

*Nuevas herramientas
para la optimización
de la poscosecha de
la región*



En la región de Alto Valle la producción de peras y manzanas requiere de largos periodos de conservación con el objetivo de ampliar el período de oferta de las variedades que soportan esta práctica por varios meses. En éste período los frutos se exponen a numerosas causas de deterioro

Para extender el periodo de poscosecha sin pérdidas de calidad, entre los principales puntos críticos se pueden mencionar:

- Deficiencias al identificar con precisión el estado de madurez y capacidad de conservación de los frutos.
- Fallas en el seguimiento y pronóstico de la evolución de los frutos durante la conservación y posconservación.
- Desconocimiento de la fisiología de los frutos y del desarrollo de las principales fisiopatías de la conservación.
- No utilización de forma complementaria de las diversas estrategias de conservación disponibles para resolver las principales fisiopatías y pérdidas de calidad.
- Deficiencia en los procesos de la poscosecha (enfriamiento, aplicación de productos químicos, etc.).

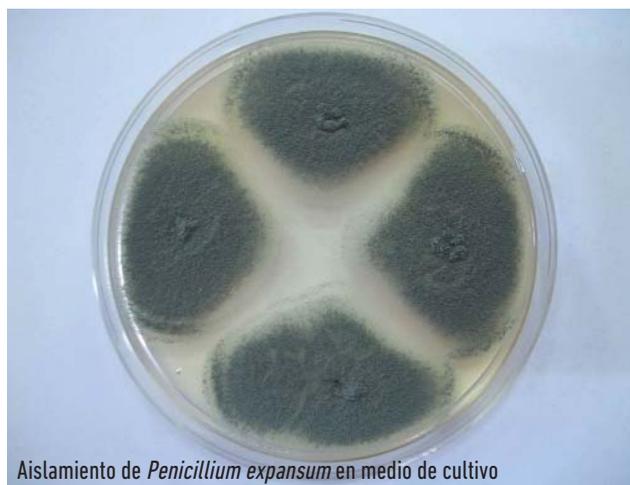
sigue >>

Estado de madurez

La madurez de los frutos es el principal factor que afectará su desarrollo durante la conservación. Un conocimiento preciso de su estado de madurez al momento de cosecha, a través de diversas herramientas, permite predecir su capacidad de conservación y la susceptibilidad a diversas fisiopatías. La madurez puede afectar la vida en poscosecha de los frutos ya sea porque estén inmaduros como porque ya el proceso de madurez ha avanzado más de lo conveniente. Las pérdidas pueden presentarse tanto por problemas fisiológicos como por la presencia de podredumbres ocasionadas por hongos.

En la región se cuenta con el Programa Regional de Madurez, que actúa como referencia para el seguimiento y modificación de las fechas de cosecha de las distintas variedades de pera y manzana. El programa permite que la información relevada mediante monitoreos semanales se vuelque y discuta en reuniones que se realizan periódicamente con los distintos participantes del sector frutícola, para posteriormente, en función de los avances de la madurez de los frutos informar al SENASA sobre la condición de la fruta y la necesidad o no de realizar modificaciones al calendario tentativo de cosecha.

Para realizar las determinaciones se utilizan presiómetros electrónicos FTA-Guss (Sudáfrica) para la medición de firmeza en pepita, Durofel para la medición en cerezas, un colorímetro digital Minolta para las evaluaciones de color de los frutos, además se utilizan otros índices de madurez, como acidez titulable y sólidos solubles. El seguimiento de las distintas variedades, ha permitido desarrollar tablas comparativas de degradación de almidón específicas para pera (Williams y Packhams) y manzana (Gala, Red Delicious y Granny Smith) y tablas comparativas de color específicas para cosecha de cerezas y peras.



Aislamiento de *Penicillium expansum* en medio de cultivo

Medición de etileno en frutos

El etileno es la hormona que desencadena los procesos de maduración de los frutos climatéricos, como peras y manzanas y su evolución determina el estado de madurez, su capacidad de conservación y susceptibilidad a fisiopatías de la poscosecha.

Mediante cromatografía gaseosa se realiza la medición de etileno de los frutos. La Tasa de Producción de Etileno (TPE) es la medición de la evolución del etileno en los frutos durante un periodo de tiempo. El estudio de los patrones de producción de etileno han permitido avanzar en el conocimiento de la situación fisiológica de la fruta al momento de cosecha, definir el estado de la fruta y su capacidad y limitantes de conservación. En peras Williams se logró establecer el estado de madurez de los distintos momentos de la cosecha y definir así la ventana óptima de cosecha para cada temporada, información que es utilizada para determinar la capacidad de conservación. La TPE también se utiliza para evaluar la efectividad de las aplicaciones de 1-MCP en cámaras comerciales.

La medición de la Concentración de Etileno Interno (CEI) es una medición puntual de la cantidad de etileno dentro de los frutos. Consiste en la extracción del etileno interno del fruto por vacío generado por una bomba dentro de una campana. Este valor es utilizado para definir el momento de cosecha y el periodo de conservación en manzanas. En peras, permite hacer el seguimiento durante la conservación, definir la salida de cámara de frutos tratados con 1-MCP, el manejo de reversión del efecto 1-MCP, la apertura de atmósferas controladas y pronosticar el comportamiento posterior del fruto, su expectativa de vida en estante, etc.



Medición de tasa de producción de etileno (TPE)

Herramientas para optimizar los sistemas de conservación

El resultado de los distintos sistemas de conservación depende del conocimiento y manejo de las variables que afectan su efectividad. En atmósfera modificada se han estudiado distintos materiales de bolsas y su efecto en la conservación: polietileno, films de permeabilidad selectiva, sistemas de cierre, espesor de la bolsa, tipo de perforaciones, efecto de la temperatura. Para optimizar el manejo en las atmósferas modificadas a nivel comercial y su efecto en la calidad de la fruta se requiere de la medición del desarrollo de la concentración de gases (oxígeno/dióxido de carbono).

En atmósfera controlada existen métodos que consideran sistemas de atmósferas dinámicas (ACD) y de bajo oxígeno (ULO y x-ULO), comprobando el efecto de distintas concentraciones gaseosas, la combinación con otras tecnologías como el 1-MCP y sus efectos en la maduración y aparición de fisiopatías en las principales variedades de pera y manzana de la región.

Otra tecnología posible es el uso de 1-MCP que requiere del conocimiento preciso del estado fisiológico de los frutos al momento de la aplicación, donde la medición de etileno (TPE/CEI) brinda información importante. La estrategia de aplicación en principales variedades de pera y manzana varía según los objetivos (tiempo de conservación, control de fisiopatías y reversión del efecto), y se puede ver modificada por ciertos factores como el tiempo de demora, estado de madurez, método de enfriamiento, materiales, condiciones de aplicación, que afectan su eficiencia.

La combinación de distintos sistemas de conservación para dar respuesta a las limitantes de conservación y reducción de pérdidas de calidad y fisiopatías (escaldadura superficial, etc.) requiere de información complementaria para el seguimiento adecuado. La medición de etileno de los frutos es una información importante para un manejo adecuado de los frutos (apertura de atmósfera y despacho, reversión de efecto de 1-MCP en peras, etc.) durante la conservación bajo sistemas combinados.



Medición de alfafarnasenos y trienos conjugados para pronóstico de escaldadura

Determinaciones de la fisiología de frutos

El conocimiento de las causas de las principales fisiopatías (p.e: escaldadura superficial) permite pronosticar de forma anticipada su desarrollo durante la conservación para ajustar el manejo de poscosecha a cada situación. Líneas de investigación recientes sobre el desarrollo de escaldadura superficial han demostrado que existen valores de umbrales de contenido de alfafarnasenos y trienos conjugados para el desarrollo de escaldadura superficial, que permiten un pronóstico anticipado del riesgo de su aparición en distintas variedades. El muestreo de frutos y la evaluación en el momento oportuno permiten conocer con mayor precisión el estado fisiológico y determinar de forma anticipada el riesgo de escaldadura superficial.

Prevención y control de enfermedades

Las podredumbres son unas de las principales causas de pérdidas de calidad durante la poscosecha. Los patógenos que provocan las podredumbres pueden acompañar la fruta ya en el ingreso al empaque, porque se desarrollan en campo o pueden contaminarse en alguno de los procesos propios de la clasificación, el empaque o la conservación. El nivel de carga de inóculo en distintos puntos del proceso de poscosecha determina en gran medida el riesgo de podredumbres. El monitoreo con placas para determinar el nivel de contaminación en agua, aire y superficie de plantas de empaque y cámaras frigoríficas, permite conocer la carga de inóculo y además evaluar la eficiencia de las técnicas y productos de limpieza y el grado de desinfección de las instalaciones, equipos y ambientes.

Uno de los desinfectantes más utilizados para bajar la carga de inóculo es el hipoclorito de sodio (Cloro). Uno de los puntos más críticos es donde se utiliza agua para el transporte de la fruta y se debe tener en cuenta que para su correcto desempeño es esencial mantener la concentración de cloro libre en el agua.

La identificación de los patógenos es fundamental para la definición de las pautas de manejo que permitan su control. A partir de los frutos con podredumbres se obtienen las cepas de los distintos hongos causantes de las pérdidas en los empaques y frigoríficos de la región. El cultivo en laboratorio de estos aislamientos permite su identificación. Estas mismas cepas se utilizan posteriormente para realizar estudios de resistencia de hongos a los principales principios activos utilizados en la etapa de poscosecha. Conociendo cómo es el comportamiento de los fungicidas en cada empaque se puede ajustar el uso de los mismos para evitar fracasos en el control.

sigue >>

Metodología de aplicación de fungicidas y antiescaldantes

La efectividad de las distintas técnicas de aplicación de fungicidas y antiescaldantes es un punto crítico para la reducción de problemas de calidad durante la conservación. Existen metodologías para la evaluación de aplicaciones de fungicidas y antiescaldantes en *drencher* y en línea de empaque que luego permiten mejoras en la eficiencia de los diferentes sistemas de aplicación.

Evaluación de nuevos productos

La creciente restricción de productos tradicionales, para el control de las podredumbres y fisiopatías de la conservación, requiere de nuevas alternativas tendientes a reducir el impacto sobre el ambiente y la salud de las personas. En la región se realiza la evaluación de nuevos productos fungicidas, productos naturales, anti-escaldantes, inhibidores de la maduración, desinfectantes, etc.; para el desarrollo de nuevas herramientas que complementen los sistemas de conservación existentes.

Evaluación de daños mecánicos en línea de empaque

Los daños mecánicos en los distintos procesos de la poscosecha son unos de los principales problemas en la pérdida de calidad de los frutos. El "fruto electrónico" es el equipo más preciso para la identificación y corrección de los puntos críticos y reducción de los daños mecánicos por impacto en líneas de empaque. El mismo permite, mediante un modelo de estimación de daños, cuantificar el nivel de daño de cada sector individual de la línea y también en conjunto, para posteriormente poder comparar con situaciones anteriores y definir la efectividad de nuevas y más efectivas propuestas.

En cerezas, mediante un procedimiento de muestreo de frutos en líneas de empaque se identifican los principales puntos de impactos y se determinan las recomendaciones de cosecha y empaque para la reducción de daños por *pitting*.

Otro tema importante es el manejo integral para la reducción de daños por "rolado" en peras. En este caso se deben considerar, el estado de madurez, la tasa de deshidratación por variedad y su fecha de cosecha, la temperatura, las características de la línea de empaque y las condiciones de enfriamiento y conservación (temperatura, humedad relativa y recirculación de aire).

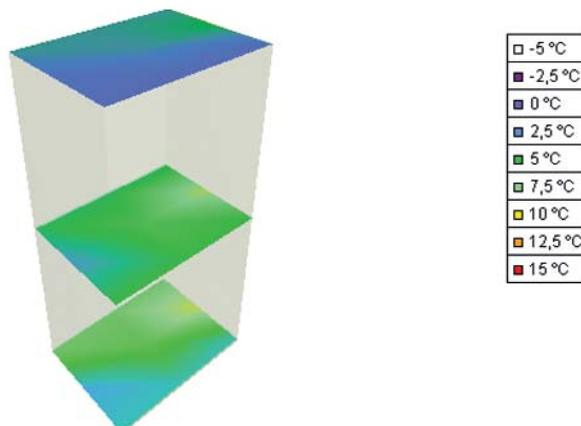
Enfriamiento

Uno de los principales aspectos para mantener la calidad durante la conservación de los frutos es un adecuado y rápido enfriamiento. Los túneles de aire forzado son ampliamente utilizados en la región del Alto Valle para el preenfriado de frutas, donde el manejo preciso de las variables operativas determina una mayor eficiencia del proceso y homogeneidad de temperaturas en el producto palletizado.

El "mapeo térmico" consiste en la colocación de sensores de temperatura en distintas ubicaciones para el estudio de la dinámica del enfriamiento en túneles de preenfriado y cámaras frigoríficas. Con esta información se realizan el análisis de las curvas de enfriamiento, tiempos de enfriamiento y distribución de temperaturas, en conjunto con las principales variables operativas de los túneles de aire forzado: relación potencia/pallet, presión estática, caudal de aire por unidad, protocolo de armado y sellado de túneles, seteo de temperaturas, procedimiento de inversión de ciclo de aire, etc. permite optimizar el proceso de enfriamiento.

Conservación frigorífica

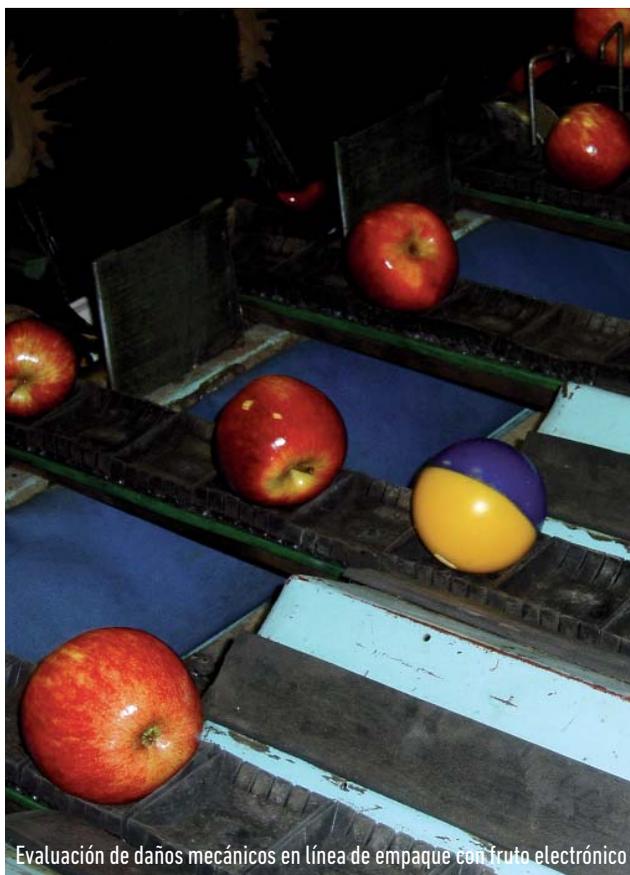
Mediante la medición y control de las principales variables de la conservación frigorífica (distribución de temperatura, humedad relativa, velocidad de aire, recirculación de aire, etc.) y ajuste de las variables operativas (presión de refrigerante, funcionamiento diferencial de ventiladores, seteo de temperaturas etc.), pauta de estibado, etc. se busca optimizar operaciones de llenado y conservación en cámara y reducción de los tiempos de enfriamiento y pérdidas por deshidratación para reducir pérdidas de calidad. El seguimiento de la condición y calidad de la fruta en cámara, mediante muestreos de frutos y análisis de calidad, madurez, etileno y pérdida de peso, complementan la información sobre la situación de la conservación.



Mapeo térmico: diferencia de enfriamiento en un pallet

Grupo de Poscosecha

La necesidad de la región de fomentar la innovación hace necesario ampliar la difusión de los conocimientos y técnicas disponibles. El objetivo del grupo poscosecha de la EEA Alto Valle del INTA, es avanzar en la investigación, desarrollo, transferencia e implementación de tecnologías y conocimiento en conjunto con el sector frutícola regional. En ese marco, se deben actualizar las modalidades de vinculación entre los organismos técnicos especializados a las nuevas demandas y realidades del sector productor. La vinculación público/privada para la asistencia técnica es una forma innovadora de transferencia del conocimiento para impulsar el desarrollo regional, cuyos beneficiados es el conjunto de la cadena frutícola exportadora. En ese marco, el grupo de poscosecha está formado por profesionales especializados que han desarrollado una amplia gama de herramientas concebidas para dar respuesta a demandas específicas del sector productor y emparador, que aportan a la información necesaria para la medición, seguimiento y control de los procesos para la mejora de los puntos críticos de la poscosecha regional y disminución de los principales problemas que afectan la calidad de los frutos en la cosecha, acondicionamiento y almacenamiento.



Evaluación de daños mecánicos en línea de empaque con fruto electrónico

En la EEA Alto Valle se cuenta con el equipamiento completo para el análisis de madurez y calidad de fruta de pepita y carozo. También con laboratorios especializados para realizar determinaciones bioquímicas que mejoran el conocimiento de la fisiología de los frutos de pepita: alfa-farnaseno, trienos conjugados, actividad enzimática, compuestos antioxidantes, Vitamina C, pérdida de electrolitos, capacidad antioxidante total, polifenoles, peroxidación de lípidos, etc. Otros laboratorios permiten lograr la identificación de patógenos, realización de ensayos y desarrollo de metodologías para monitoreos de inóculo y estudios específicos de patologías de los principales cultivos.

Se desarrolló un sistema de monitoreo para medir la contaminación existente en la línea de empaque y en las cámaras frigoríficas que permite visualizar la presencia de patógenos en agua, aire y superficie. Actualmente se proveen placas de monitoreo a las empresas regionales y se capacita sobre su utilización e interpretación de resultados. Se cuenta con una metodología de evaluación de cloro en agua y recomendaciones sobre utilización y control de cloro libre en hidrómetro, como punto crítico para la prevención de podredumbres.

También se brinda asesoramiento y/o apoyo a empresas para la implementación de Sistemas de Calidad Agroalimentaria y jornadas de capacitación, auditorías internas, adecuación del sistema documental, etc.: HACCP, BPM, GlobalGAP, inocuidad alimentaria. La EEA Alto Valle es integrante del Grupo de Trabajo Regional Global Gap.

Mediante el "fruto electrónico" se realizan evaluaciones y recomendaciones para la reducción de daños en la línea de empaque y modificación y alternativas de diseño para cada sector. A través del "mapeo térmico" se elaboran informes técnicos y recomendaciones para la optimización del enfriamiento, en conjunto con la capacitación a operarios del frigorífico.

Los investigadores de los temas de poscosecha realizan instancias de capacitación específicas a las necesidades de cada empresa, en cada una de sus especialidades mencionadas anteriormente, dirigidas a manipuladores de alimentos, operarios y profesionales. El grupo habitualmente organiza reuniones abiertas, charlas, talleres, cursos, etc. sobre los principales temas de la poscosecha y conferencias dictadas por profesionales extranjeros invitados. El grupo brinda apoyo a estudiantes avanzados en temas de tesis de grado y la formación recursos humanos para las empresas. •