruto sufre una alta pérdida de peso o deshidratación. **A 20°C y 40%HR un fruto de pera puede perder el 1,5% de su peso en 24 horas.** Por lo tanto, exponer a los frutos durante un periodo prolongado a estas condiciones tiene un efecto adverso, tanto en el avance de la maduración como en la pérdida de peso, por lo que la demora al ingreso al frigorífico y su enfriamiento deben ser lo más rápido posible. Como regla general, se debe ajustar el manejo de cosecha y enfriamiento para **alcanzar la temperatura de conservación de las peras en un plazo menor a las 24-48 horas desde la cosecha.**

Cuando ingresa el producto a la planta frigorífica, se puede optar por dos modalidades para el enfriamiento de los bins: **preenfriamiento por lotes** (carga única) o **enfriamiento definitivo** (carga continua).

La carga única consiste en ingresar a la cámara una cantidad determinada de producto, que será preenfriada hasta una temperatura cercana pero superior a la de conservación. Durante el enfriamiento y hasta el retiro de este lote a la cámara de conservación definitiva no se vuelve a ingresar producto caliente a la cámara de preenfriado. Esta es la situación más favorable desde el punto de vista del enfriamiento rápido y menor pérdida de peso, con una correcta combinación de carga de producto y capacidad frigorífica. Con esta modalidad, en una cámara correctamente dimensionada, con un llenado del orden del 20 a 40% de la cámara es factible tener el producto enfriado en 24 a 48 horas, con una pérdida de peso de aproximadamente 0,25% por día de enfriamiento. En la práctica se requiere un doble movimiento de bins para completar cámaras con fruta fría, por lo que deben considerarse los costos asociados a esta modalidad operativa.

La carga continua consiste en ingresar el producto caliente en días sucesivos, hasta el llenado completo de la cámara, que se convierte en la cámara de conservación definitiva. Esto significa que conviven en un mismo momento productos con distintas temperaturas y la diferencia entre ellas será mayor mientras más prolongado sea el periodo de llenado. Los frutos ingresados el primer día presentan una mayor pérdida de peso y mayor riesgo de congelamiento debido a que, aun cuando ya se encuentran a bajas temperaturas, siguen expuestos durante todo el periodo de llenado a condiciones de enfriamiento. Durante el periodo de llenado y enfriamiento, la humedad relativa puede disminuir por debajo del 60% con el ingreso de producto caliente, y raramente supere el 85%HR debido al funcionamiento continuo de los evaporadores en altas cargas, apertura de puertas, etc. Además, en los sucesivos días de llenado la demanda frigorífica va aumentando, por lo que también requiere de periodos crecientes de funcionamiento de los equipos. **Es fundamental no sobrecargar la cámara con un llenado rápido**, ya que se prolongan excesivamente los tiempos de enfriamiento con altas tasas de deshidratación. Por eso, en estos casos se debe encontrar para cada cámara la relación entre carga de producto y capacidad frigorífica, con el fin de determinar la tasa de llenado que permita el menor tiempo de enfriamiento posible. En general, una **tasa diaria de llenado del 20-25%** (entre 4-5 días de llenado) suele ser una buena combinación entre carga térmica y tiempo de enfriamiento. Sin embargo, aún así la



pérdida de peso puede ser superior al 1% al final del periodo de llenado de la cámara y enfriamiento. La inversión en equipamiento frigorífico es superior en esta modalidad, aunque el gasto operativo se reduce al evitar el doble movimiento.

Tradicionalmente, la región ha optado por el esquema de túneles de preenfriado-cámaras de conservación, disminuyendo la inversión en equipamiento. Nos encontramos así con cámaras de conservación de insuficiente capacidad frigorífica y obligada al doble movimiento. En la actualidad, con un manejo de cosecha más enfocado a la madurez óptima (siguiendo las recomendaciones del Programa Regional de Madurez) las decisiones de inversión se vuelcan a una carga continua de la cámara con enfriamiento definitivo.

Ambiente frigorífico: ¿cómo afectan las condiciones de conservación en la pérdida de peso de los frutos?

Luego del enfriamiento del producto se deben establecer lo más rápidamente posible las condiciones de conservación (temperatura, humedad relativa, circulación de aire, etc.). Estas condiciones son específicas para cada variedad y especie. En el caso de las peras, en general se recomienda la conservación a temperaturas por debajo de 0°C, manteniendo un margen de seguridad por encima del punto de congelamiento, con una humedad relativa del 92-95%.

Sin dudas, el factor más importante para reducir la pérdida de peso es el manejo de la humedad relativa de la cámara. **Con 90%HR se provoca el doble de pérdida de peso que a 95%HR en el mismo tiempo.** El ajuste y manejo de la humedad relativa dentro de la cámara es muy importante; sin embargo, requiere de instrumental de medición que permita su monitoreo, situación que por lo general necesita una mayor atención en los frigoríficos regionales.

El principal factor que determina la humedad relativa de la cámara es el “salto térmico”, es decir, la diferencia de temperatura que se produce entre el aire de ingreso y de salida del evaporador. Durante el periodo de funcionamiento del evaporador, la humedad relativa desciende en una relación directa con el “salto térmico”. El aire que ingresa pierde humedad, que será mayor mientras mayor sea su descenso de temperatura, y la recupera gradualmente en su paso a través de los envases, siendo los frutos quienes aportan la diferencia. Por lo tanto, la humedad que el aire “pierde” en el evaporador se convierte en pérdida de peso por deshidratación en los frutos. El agua retenida en forma de hielo por el evaporador requiere de ciclos de descongelado para evitar su acumulación, y estos ciclos son más frecuentes mientras mayor sea el “salto térmico”.

Con un descenso de temperatura de 4°C dentro del evaporador, la humedad relativa del aire desciende a aproximadamente 72% y sólo cuando el evaporador se detenga se volverá gradualmente a los niveles de humedad relativa original. **Un “salto térmico” de 0,5°C es apropiado cuando se quiere alcanzar una humedad relativa adecuada para larga conservación de peras en bins** (Grafico 1). Un reducido salto térmico requiere de un evaporador con alta superficie de intercambio y alto caudal de aire, lo que significa una mayor inversión en equipamiento frigorífico.



Para reducir el “salto térmico” en los **frigoríficos de amoníaco se debe regular la presión de evaporación del refrigerante**, a través de las válvulas de expansión. Existen diversos tipos de válvulas, con diferentes posibilidades de regulación. En cambio, en los frigoríficos de glicol es más simple controlar el “salto térmico” a través del **ajuste de la temperatura del glicol en la entrada y salida del evaporador**, debido a que el refrigerante se encuentra en forma líquida en todo el circuito. Por ello, se considera que una larga conservación de pera en bins resulta más adecuada en los frigoríficos con glicol.

Las características del evaporador y el periodo de funcionamiento son la clave del mantenimiento de una alta humedad relativa. En el caso de la conservación de peras en bins, se debe disponer de cámaras con una **alta relación de superficie de evaporación** con respecto al volumen de la cámara y un **alto caudal de aire**, ya que son más eficientes en el intercambio térmico y, en consecuencia, pueden operar con un menor salto térmico para una misma demanda frigorífica. El caudal de aire es el que determina la capacidad de intercambio del evaporador. Si se reduce el caudal de aire y con ello la capacidad de intercambio, se debe compensar con un salto térmico mayor para una misma demanda frigorífica, lo que produce una menor humedad relativa. Además, como el aire es el que transporta el calor, un menor caudal de aire significa que los evaporadores deben trabajar más tiempo para la misma demanda, produciendo el “salto térmico” durante un periodo más prolongado. Por lo tanto, **nunca se deben bloquear o anular ventiladores**, porque cuando se enciende el evaporador, esto produce una pérdida de superficie de intercambio térmico activa y un menor caudal, lo que genera un aumento del “salto térmico” o un mayor tiempo de funcionamiento, reduciendo la humedad relativa de la cámara.

Otro punto importante es **definir el régimen de frecuencia y tiempo de funcionamiento de los ventiladores** de forma independiente al encendido del evaporador. El esquema apropiado de automatización de los ventiladores es un régimen con dos caudales de aire diferentes: los ventiladores deben funcionar con su máximo caudal cuando está funcionando el evaporador, para intercambiar mayor cantidad de calor en el menor tiempo posible, con un “salto térmico” acotado. Cuando el evaporador se detiene, los ventiladores deben trabajar en un régimen distinto, independiente del evaporador y con un menor caudal, con el objetivo de que el movimiento de aire evite la estratificación de temperatura del aire. Esto permite uniformizar la temperatura del aire de la cámara y reduce la frecuencia de encendido de los evaporadores. Se debe establecer el caudal de aire mínimo necesario en relación al volumen de la cámara. El funcionamiento de los ventiladores puede ser continuo o por periodos fijos, según el requerimiento.

Cuando se cuenta con equipos con ventiladores de una sola velocidad (que es el caso más común en nuestra región), su encendido podría resultar en un movimiento de aire excesivo. En estos casos puede resultar apropiado que sólo uno de los ventiladores del equipo funcione de forma independiente, mientras el resto está apagado. Esta recomendación es válida únicamente en aquellos casos donde el grupo de ventiladores tengan compartimentos separados entre ellos, para evitar circuitos cortos del aire que afecten la circulación del aire.



El ajuste y manejo de los ventiladores requiere instrumental para la medición de la velocidad y caudal de aire que permita su monitoreo y ajuste, así como el control y registro de los ciclos de encendido y apagado, situación que por lo general necesita una mayor atención en los frigoríficos regionales.

El **termostato** controla el encendido y apagado del evaporador de acuerdo con la temperatura de corte y diferencial de arranque definida. Su **ubicación** es un punto importante a tener en cuenta, ya que no debe estar expuesto a la influencia del intercambio de calor externo de la cámara. Debe estar separado de las paredes al menos 50 cm y evitar que se encuentre inmediatamente encima de la puerta. En general, **se coloca en la zona de retorno** (aspiración) de los ventiladores, que puede reflejar la temperatura promedio del aire luego de un ciclo de funcionamiento de los ventiladores. Otra alternativa es colocarlo enfrente del evaporador, para reflejar la temperatura mínima de la cámara durante el funcionamiento de estos. Independientemente de donde se ubica el termostato, la **temperatura de corte** debe ser la que se registra en el termostato cuando en algún sector de la cámara se produce la temperatura mínima de seguridad (se recomienda en 0,5 a 1°C por encima del punto de congelamiento) durante el funcionamiento del evaporador. La **temperatura de arranque** debe ser aquella que registra el termostato cuando en algún lugar de la cámara se alcanza la temperatura máxima recomendada para la conservación de cada variedad (en el caso de peras puede considerarse -0,5°C). Por ello, se debe monitorear cómo evoluciona la temperatura en distintos sectores y observar dónde se registran las temperaturas mínimas, máximas y qué valor alcanzan para el ajuste de la temperatura de corte y arranque del termostato. Siguiendo este procedimiento, **el diferencial de temperatura de corte y arranque óptimo debería estar alrededor de 0,5°C**, y no debería ser superior a 1°C. Si es superior, es posible que deficiencias en el estibado y movimiento del aire estén generando diferencias de temperatura importantes dentro de la cámara.

Durante el periodo de apagado del evaporador, el aire de la cámara va aumentando su nivel de humedad de forma gradual hasta alcanzar un valor máximo de equilibrio. Este valor de equilibrio debe estar dentro del rango adecuado de conservación para peras, y dependerá de las **características de la cámara**, hermeticidad, condición de las puertas, etc. Otros aspectos como el tamaño, ubicación y orientación de la cámara, exposición de paredes al sol directo, etc. que puedan aumentar el intercambio de calor externo y la estratificación, deben ser tenidos en cuenta ya que aumentan los ciclos de encendido de los equipos y la disminución de humedad relativa. Cámaras pequeñas tienen mayores fluctuaciones térmicas y un mayor gradiente de temperaturas por estratificación, debido a que el intercambio de calor por paredes, techo, piso y puerta es mayor con relación al volumen.

Aun ajustando las condiciones de conservación, un mayor periodo de la fruta en bins necesariamente aumentará la pérdida de peso, por lo que las peras serán más sensibles a daños por rolado. Para extender el periodo de conservación en bins son necesarias **modificaciones de la línea de empaque** que permitan reducir la incidencia de daños por rolado en frutos con alta sensibilidad. En la actualidad, la tendencia en la región es la instalación de líneas de empaque dedicadas preferentemente o en forma exclusiva para proceso de peras, priorizando su diseño y acondicionamiento para la disminución de los daños por rolado.



Conclusiones

Para una adecuada conservación de peras en bins por periodos prolongados se deberán considerar diversos factores con una perspectiva integral de la poscosecha. Entre ellos se pueden citar:

- Fecha de cosecha óptima.
- Evitar las cosechas tempranas.
- Mínima demora entre la cosecha y el ingreso al frigorífico.
- Alcanzar un rápido enfriamiento dentro de las 24-48 horas desde la cosecha.
- Considerar el enfriamiento por lotes o carga única como la mejor alternativa. En caso contrario, establecer la carga de la cámara en relación con la capacidad frigorífica, para alcanzar la mejor combinación entre tiempo de enfriamiento y tiempo de llenado.
- Establecer de forma rápida las condiciones de conservación.
- Utilizar cámaras con alta superficie de evaporación/volumen de cámara y alto caudal de aire.
- Evaluar la característica de la cámara (tamaño, hermeticidad, aislamientos, ubicación, exposición al sol, estado de puertas, etc.).
- Regular el “salto térmico” de los evaporadores, de acuerdo al refrigerante utilizado y el equipamiento disponible.
- Definir las variables de temperatura, humedad relativa y recirculación de aire adecuadas para cada variedad.
- Definir la ubicación del termostato y la temperatura de corte y arranque.
- Durante la conservación, reducir el funcionamiento de los evaporadores con ciclos programados de encendido de ventiladores para evitar la estratificación térmica y el encendido del evaporador.
- Automatizar los ventiladores con un régimen de caudal variable, de forma independiente al encendido de los evaporadores. Si no se dispone de esta alternativa, definir el caudal mínimo de recirculación para cada cámara, el periodo de encendido y el número de ventiladores de caudal fijo para lograrlo.
- Registrar y monitorear con instrumental apropiado las variables más importantes como: temperatura de aire y fruta, humedad relativa, horas de funcionamiento y parada de ventiladores y evaporadores, etc.
- Modificar la línea de empaque para reducir daños por rolado.

A modo de conclusión, podemos afirmar que es necesario introducir modificaciones en la tecnología de empaque y refrigeración y adaptar el manejo técnico de poscosecha a la creciente producción de peras, que nos obliga a prolongar los períodos de conservación en bins antes del empaque. Existen pautas de manejo y tecnologías probadas en la región y en otras zonas productivas para alcanzar este objetivo, que requieren de un proyecto constructivo enfocado a las nuevas pautas de manejo y conservación y una dedicada presencia técnica que las haga posibles.



Foto 1. Izq. Pera Packhams con deshidratación de 4%. Pedúnculo con agrietado en toda su longitud, sin ennegrecimiento y sin síntoma de arrugamiento en base de inserción y cuello del fruto. Der. Pera Abate Fetel con deshidratación de 1%. Pedúnculo levemente agrietado en la parte superior, sin síntoma de arrugamiento en la base de inserción y cuello del fruto.



Foto 2. Pera Abate Fetel con daño por rolado leve (izq.) y severo (der.) producido en línea de empaque.



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Centro Regional Patagonia Norte
Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle

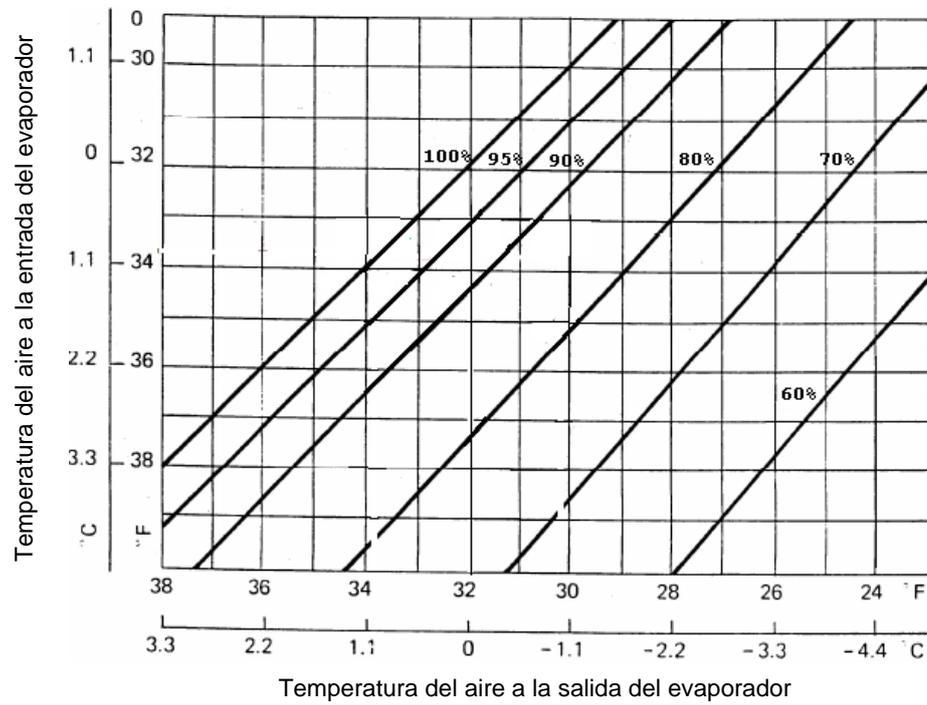


Grafico 1. Efecto del “salto térmico” en la humedad relativa de la cámara.