



Mejoramiento de los manejos agronómicos y de postcosecha para disminuir la incidencia de Pardeamiento Interno en Cripp's Pink

“MEJORAMIENTO DE LOS MANEJOS AGRONÓMICOS Y TECNOLOGÍAS DE POSTCOSECHA PARA DISMINUIR LA INCIDENCIA DE PARDEAMIENTO INTERNO Y AUMENTAR LA CALIDAD DE LA FRUTA EN MANZANAS CV. CRIPP'S PINK, CON EL OBJETIVO DE AUMENTAR LA COMPETITIVIDAD Y OPTAR A NUEVOS MERCADOS.”

PROYECTO 13PDTN-26762

Proyecto apoyado por
CORFO



FDF
FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO FRUTÍCOLA

La Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF) con el apoyo técnico del Centro de Pomáceas (CP) y el soporte financiero de CORFO mediante su línea de apoyo de Programas de Difusión Tecnológica Nacional ha desarrollado el siguiente boletín con la finalidad de transmitir los manejos adecuados en precosecha y las tecnologías de postcosecha que ayudan a minimizar la incidencia de pardeamiento interno en manzanas Cripp's Pink con el objetivo de obtener un fruto de mejor calidad.

● ¿Qué es el pardeamiento interno?

El pardeamiento interno (PI) es un desorden fisiológico que se genera a partir de una reacción de oxidación que afecta las propiedades organolépticas del fruto. Ciertos cultivares de manzanas son más susceptibles a esta alteración, destacando Cripp's Pink.

● ¿Por qué es necesario abordar esta problemática?

En Chile uno de los principales daños en postcosecha del cultivar Cripp's Pink es el PI, el cual puede llegar a tener una incidencia mayor al 50 %, perjudicando significativamente la valoración comercial de este producto y con ello el retorno al productor.

Lo anterior se hace más importante si se considera que esta variedad puede ser almacenada por largos periodos de tiempo.

Largos periodos de guarda

Chile como principal productor de Cripp's Pink del Hemisferio Sur cumple un rol fundamental en la producción y comercialización de un producto de calidad superior. Considerando que se desea desplazar la curva de oferta, dada la fuerte concentración de ésta durante los primeros 3 meses después de la cosecha, y sabiendo que uno de los principales mercados de destino es Europa, la fruta debe estar almacenada durante largos periodos, situación que agrava la incidencia de pardeamiento interno.



Diferenciación del producto

Consumidores tienen la disposición a pagar altos precios por esta variedad siempre y cuando ésta cumpla con ciertos parámetros de calidad:

- ▶ Presencia de pardeamiento interno 0%
- ▶ Color de cubrimiento >40%
- ▶ Acidez entre 0.4 – 0.8%
- ▶ Firmeza de pulpa > 15.4 lb
- ▶ Concentración de sólidos solubles > 13 °Brix
- ▶ Sensación aceitosa excesiva < 3% de la fruta.



Necesidad de disminuir la incidencia de Pardeamiento interno y mejorar la calidad.

Tipos de pardeamiento interno

Se han evidenciado tres tipos de PI para el cultivar Cripp's Pink:



Pardeamiento Interno Radial (PIR)

Trastorno senescente de la fruta.

Las células adyacentes al tejido vascular de la fruta se rompen y las paredes celulares se dañan.



Pardeamiento Interno Difuso (PID)

Trastorno de daño por frío.

Este desorden se caracteriza por presentar un colapso a nivel de las células que oscurece difusamente la zona central de la pulpa de la manzana.



Pardeamiento Interno Mixto (PIM)

Se expresan simultáneamente el pardeamiento radial y difuso.

La susceptibilidad a presentar este desorden depende de la estructura y estabilidad de las paredes y membranas celulares, la cual está influenciada por manejos de pre y postcosecha.

MANEJOS DE PRECOSECHA PARA DISMINUIR INCIDENCIA DE PARDEAMIENTO

Uno de los principales parámetros de madurez que se consideran para iniciar cosecha en Cripp's Pink es el color de cubrimiento. La falta de color de la fruta conlleva a retrasar el inicio de cosecha, aumentando el potencial de desarrollar PI, razón por la cual es fundamental lograr tempranamente un buen porcentaje de color cubrimiento con una alta intensidad.

Objetivo: Aumentar el porcentaje de color de cubrimiento para adelantar la cosecha y evitar problemas asociados a cosechas tardías.

I. Manejo del vigor y carga frutal

La variedad Cripp's Pink se caracteriza por ser un árbol vigoroso¹ por lo que se hace indispensable la utilización de distintas herramientas agronómicas para el control de vigor. En la medida que el vigor de un árbol es mayor, el calibre aumenta y el color del fruto es menos intenso. Por lo tanto es importante encontrar un equilibrio entre la carga productiva y el área foliar del árbol, de tal modo que exista una relación hoja/fruto que maximice la producción de calidad. Para la zona central de Chile, el índice de área foliar (IAF) debería variar entre 3.0 y 3.5.²

Manejos agronómicos para controlar el vigor

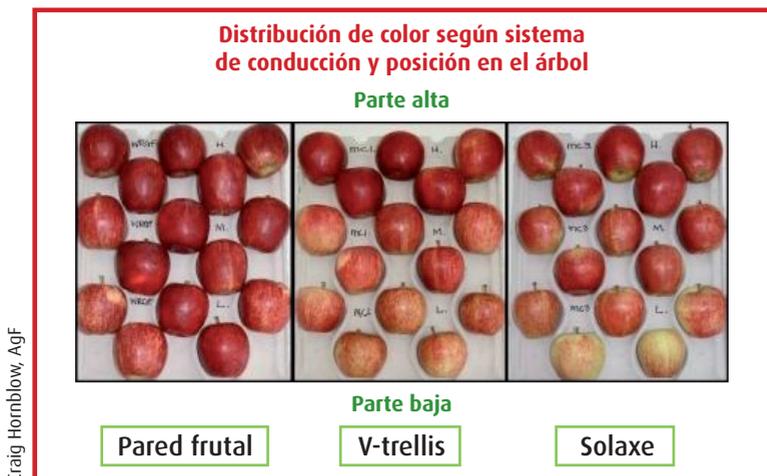
Decisiones previas:

1 Portainjerto desvigorizante

Busca favorecer el índice de cosecha (materia seca en la fruta / materia seca total). Específicamente el uso de un patrón enanizante puede incrementar el índice de cosecha un 20% al disminuir el volumen de la copa a 6 m³, en una misma variedad.

2 Sistema de conducción

La geometría del árbol debe permitir una óptima intercepción de la luz para así asegurar un color uniforme de fruta en la cosecha y posteriormente una maduración uniforme. El efecto se ilustra en la siguiente figura:



Un buen sistema de conducción:

- ▶ Mejora exposición a la luz de la fruta.
- ▶ Disminuyen costos operativos, por simplicidad de canopias.
- ▶ Aumenta densidad de carga.
- ▶ Crea uniformidad en la distribución de la fruta dentro del árbol.

¹ Pink Lady®: Los puntos clave, Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (Ctifl). Junio 2008.

² Oscar Carrasco, taller de difusión "Manejo del vigor y la carga frutal en Cripp's Pink". Julio 2014.

¡Importante! Una alternativa para enfrentar las principales problemáticas a nivel nacional, especialmente aquellas relacionadas con la disponibilidad de mano de obra, es utilizar “huertos modernos” o “huertos peatonales”.

Manejo durante la temporada:

1 Anillado

Se interrumpe el flujo floemático, provocando la acumulación de carbohidratos en la parte aérea. Para mayor efectividad, el anillado debe ser completo e idealmente de 3 mm de espesor y debe realizarse entre el período de estado de botón floral hasta la caída de los pétalos. Se debe tener mucha precaución al realizar esta práctica por los efectos negativos que podría causarle a la planta.

2 Poda tardía

Una poda tardía, entre puntas verdes y estado de botón floral, tendrá efectos desvigorizantes, dado que se remueven reservas y se controla el crecimiento y el tamaño.

3 Poda de raíces

Las raíces contienen importantes cantidades de reservas que son traslocadas hacia los distintos órganos del sumidero. Al podarlas, el crecimiento vegetativo se verá limitado. Se debe realizar en primavera en etapa de puntas verdes a 350 a 400 mm de profundidad y 300 a 350 mm de distancia del tronco¹. Se debe tener mucha precaución con esta práctica debido a los efectos negativos que podría causarle a la planta.

4 Inclinación de ramas o Solaxe

Busca mejorar el calibre y color de la fruta. Se intensifica la producción en las áreas más periféricas del árbol y por lo tanto mejora la intercepción de la luz solar y la uniformidad de color en aquellos órganos.

5 Inhibidores de crecimiento

El uso de hormonas inhibidoras de crecimiento puede ser una alternativa para controlar el vigor. Reduce la elongación de los entrenudos, frenando el crecimiento de los brotes.

***El fitorregulador Regalis® (Prohexadione-Calcio) debe aplicarse en el período entre botón floral y caída de pétalos. La dosis a utilizar es de 1 - 1.5 kg/ha, repitiendo 2 o 3 veces cada 15 - 20 días a dosis de 0.5 - 0.75 kg/ha.**

La decisión de cuántos de estos manejos realizar durante la temporada se determinará en función de la respuesta de cada huerto a estas herramientas y su grado de vigor de acuerdo a las decisiones previas.

Tres aspectos a considerar cuando se realiza control de vigor:

- **Mayor grado de añerismo:** En especies como el manzano este efecto está muy presente. Por lo tanto el raleo debe ser severo y preciso.
- **Rebrote de las zonas altas del árbol o ramificación anticipada:** Puede alterar la geometría del sistema de conducción elegido y dificultar manejos de poda, raleo o procedimientos al momento de cosechar.
- **Calidad de la fruta:** Alta densidad de carga puede perjudicar calibre y color. Por lo tanto es importante reforzar el programa de nutrición mineral (K, Zn, B).

¹ Robert Green, Growing Pink Lady® in Australia, My Experience, Congreso Internacional de Pink Lady. Junio 2015.

II. Manejo nutricional

Nutrientes y minerales afectan directamente la estabilidad, estructura y funciones de las células. El Fósforo y el Potasio son los elementos que más aportan al color de cubrimiento del fruto.

- Es importante realizar análisis mineralógico de frutos para definir estrategias de fertilización, almacenaje y comercialización. En el siguiente recuadro se muestran las concentraciones mínimas de los nutrientes en los frutos a cosecha.
- **¿Cuándo realizar un análisis de fruta?**
60 DDPF o 15 DAC.
- **¿Cuándo realizar una aplicación foliar de P o K?**
45 días antes de cosecha (DAC), posteriormente en intervalos de 15 días.

POTASIO (K)

Finalidad: Mejorar calidad y desarrollo del fruto. Importante rol en la fotosíntesis.

- ▶ Ayuda al desarrollo del color rojo.
- ▶ Mejora el sabor (equilibra la relación ácido-azúcar).
- ▶ Favorece el transporte y almacenamiento de asimilados.
- ▶ Concentración mínima: 90 mg/100 g fruta fresca.

FÓSFORO (P)

Finalidad: Atenuar daño por frío y conferir una mayor estabilidad a nivel de membrana.

- ▶ Mejorar firmeza de pulpa.
- ▶ Mejorar color de cubrimiento.
- ▶ Aumentar la tolerancia al almacenar en frío.
- ▶ Concentración mínima: 6 mg/100 g fruta fresca.

CALCIO (Ca)

Finalidad: Fortalecer la estructura de la pared celular.

- ▶ Mejorar firmeza de pulpa.
- ▶ Disminuye la tasa respiratoria y síntesis de etileno.
- ▶ Disminuye el riesgo de pudriciones.
- ▶ Concentración mínima: 6 mg/100 g fruta fresca.

MAGNESIO (Mg)

Finalidad: Potenciar fotosíntesis

- ▶ Promueve la absorción del fósforo.
- ▶ Sostiene turgencia en las células.
- ▶ Fundamental para la síntesis de proteínas.
- ▶ Concentración mínima: 4 mg/100 g fruta fresca.

BORO (B)

Finalidad: Alcanzar estabilidad estructural.

- ▶ Favorece la formación y activación del tubo polínico.
- ▶ Favorece la formación, estabilización y lignificación de la pared celular.
- ▶ Controlar condiciones de estrés (salino, hídrico, térmico).
- ▶ Concentración mínima: 0.3 mg/100 g fruta fresca.

III. Uso de material reflectante

El retraso del inicio de cosecha de Cripp's Pink en la mayoría de los casos se debe a la falta de color de cubrimiento de la fruta.



Malla Extenday™ en el fundo El Sauce (Coltauco).

Es por lo mismo que existen en el mercado distintos materiales reflectantes que permiten mejorar la distribución de color de la fruta en el árbol.

Durante la temporada 2013 - 2014 se realizó un piloto de precosecha con el objetivo de aumentar la coloración roja de los frutos. Para esto se utilizó una malla Extenday™, la cual resultó en mayores porcentajes de frutos con color de cubrimiento >50% (Cuadro 1).

Cuadro 1. Parámetros de madurez al momento de cosecha en manzanas cv. Cripp's Pink (promedio n=20 por tratamiento) de uso de malla reflectante Extenday™. Temporada 2013-2014.¹

Tratamiento	Acidez	Color Cub.	C. Fondo	Firmeza	S. Solubles	Almidón
	(% ac. Málico)	(%)	(1-4)	(lb)	(°brix)	(1-10)
Testigo	0,9±0,01	40,0±4,3	1,1±0,1	19,8±0,6	12,4±0,4	6,3±0,8
Extenday™	0,8±0,1	70,5±7,4	1,9±0,2	19,6±1,0	13,1±0,5	5,7±0,8
Significancia	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	n.s.

Nota: n.s.; no significativo, *, significativo ($p \leq 0.05$) y ** altamente significativo ($p \leq 0.01$)

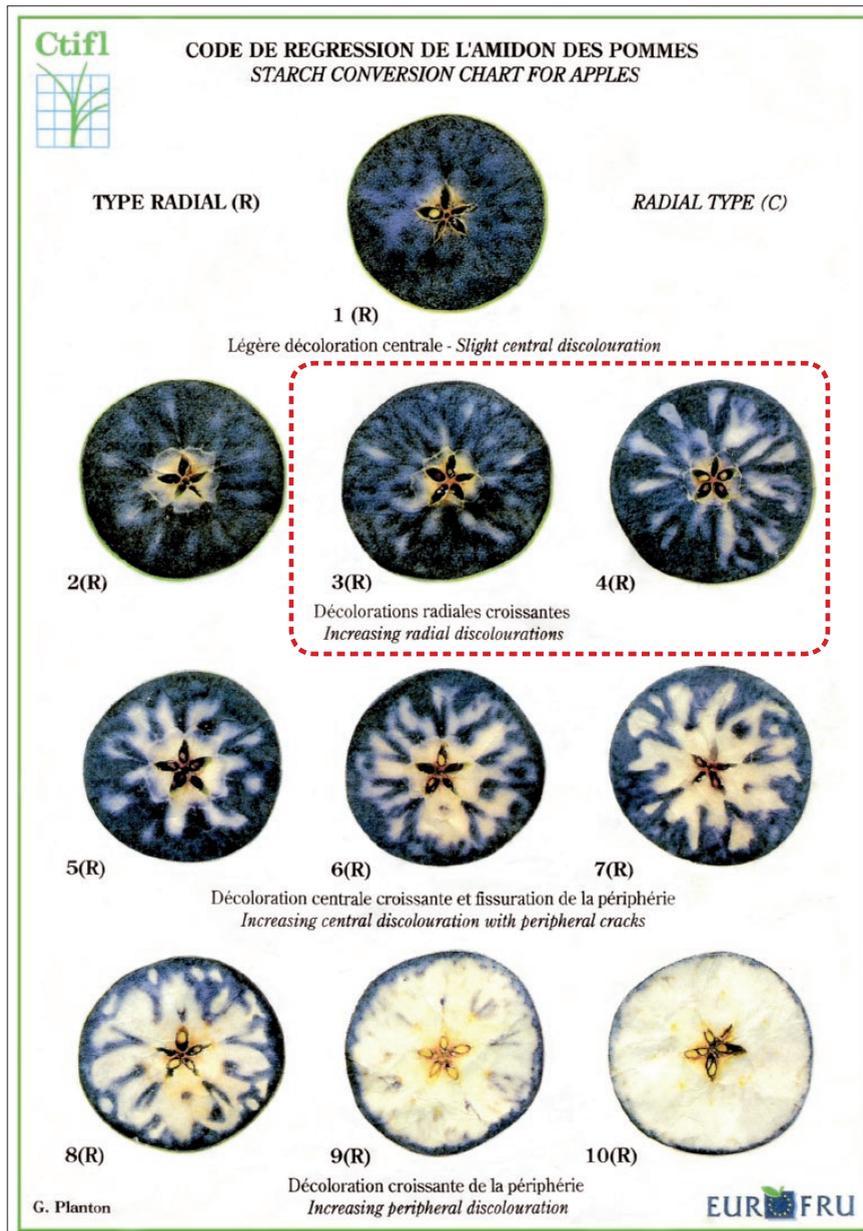
El cuadro muestra que en el ensayo efectuado por el Centro de Pomáceas¹, el color de cubrimiento presenta una diferencia altamente significativa con respecto al testigo al utilizar la malla Extenday™, lo que se traduce en un aumento de un 40% a un 70% de cubrimiento en promedio.

¹ Resultados obtenidos por el Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca durante la temporada 2013-2014, primera temporada del Proyecto 13PDTN-26762.

IV. Estado de madurez a cosecha

Es importante realizar la cosecha en el momento adecuado. Esta actividad es determinante para minimizar desórdenes y maximizar la calidad de almacenamiento. Una cosecha tardía aumentaría la probabilidad de que la fruta padezca PI debido a una desintegración de la membrana.

Una cosecha óptima, según el Comité Técnico Interprofesional de Frutas y Hortalizas (C.T.I.F.L.), se determina cuando la fruta alcanza un índice de almidón igual a 3.5 unidades (escala 1-10).



MANEJOS DE POSTCOSECHA PARA DISMINUIR INCIDENCIA DE PARDEAMIENTO

El PI se presenta reiteradamente durante la postcosecha, siendo uno de los principales problemas durante esta etapa. La incidencia del desorden se relaciona directamente con las condiciones de guarda a la que está expuesta la fruta.

Objetivo: Generar un ambiente óptimo de guarda para la conservación de la fruta

I. Manejo de temperatura

La temperatura de almacenamiento en cámaras es un factor clave en la incidencia de PI de Cripp's Pink. Temperaturas de a 0 °C suelen presentar una mayor incidencia de PI, por lo cual se recomienda aumentar la temperatura de guarda. Almacenamiento de fruta a 2 o 3 °C reduce la incidencia de éste desorden, sin embargo, estas temperaturas pueden desencadenar otros desórdenes fisiológicos afectando la calidad del fruto.

Una alternativa para enfrentar los problemas de pardeamiento es utilizar Enfriamiento Paulatino (EP), en el cual la temperatura de almacenaje disminuye gradualmente, de modo que el cambio no sea brusco y la fruta no sufra un colapso.

II. Concentración de gases

Cripp's Pink es un cultivar muy sensible a altas concentraciones de CO₂ y bajas concentraciones de O₂, por lo cual para evitar daños es fundamental controlar las concentraciones de estos gases.

Según publicaciones científicas internacionales^{1, 2}, los niveles de CO₂ y O₂ deben ser los siguientes:

Gas	Concentración ideal
CO ₂	< 1% ¹
O ₂	> 1.5% ²

III. Tiempo de almacenaje

El principal destino del cv. Cripps's Pink es Europa, donde se produce una gran oferta de esta variedad durante los meses de mayo y julio, lo que se refleja en menores precios. Esta concentración de oferta ocurre ya que actualmente la fruta no puede ser guardada por más de 3 meses en frío debido a la incidencia de PI. Manejos que permitan guardas prolongadas mayores a 3 meses aumentarían la competitividad de la industria, permitirían optar a nuevos mercados y a mejores precios.

¹ Publicación "The Flesh Browning Disorder of 'Pink Lady'™ Apples" (<http://www.nyshs.org/pdf/fq/2008-Volume-16/Vol-16-No-2/The-Flesh-Browning-Disorder-of-Pink-Lady-Apples.pdf>)

² Understanding the flesh browning disorder of 'Cripps Pink' apples" (<http://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/2123/2182/2/02whole.pdf>).

Pilotos de postcosecha realizados durante la temporada 2013-2014¹:

Durante la temporada 2013-2014 el Centro de Pomáceas realizó un piloto demostrativo con el objetivo de determinar el efecto del sistema de guarda en frío, considerando enfriamiento paulatino “wise-cooling”, uso de 1-MCP y atmósfera controlada (AC), sobre la incidencia de PI y calidad de fruta. Los tratamientos utilizados fueron frío convencional a 1 y 3 °C y enfriamiento paulatino con y sin AC (Cuadro 2).

Cuadro 2. Tratamientos de postcosecha utilizados.

Tratamiento	Manejos o protocolo de guarda
T1	Frío convencional a 1°C, >90% HR (testigo)
T2	Frío convencional a 3°C + 1-MCP
T3	“Wise-cooling” + 1-MCP + atmósfera controlada (AC) a 2°C (2% O ₂ y <0,8% de CO ₂) + 30 días en frío convencional (FC) a 1° (simular transporte)
T4	“Wise-cooling” + 1-MCP + frío convencional a 1°C

- **“Wise-cooling” o enfriamiento paulatino (EP):** Durante 5 - 6 días las muestras fueron mantenidas a 4°C. Posteriormente se realizó el enfriamiento paulatino bajando la temperatura de 3°C hasta 2°C en un periodo de 15 días. Luego la fruta fue almacenada en cámaras de AC con una concentración de 2,0 % de O₂ y <0,8 % de CO₂.
- **Aplicación de 1-MCP:** Se aplicó 1-MCP (Smartfresh™) en cámaras de acrílico, a una concentración de 1000 ppb. La aplicación se realizó luego de 3 - 5 días después de la cosecha.

Se realizaron evaluaciones de madurez, PI y otros desórdenes fisiológicos luego de:

- ▶ 120 días de guarda (más 7 días a 20°C).
- ▶ 180 días de guarda (más 7 días a 20°C).

Resultados del piloto

Madurez:

El tratamiento con frío convencional a 3°C (T2) y los dos tratamientos de enfriamiento paulatino (T3 y T4) afectaron positivamente los parámetros de madurez respecto a la fruta almacenada en frío convencional a 1°C (T1) traduciéndose en lo siguiente:

- ▶ Mayores valores de firmeza de pulpa
- ▶ Menor tasa de producción de etileno
- ▶ Retraso del avance del color de fondo

¹ Resultados obtenidos por el Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca durante la temporada 2013-2014, primera temporada del Proyecto 13PDTN-23762.

Incidencia de Pardeamiento (PI) y otros desórdenes fisiológicos:

Todos los tratamientos aplicados redujeron significativamente la incidencia del PI respecto al tratamiento testigo (frío convencional a 1°C), ya sea a los 120 días como a los 180 días de almacenaje (Cuadro 3).

Cuadro 3. Incidencia de pardeamiento interno en los diferentes tratamientos de guarda en manzanas cv. Cripps Pink provenientes de 16 huertos (promedio n=16), evaluada a los 120 y 180 días de almacenaje a 1°C y 90% HR más 7 días a 20°C. Temporada 2013-2014.¹

Tratamientos	PARDEAMIENTO INTERNO (% de fruta dañada)			
	Radial (%)	Difuso (%)	Mixto (%)	Total (%)
Evaluación 120+7				
FC 1°C (Testigo)	7,7 b	2,0	0,8	10,5 b
FC a 3°C+ 1-MCP	0,4 a	0,2	0,0	0,6 a
W+1-MCP+AC a 2°C	0,6 a	0,7	0,3	1,6 a
W+1-MCP+FC a 1°C	1,1 a	0,3	0,1	1,5 a
Significancia	*	n.s.	n.s.	**
Evaluación 180+7				
FC 1°C (Testigo)	8,4 b	7,6	2,9	18,9 b
FC a 3°C+ 1-MCP	0,6 a	1,7	0,3	2,6 a
W+1-MCP+AC a 2°C	1,3 a	0,8	0,5	2,6 a
W+1-MCP+FC a 1°C	4,6 ab	8,4	1,1	14,1 b
Significancia	*	n.s.	n.s.	**

Nota: Separación de medias mediante el test Tukey, n.s.; no significativo, *; significativo ($p \leq 0.05$) y ** altamente significativo ($p \leq 0.01$)

En términos absolutos, los tres tratamientos (T2, T3 y T4) disminuyeron entre un 85 y 94% la incidencia del PI luego de 120 días de guarda, en relación al testigo. Del mismo modo, luego de 180 días de guarda, los tratamientos de 3°C+1-MPC (T2) y el EP+1-MPC+FC (T4), disminuyeron el PI en un 86% y 25%, respectivamente.

¹ Resultados obtenidos por el Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca durante la temporada 2013-2014, primera temporada del Proyecto 13PDIN-26762.

Cuadro 4. Incidencia de otros desórdenes fisiológicos en los diferentes tratamientos de guarda en manzanas cv. Cripp's Pink provenientes de 16 huertos (promedio n=16), evaluada a los 120 y 180 días de almacenaje a 1°C Y 90% HR más 7 días a 20°C. Temporada 2013-2014.¹

Tratamientos	PARDEAMIENTO PEDUNCULAR	ESCALDADO SUPERFICIAL	GRASITUD
	(%)	(%)	(%)
Evaluación 120+7			
FC 1°C (Testigo)	23,9	31 b	47,0 ab
FC a 3°C+ 1-MCP	21,8	0,2 a	66,1 b
W+1-MCP+AC a 2°C	17,0	0,0 a	34,5 a
W+1-MCP+FC a 1°C	23,5	0,0 a	38,8 a
Significancia	n.s.	**	**
Evaluación 180+7			
FC 1°C (Testigo)	20,2	17,2 b	7,6 a
FC a 3°C+ 1-MCP	20,1	0,1 a	34,6 b
W+1-MCP+AC a 2°C	18,5	0,6 a	7,1 a
W+1-MCP+FC a 1°C	17,2	0,4 a	2,1 a
Significancia	n.s.	**	**

Nota: Separación de medias mediante el test Tukey, n.s.; no significativo, *, significativo ($p \leq 0.05$) y ** altamente significativo ($p \leq 0.01$)

El cuadro muestra que en el ensayo efectuado por el Centro de Pomáceas¹, el escaldado superficial presentó una diferencia altamente significativa entre el tratamiento testigo y los tres tratamientos utilizados, llevándolo a valores cercanos a 0% e los tres tratamientos (T2, T3, T4).

Conclusiones:

Los dos tratamientos de enfriamiento paulatino (T3 y T4) y el de almacenamiento en frío convencional a 3°C (T2), redujeron significativamente la incidencia del pardeamiento interno, tanto a 120 como a 180 días de guarda. Sin embargo, el tratamiento a 3°C aumentó la incidencia de grasitud en la fruta y el color amarillo de fondo, lo cual es indeseable para la obtención de calidad Premium Pink Lady.

Los resultados de este boletín fueron obtenidos de los pilotos demostrativos realizados durante la primera temporada de estudio de este proyecto (2013-2014). Durante la segunda y última temporada (2014-2015) se han levantado nuevos pilotos, con la finalidad de reforzar la información ya obtenida para ser difundida a productores y exportadoras.

¹ Resultados obtenidos por el Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca durante la temporada 2013-2014, primera temporada del Proyecto 13PDTN-26762.



“MEJORAMIENTO DE LOS MANEJOS AGRONÓMICOS Y TECNOLOGÍAS DE POSTCOSECHA PARA DISMINUIR LA INCIDENCIA DE PARDEAMIENTO INTERNO Y AUMENTAR LA CALIDAD DE LA FRUTA EN MANZANAS CV. CRIPP’S PINK, CON EL OBJETIVO DE AUMENTAR LA COMPETITIVIDAD Y OPTAR A NUEVOS MERCADOS.”

PROYECTO 13PDTN-26762

Elaborado por FDF. Impreso en mayo de 2015.

Proyecto apoyado por

