

ESCALDADURA SUPERFICIAL: FISIOLÓGIA Y CONTROL

Ing. Agr. M.Sc. Gabriela Calvo
EEA INTA Alto Valle - Argentina

INTRODUCCIÓN

Las regulaciones de productos químicos utilizados para controlar las enfermedades de manzanas y peras en el almacenamiento son cada vez más estrictas, especialmente en la Unión Europea (UE). A pesar de que la difenilamina (DPA) está siendo reemplazada por 1-MCP, un potente inhibidor de la acción del etileno, así como por nuevas tecnologías de atmósfera controlada (AC), el impacto de la pérdida en el mercado mundial de esta molécula podría ser sustancial, dado que el DPA es un producto consistente y fácil de aplicar. Se han identificado varias estrategias de postcosecha que reducen el desarrollo de escaldadura. Sin embargo, no hay un método único para controlar esta fisiopatía, que pueda aplicarse a lo largo de todo el rango de la industria de frutas de pepita, en las diferentes zonas de producción alrededor del mundo. Cada una tiene diferentes escalas, grado de tecnología disponible y énfasis en el mercado local o de exportación. En este artículo, se resumen los conocimientos actuales sobre escaldadura a nivel fisiológico y bioquímico, para intentar explicar los efectos de los tratamientos de postcosecha en relación a la etiología de este desorden.

CONTENIDOS

Escaldadura Superficial
Editorial
Resumen Climático
Resúmenes de Investigaciones
Eventos

EDITORIAL

Entre el 17 y 31 de Octubre, Valeria Lepe y Omar Hernández realizaron una estadía en el IRTA-España, como parte de un proyecto de nutrición mineral en manzanos. Valeria Lepe dio un ciclo de charlas a las que asistieron más de un millar de personas. José Antonio Yuri, por su parte, entre el 20-26 de Noviembre fue a Colombia, en el marco del Seminario Internacional de Frutales Caducifolios en el Trópico (Foto 1).



Foto 1. Investigadores del IRTA y del CP, durante la estadía en España (izquierda). J.A.Yuri durante su visita a plantaciones de frutales caducifolios en altura en Colombia (derecha).

El Director del CP fue incorporado como Miembro de Número de la Academia Chilena de Ciencias Agronómicas. El certificado que lo acredita le fue entregado de manos de su Presidente, Dr. Roberto H. González (Foto 2).



Foto 2. J.A.Yuri junto a los Drs. Juan Izquierdo y Roberto H. González.

FISIOLOGÍA DE LA ESCALDADURA SUPERFICIAL: EVOLUCIÓN DE α -FARNASENOS Y TRIENOS CONJUGADOS

La escaldadura superficial (ES) es tal vez el desorden de postcosecha que mayores pérdidas económicas produce, tanto en peras como en manzanas. En general, los precios de la fruta escaldada son 40-50 % menores que los de la fruta sana. Se manifiesta como manchas marrones de bordes irregulares que afecta la piel del fruto, sin comprometer la pulpa. A medida que avanza la severidad del desorden se observa el oscurecimiento del color y el incremento de la superficie afectada (Foto 3). Generalmente, ocurre después de un período de 3-4 meses de almacenamiento a bajas temperaturas y se agrava una vez sacada la fruta del frío. A medida que el desorden progresa, las células epidérmicas y corticales pueden ser afectadas, mientras la superficie de la fruta se torna rugosa o con 'pitting'. Los síntomas pueden confundirse con la escaldadura de senescencia o de sol, daño por agua caliente o por congelamiento, y toxicidad por productos químicos, entre otros.



Foto 3. Síntomas de escaldadura superficial en peras 'Packhams Triumph' y manzanas 'Granny Smith'.



Foto 4. Instalaciones para tratamientos de fruta mediante drenching. INTA Alto Valle, Argentina.

La ES se debe a la oxidación de los α -farnasenos, que son componentes naturales de la cutícula del fruto. El desarrollo de esta fisiopatía comienza en precosecha, con la síntesis de los precursores de dichos compuestos en la piel de la fruta. Durante el almacenamiento, los precursores son convertidos en α -farnasenos, producidos por la epidermis y excretados a la cutícula y ceras epicuticulares, donde se acumulan ayudados por bajas temperaturas. Éstos presentan alta capacidad de oxidación y son relativamente volátiles. Los α -farnasenos son luego oxidados a trienos conjugados (TC), los que permanecen en la cutícula, ya que no son volátiles. Anet (1972), determinó que los TC se pueden oxidar posteriormente a una cetona, 6-metil-5 hepten-2, que es volátil y tóxica para la fruta. Esta, aumenta rápidamente una vez que los frutos son removidos del frío, coincidiendo con los síntomas de escaldadura. Estos compuestos reaccionan con lípidos y proteínas, alterando la integridad de las membranas celulares, permitiendo el contacto con enzimas oxidativas y sus sustratos, causando el pardeamiento característico e incluso la muerte celular.

La severidad del síntoma es proporcional al grado de oxidación de los α -farnasenos a TC. Es necesario que se llegue a una concentración determinada de TC en la piel para que se manifiesten los síntomas de escaldadura superficial. En peras 'Beurre D'Anjou', independientemente del tratamiento, no se desarrolla escaldadura cuando el contenido de TC es menor a 3 nmoles/cm², por lo cual 2,5 nmoles de TC podría tomarse como un valor crítico.

FACTORES ASOCIADOS A LA SUSCEPTIBILIDAD A ESCALDADURA SUPERFICIAL

CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS

Cultivar: Los cultivares sensibles de manzanas son Granny Smith, Red Delicious, Fuji, Braeburn, mientras que Gala, Pink Lady y Golden Delicious son resistentes. Las peras sensibles son Packhams Triumph, Beurré D'Anjou, y en menor medida Williams. La diferente concentración de antioxidantes naturales en la piel del fruto puede marcar diferencias entre cvs. También influye la capacidad de síntesis de alfa-farnasenos por el fruto. La cutícula tiene una influencia en el intercambio gaseoso; ej. en Golden ésta tiene depresiones o grietas que favorecen el intercambio de volátiles, siendo poco sensible a escaldadura.

Estado de madurez de la fruta: Las manzanas y peras cosechadas con menor madurez, son más susceptibles al desarrollo de ES; esta condición ha sido asociada a una menor actividad del sistema antioxidante de la epidermis del fruto. Meir y Bramlage (1988), encontraron un incremento en la actividad antioxidante en fruta cosechada más tarde y demostraron que dicha actividad en la cosecha estaba negativamente correlacionada con el desarrollo de escaldadura ($r=0,83$). Sin embargo, en el caso de las peras, en ensayos realizados en el INTA, no se observó esta correlación.

Cantidad de antioxidantes naturales: Anet (1974), reportó que la ES no ocurría si la cantidad de antioxidantes hidrofóbicos permanecía alta durante el almacenaje. Se identificaron 11 antioxidantes naturales de la cutícula, entre ellos el alfa-tocoferol (vit. E). En Italia, Gallerani et al. (1990), encontraron tres veces más α -tocoferol en el tejido sano de manzanas 'Granny Smith' que en el sector escaldado. Zoffoli (1994), trabajando con peras 'Packhams Triumph' y 'Beurre D' Anjou', encontró mayor cantidad del compuesto en frutos cosechados con mayor madurez que en fruta mas inmadura y el doble en el sector sano comparado con el dañado.

Coloración de la fruta: La concentración de antocianinas tiene una correlación negativa con la de TC, pero no siempre ocurre. Las antocianinas pueden ayudar a proteger contra la ES. Los factores de precosecha que incrementan la coloración (cosechas tardías, bajas T° y aplicación de Etephon), reducen la susceptibilidad a la ES. El embolsado, que inhibe la coloración roja, incrementa su susceptibilidad. Dado lo anterior, la ausencia de antocianinas en manzanas 'Granny Smith' podría explicar su gran susceptibilidad a esta fisiopatía.

CARACTERISTICAS ECOLÓGICAS Y AMBIENTALES

Región/temporada: Mientras que la susceptibilidad varietal al escaldado está muy ligada a la concentración de antioxidantes, la actividad de los mismos puede estar muy influenciada por los factores ambientales antes de la cosecha (Meir y Bramlage, 1998). Los frutos que crecen en climas/temporadas cálidos y secos son más susceptibles que los que crecen en climas fríos.

Temperaturas de precosecha: La T° es un factor determinante. La sumatoria térmica bajo 10°C fue la que más consistentemente se asoció con una disminución del desorden en manzanas. Se construyeron modelos

predictivos que logran explicar la diferencia de susceptibilidad que ocurre entre años y zonas productivas (Bramlage y Barden, 1993), pero que no ha podido ser validado en todos los países. En Nueva Zelandia la ES de manzanas Red Delicious y Granny Smith fue pobremente relacionada con la acumulación de temperaturas bajo 10°C (Bramlage y Watkins, 1993). Según el modelo americano, en general, después de 150 h por debajo de 10°C se produce una disminución significativa de la ES. Este sistema cuenta con un "calculador" en internet que puede consultarse en

<http://www.umass.edu/fruitadvisor/clements/scaldpredictor.html>

CARACTERISTICAS DEL MANEJO DE LA FRUTA

Etileno en almacenamiento: El impacto de reducir los niveles de etileno en las cámaras de frío varía según diversos factores, como la variedad, la madurez de los frutos, y el sistema de conservación, entre otros. Hay autores que obtuvieron beneficios en manzanas McIntosh y Delicious, pero no vieron diferencias en Golden Delicious e Idared. En frutos con madurez avanzada se reducen drásticamente los beneficios de la eliminación de etileno de las cámaras. Se obtuvieron mejores resultados cuando la fruta fue cosechada 1 semana antes del climaterio y cuando las concentraciones de etileno se mantuvieron debajo de $1\ \mu\text{L}$. La humedad relativa alta reduce los beneficios derivados de la eliminación de etileno.

Temperatura de almacenamiento: La ES es considerada un daño por frío. Su incidencia y severidad son mayores a bajas temperaturas y cuando los periodos de conservación son prolongados. La acumulación de α -farnasenos es dependiente de la temperatura, con un máximo que ocurre a 5°C . Por debajo de esta T° , la tasa de síntesis de los α -farnasenos podría verse restringida, mientras que a mayores T° , la evaporación podría exceder la tasa de síntesis. En estudios más recientes, la mayor acumulación de α -farnasenos a T° más cálidas se encontró estrechamente asociada con el etileno, pero la acumulación de TC fue menor a T° mayores, donde el ES estuvo ausente (Watkins, 1995).

Tratamientos de acondicionamiento: La demora en el enfriamiento puede aumentar, reducir o no tener efecto en la incidencia de ES. El enfriamiento escalonado (la fruta se enfría inicialmente a $5-6^{\circ}\text{C}$), puede reducir el ES en manzanas Granny Smith.

Calentamiento intermitente: El calentamiento semanal de la fruta fue efectivo en controlar la escaldadura en

manzanas Red Delicious. Un solo calentamiento de 5 días a 15 °C ó 3-5 días a 20 °C controla la ES en manzanas. Este, es más efectivo cuando se realiza luego de 16-20 semanas que después de 1-4 semanas. La efectividad es dependiente del cultivar. El calentamiento podría ser un método no químico para controlar la ES en Granny Smith, con implicancias comerciales en fruta que no se almacena en AC. Se debe tener en cuenta, eso sí, la pérdida de calidad (firmeza de pulpa, color de la epidermis (clorófila).

Conservación en atmósfera controlada: Los niveles más bajos de O₂, hasta evitar fermentaciones, y altos niveles de CO₂ justo por debajo del límite de toxicidad, son los más efectivos para controlar la ES. El uso de ultra bajos niveles de O₂ (ULO) y especialmente las condiciones que se aproximan al punto de compensación anaeróbica, pueden controlar la ES más efectivamente que la AC estándar. En Canadá, se usan comercialmente atmósferas con 0,7% de O₂ en manzanas Red Delicious, y el control es equiparable al obtenido con la aplicación de 2.000 ppm de DPA, aunque fue menos consistente en los diferentes clones, especialmente Starkrimson, fechas de cosecha o regiones de producción. La atmósfera controlada dinámica (ACD), permite reducir el riesgo de utilizar valores muy bajos de O₂, y es tan efectiva como DPA y 1-MCP, en Granny, pero menos efectiva en Cortland y Delicious. En peras 'Beurre D'anjou' la ES fue inhibida por ACD, pero se desarrollaron otras fisiopatías como cavernas y pecas negras (Black Speck), manifestaciones de daño por bajo O₂ ó alto CO₂. El bajo O₂ reduce la acumulación de α -farnasenos, retrasa su peak y reduce la acumulación de TC y MHO (6-methyl-5-hepten-2-one). El mecanismo de acción del CO₂ es desconocido, pero 50 Kpa inhibieron la producción de etileno y la acumulación de α -farnasenos y de TC y acetaldehído y etanol se acumularon en la piel y pulpa de frutos.

Ventilación y movimiento de aire en el almacenamiento: El incremento de la ventilación puede reducir la ES por aumento en la evaporación de los α -farnasenos, y en algunos casos la ventilación reduce su oxidación.

Humedad relativa: La HR elevada reduce la transpiración y las pérdidas de peso, pero incide gravemente sobre el ES.

REVISIÓN DE PRINCIPIOS ACTIVOS EN LA UE Y SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ANTIESCALDANTES

La Unión Europea está llevando a cabo un programa de

revisión de los ingredientes activos (i.a.) autorizados para su uso en el territorio comunitario. Este programa, se basa en la Directiva del Consejo 91/414 CE y es parte del proceso de armonización de las condiciones de comercialización de alimentos que viene desarrollando la UE. En principio, una formulación comercial de un fitosanitario sólo puede ser autorizada para su uso en cualquier Estado miembro sólo si el ingrediente activo está autorizado por la Comisión y está, por tanto, incluido en el Anexo 1 de la Directiva 91/414.

Una empresa que pretenda comercializar un fitosanitario debe enviar una carpeta al estado miembro en donde piensa registrarlo, para solicitar la autorización del i.a. El estado miembro (DPA: Irlanda; Etoxiquina: Alemania), actúa como receptor - informante. Esta carpeta debe contener la información que exige la Comisión. El estado miembro elabora un informe para la Comisión y luego entre el estado miembro y la Comisión (Agencia de Seguridad Alimentaria), deciden si se incluye el i.a. en el anexo o no. La comisión europea (CE) decidió no incluir a la DPA en el Anexo I. Se formó un grupo entre las empresas proveedoras de DPA (DPA Task Force; Pace, Decco y Xeda), para llevar a cabo una serie de acciones: pedir la tolerancia de importación en Europa manteniendo el LMR en 5 ppm para fruta tratada fuera de Europa; y establecer tolerancia para la contaminación cruzada. Este grupo además apoya a las Asociaciones de Agricultores de Fruta de Pepita (Portugal, España, Francia, Irlanda, Reino Unido e Italia), para pedir el Uso de Emergencia DPA 2012, debido a la inexistencia de alternativas adecuadas al DPA. La temporada 2013 será el último año que legalmente se puede pedir este uso de emergencia.

Hubo una discusión a nivel de la Comisión europea (DG SANCO con los Estados Miembros), donde la Comisión presentó su propuesta para bajar el LMR a 0.05 ppm. El voto se hará en Diciembre del 2012. Algunos estados miembros (Reino Unido e Irlanda) han indicado la importancia de considerar una tolerancia de contaminación cruzada. En caso que se apruebe el nuevo LMR en Diciembre, habría 2-3 meses para la publicación del texto en el diario oficial de la UE y luego una temporada de 6 meses para permitir a los operadores ajustarse a la nueva norma, lo que cubriría por completo la próxima temporada del HS.

CONTAMINACIÓN POR DPA

Es frecuente encontrar residuos de DPA en frutos que no han sido tratados con él. Las posibles fuentes de los residuos de DPA incluyen: volatilización desde las paredes de las cámaras de frío; cámaras de almacenamiento que comparten un suministro de aire común con fruta tratada con DPA; residuos de DPA en los bins; y la contaminación de DPA en la línea de embalaje. Hay numerosos antecedentes que mencionan la contaminación de DPA en frutos no tratados y en Estados Unidos, en 1992, se detectaron residuos de DPA en muestras de fruta orgánica.

Ninguno de los métodos que se han evaluado para eliminar los residuos de DPA resultó efectivo, y se observó una persistencia ambiental de DPA en todo tipo de superficies y suelos. Se han medido residuos de DPA en bins de madera, en líneas que hace varias temporadas no tratan su fruta con el producto (Foto 5). Por ello, aconsejan a los productores de manzanas orgánicas utilizar bins nuevos y almacenar los frutos en las cámaras que no han sido previamente utilizadas con fruta tratada con DPA.



Foto 5. Los bins de madera pueden constituir una fuente de contaminación de DPA.

Dado que la DPA no se encontrará más en el listado de productos permitidos por la UE, la persistencia de los residuos es un problema potencial, y la aceptación de los frutos va a depender de los intereses de los comparadores, quienes lo podrán usar o no como una excusa para prohibir la importación.

RESULTADOS ENCUESTA INTERNACIONAL

Debido a los cambios en las regulaciones, y la preocupación de los empacadores de fruta que comercializan en la UE, se realizó una encuesta entre investigadores, proveedores y empacadores (Junio 2010) cuyos objetivos fueron: a)

evaluar la situación en cada región de cultivo de frutas; b) determinar qué alternativas a los antioxidantes se están evaluando; y c) determinar la percepción acerca de la aceptabilidad de la fruta tratada con 1-MCP. Los encuestados, preocupados por la posible prohibición de los antioxidantes, eran de los países que exportan a la UE, especialmente de las regiones productoras de pera. Las alternativas relacionadas con el almacenamiento en AC (ULO, ILOS, ACD) y 1-MCP fueron consideradas como las únicas tecnologías viables para sustituir antioxidantes.

Otras alternativas que se mencionaron fueron la eliminación de etileno, uso de cvs resistentes, inhibición de la fosfolipasa D, estrategias combinadas y predicción. Los mercados y consumidores en general no se oponen a comprar fruta tratada con 1-MCP. El SmartFresh® está registrado en la mayoría de los países de Europa.

Determinadas organizaciones de minoristas (ALDI), que compran fruta sin ningún (o mínimo) químico de postcosecha, no aceptan fruta tratada con 1-MCP. Ej. fruta orgánica. En el caso de las peras, debido a que la maduración puede ser inhibida después del almacenamiento, algunos mercados no la compran si está tratada.

CONTROL DE LA ESCALDADURA SUPERFICIAL

La aplicación en postcosecha de antioxidantes como la DPA y etoquina es muy efectiva para el control de la ES, pero la exigencia de productos libres de residuos químicos limita su futura utilización.



Foto 6. Equipo gasificador (Thermofogging) para aplicación de DPA y fungicidas en cámaras de frío.



Foto 7. Aplicación de DPA a la llegada de los bins con fruta a la planta embaladora.

De las alternativas evaluadas durante los últimos años en la EEA INTA Alto Valle, el tratamiento con 1-MCP y el almacenamiento en atmósferas con bajo O_2 y/o alto CO_2 (AC tradicional y dinámica), fueron las únicas efectivas para el control de ES en manzanas. En el caso de peras se requieren algunos ajustes.

La utilización de ACD en peras redujo significativamente la incidencia de ES (Figura 1) y mantuvo el color verde, sin interferir en el normal proceso de maduración durante la vida en estante. Sin embargo, el desarrollo de cavernas en el cultivar Beurre D' Anjou hace que esta tecnología sea insegura si no pueden garantizarse niveles muy bajos de CO_2 .

La aplicación de 1-MCP fue aún más efectiva que la ACD en reducir la escaldadura superficial (Figura 1) y también fue efectiva en mantener la coloración verde de la epidermis de los frutos, pero las peras se mantuvieron firmes durante la vida en estante, aun luego de largos periodos de almacenamiento.

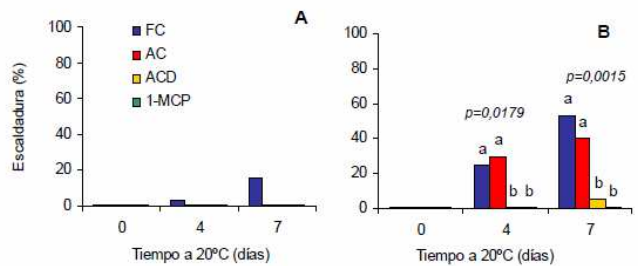


Figura 1. Efecto del sistema de conservación sobre la incidencia de escaldadura superficial de peras 'Packhams Triumph', después de 195 días (A) y 280 días (B) de almacenamiento más 0, 4 ó 7 días de vida en estante a 20°C.

La utilización de SmartFresh® en peras a nivel comercial, requiere aplicar una concentración de 1-MCP que sea suficiente para retrasar la maduración, pero que permita la correcta maduración de la fruta luego de la conservación en frío, para lo cual conviene utilizar concentraciones sub-saturantes, junto a alguna estrategia de reversión, para que la firmeza de los frutos alcance valores adecuados para consumo en un periodo razonable (7-10 días).

En trabajos previos se encontró que la exposición de los frutos a etileno exógeno no revirtió los efectos del tratamiento con 1-MCP en 'Packham's Triumph' ni en 'Beurré D' Anjou', donde los frutos tratados maduraron en forma similar a los no expuestos (Calvo, 2004).

Posteriormente, se realizaron evaluaciones de diversas estrategias de reversión y aplicación del 1-MCP en peras 'Packhams Triumph' y 'Beurre D' Anjou'. Se evaluó la efectividad de aplicaciones simultáneas de 1-MCP con etileno (0,3 y 0,6 $nL*L^{-1}$) o CO_2 (5%) y la reversión por temperatura (1, 2 ó 3 semanas a 17 °C). En general todas lograron de alguna manera revertir los efectos del 1-MCP aplicado en cosecha.

El efecto de los tratamientos se observó en un aumento de la producción de etileno y en una mayor tasa de ablandamiento y de pérdida de color verde. La eficacia de las aplicaciones simultáneas de 1-MCP con etileno o CO_2 depende de la concentración de 1-MCP usada. La eficacia de los tratamientos térmicos fue dependiente del tiempo en que la fruta se mantuvo a 17 °C, pero la incidencia de ES aumentó a medida que la maduración se reasumió. Los resultados mostraron la importancia de considerar la dosis aplicada de 1-MCP y la longitud de almacenamiento para decidir sobre el tratamiento de reversión más adecuado.

RESUMEN CLIMÁTICO

FLORACIÓN Y CRECIMIENTO DEL FRUTO.

Durante la floración, la temperatura (T°) influye tanto en la polinización y cuaja, como en el desarrollo foliar.

En una primera fase, el fruto crece por división celular hasta alcanzar el estado T, lo que ocurriría entre los 30 a 50 días después de plena flor (DDPF). Posteriormente, crece por elongación de sus células hasta la cosecha. En la primera etapa, altas T° favorecerían la tasa de división celular y con ello, un mayor calibre a cosecha (Warrington *et al.*, 1999). Pero, a su vez, acelerarían la maduración de la fruta (Tromp, 1997), lo que alteraría su post cosecha.

Durante la temporada actual, los primeros días de octubre (floración) fueron fríos y con una lluvia importante (Figura 2; Cuadro 2). La T° media durante la división celular (1 de octubre al 15 de noviembre) fue similar a la temporada anterior y al promedio de los últimos años (Cuadro 1).

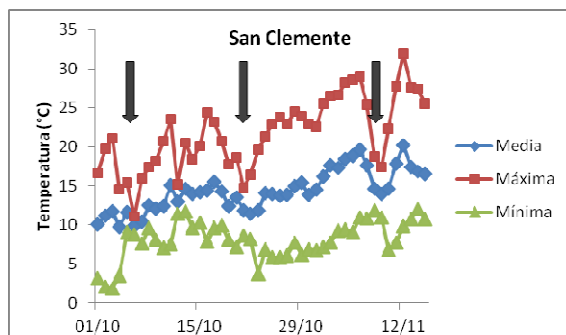


Figura 2. T° media, máxima y mínima diaria, y lluvia (flecha) entre el 1 de octubre y el 15 de noviembre en San Clemente.

Cuadro 1. Temperaturas media (°C) desde el 1 de Octubre al 15 de Noviembre durante las últimas temporadas y la variación de la temporada actual respecto al promedio de las anteriores.

| Localidad | Temperatura media (°C) | | | Grados día (10) | | | Lluvia (mm) | | |
|--------------|------------------------|---------|---------|-----------------|---------|---------|-------------|---------|---------|
| | Promedio | 2011/12 | 2012/13 | Promedio | 2011/12 | 2012/13 | Promedio | 2011/12 | 2012/13 |
| Graneros | 14,9 | 15,1 | 14,8 | 249 | 257 | 241 | 26 | 7 | 38 |
| Los Niches | 12,8 | 12,7 | 12,9 | 190 | 192 | 188 | 27 | 11 | 123 |
| San Clemente | 14,3 | 14,2 | 14,4 | 222 | 220 | 219 | 34 | 10 | 67 |
| El Colorado | 12,0 | 12,2 | 12,6 | 153 | 159 | 163 | 58 | 20 | 101 |
| Angol | 13,3 | 13,7 | 13,9 | 184 | 198 | 207 | 62 | 51 | 63 |
| Freire | 11,0 | 11,3 | 11,7 | 107 | 125 | 134 | 62 | 36 | 64 |

Así también, las condiciones ambientales para la actividad de los agentes polinizadores (abejas) fueron desfavorables. No solo por las lluvias, sino por la disminución del N° de horas con T° sobre 15 °C (Cuadro 3). Con T° inferior a 14 °C o baja radiación solar, las abejas no vuelan (Vicens y Bosch, 2000).

Cuadro 2. Temperatura media (°C) entre el 1 y 20 de octubre.

| Localidad | Promedio | 2011/12 | 2012/13 |
|--------------|----------|---------|---------|
| Graneros | 13,7 | 13,6 | 12,8 |
| Los Niches | 11,6 | 11,1 | 11,3 |
| San Clemente | 13,2 | 12,8 | 12,6 |
| El Colorado | 11,1 | 11,0 | 10,7 |
| Angol | 12,6 | 12,0 | 12,5 |
| Freire | 10,3 | 9,9 | 10,8 |

Por otro lado, la acumulación térmica (GD) durante la presente temporada de crecimiento del fruto, ha sido similar al promedio de los últimos años y al

anterior, excepto en Angol y Freire (Cuadro 1).

Cuadro 3. Horas con Temperatura sobre los 15 °C entre el 1 y 10 de octubre.

| Localidad | Promedio | 2011/12 | 2012/13 |
|--------------|----------|---------|---------|
| Graneros | 89 | 80 | 49 |
| Los Niches | 69 | 62 | 57 |
| San Clemente | 75 | 68 | 42 |
| El Colorado | 54 | 39 | 21 |
| Angol | 67 | 64 | 57 |
| Freire | 51 | s.i. | 35 |

s.i.= sin información

REFERENCIAS

- Tromp, J. 1997. Maturity of apple cv. Elstar as affected by temperature during a six-week period following bloom. *J. Hort. Sci.* 72: 811-819.
- Vicens, N. and Bosch, J. 2000. Weather-dependent pollinator activity in an apple orchard, with special reference to *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae). *Environmental entomology* 29: 413 - 420.
- Warrington, I.J., Fulton, T.A., Halligan, E.A. and de Silva H.N. 1999. Apple fruit growth and maturity are affected by early season temperatures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124: 468-477.

RESUMEN DE INVESTIGACIONES

EFFECTO DE DIFERENTES FORMULACIONES DE CALCIO, APLICADOS EN FORMA TEMPRANA Y TARDÍA, SOBRE LA INCIDENCIA DE BITTER PIT EN FRUTOS DE MANZANOS CV. GRANNY SMITH.

(ZURITA, P. 1994. TESIS DE GRADO. U. DE TALCA, 86 PÁG. PROF. GUÍA: J.A.YURI).

El estudio se realizó durante la Temporada 1992/1993, en el Huerto La Polcura de Soc. Dosal Hnos. & Cia., ubicado en Tutuquén - Curicó, en el cv. Granny Smith/MM 111, plantado a 5,5 x 3,5 m (519 árboles/ha). El objetivo fue evaluar la efectividad de aplicaciones de Calcio en épocas tempranas y tardías del ciclo de crecimiento del fruto, sobre la incidencia de bitter pit y su efecto sobre la madurez. Para ello, se emplearon diferentes formulaciones de Calcio: CaCl₂, Wuxal[®] Calcio, Nutraphos[®] 24 y Stopit[®], en un programa de 6 aplicaciones (3 tempranas + 3 tardías), con un volumen de

mojamiento de 2.000 L/ha. Para la evaluación de alteraciones a nivel de la fruta, se cosecharon un total de 4 cajas/tratamiento, a las que se les determinó la incidencia y severidad de bitter pit, en tres épocas: cosecha, tres meses de almacenaje y tres meses de almacenaje + 10 días a temperatura ambiente. Durante el desarrollo del fruto se realizaron tres muestreos (temprano, medio y tardío), con el fin de analizar la composición mineralógica (Ca, K, Mg y N) y realizar así un seguimiento de dichos nutrientes en el transcurso del ciclo de crecimiento de los frutos.

Los resultados indicaron que al comparar frutos provenientes de árboles con tratamientos de Ca versus frutos testigos (sin aplicación), hubo un efecto positivo en el control del bitter pit, utilizando las distintas formulaciones. Tanto aplicaciones tempranas como tardías de Ca, resultaron efectivas en disminuir la incidencia de bitter pit, aún cuando la correlación entre incidencia del daño y concentración mineralógica, no mostró diferencias estadísticamente significativas.

DESTACAMOS

Una considerable cantidad de visitas nacionales y extranjeras recibió el CP en los últimos dos meses. Entre estas últimas figuran los siguientes países: Brasil, Colombia, Ecuador, Jamaica, Paraguay, República Checa, Francia, Japón, Holanda, Polonia y Sudáfrica.

El Dr. Pedro Rosalen, de la Universidad de Campinas, Brasil, sostuvo una jornada de trabajo con investigadores del CP, al igual que la Dra. Olga Martín-Belloso, de la Universidad de Lérida, España (Foto 8).



Foto 8. Dr. Pedro Rosalen, de la UniCamp (izquierda). Dra. Olga Martín-Belloso, junto a Ricardo Díaz, Director del CEAP (derecha).

La Directora del CREAS, Dra. María Elvira Zúñiga visitó el CP el 13.11. La Gerencia Agrícola de Agrozzi tuvo una reunión de trabajo (12.12.), en donde se acordó un proyecto con miras a aumentar la productividad de huertos de manzano para la agroindustria (Foto 9).



Foto 9. Dra. María Elvira Zúñiga (izq.). Equipo técnico de Agrozzi (der.).

Un gran aporte a la formación de nuestros estudiantes hicieron Michel Ramonguilhem, de Aquifruit, Francia y César Montero, Gerente de Unifrutti Linares, al dictar algunas sesiones de la Cátedra de Fruticultura (Foto 10).



Foto 10. Michel Ramonguilhem y César Montero, durante sus clases.

Una visita a la Facultad de Ciencias de la U. de Chile y al Centro de Estudios Avanzados en Fruticultura en Rancagua, realizó el Director del CP (Foto 11).



Foto 11. Dr. Manuel Pinto (izq). Drs. Claudia Stange y Michael Handford.

POMACEAS, Boletín Técnico editado por el Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca. De aparición periódica, gratuita.

Representante Legal: Dr. Álvaro Rojas Marín, Rector

Director: Dr. José Antonio Yuri, Director Centro de Pomáceas

Editores: José Antonio Yuri & Valeria Lepe

Avenida Lircay s/n Talca Fono 71-200366- Fax 71-200367 e-mail pomaceas@utalca.cl

Sitio Web: <http://pomaceas.utalca.cl>