

### CLIMA, CORAZÓN ACUOSO Y "BITTER PIT"

Omar Hernández & Álvaro Sepúlveda

#### CORAZÓN ACUOSO

El corazón acuoso (ingl. *watercore*), se reconoce por la presencia de sectores de aspecto translúcido y vidrioso en la pulpa de las manzanas. En un comienzo el problema puede aparecer alrededor de los haces vasculares, para luego llegar hasta la zona de los carpelos (**Fotos 3 y 4**). En los casos más severos puede extenderse al resto de la fruta (**Foto 4**) (Bowen and Watkins, 1997).

El aumento en el contenido de sorbitol (azúcar de mayor traslocación en manzanas) en estas zonas, provocaría cambios en el potencial osmótico, causando una atracción de agua hacia los espacios intercelulares (**Figura 2**) (Yamada et al., 2004).

El sorbitol en los frutos es rápidamente transformado a otros carbohidratos, por lo que su contenido representa un porcentaje muy bajo respecto a los azúcares totales (menos del 10 %);

### CONTENIDOS

Clima, Corazón Acuoso y Bitter Pit

Editorial

Resumen Climático

Resúmenes de Investigaciones

Eventos

### EDITORIAL

En el marco del Proyecto PDTE Región de O'Higgins, de Innova-Corfo, el 13 de Mayo se realizó el Seminario: "Desafíos de la Industria de Pomáceas en la Región de O'Higgins", al cual asistieron cerca de 90 productores. Expusieron los Srs. Antonio Walker, Presidente de Fedefruta, Ramón Achurra, Presidente de Frusexta, Francisco Prat, de Inversiones Agrícolas Buenos Aires y J.A. Yuri. (**Foto 1**).



**Foto 1.** Ben-Hur Leyton (Corfo), Francisco Prat, Ramón Achurra, Antonio Walker, Patricio Rey (Intendente O'Higgins), J.A. Yuri, Felipe García-Huidobro, Álvaro Quilodrán y José Luis Vásquez

Visitaron el CP los máximos directivos de la Fundación para el Desarrollo Frutícola, a fin de estrechar lazos de cooperación en diversos proyectos (**Foto 2**).



**Foto 2.** J.A. Yuri, Edmundo Araya, Iván Lavados, Álvaro Rojas, Jaime Kong, Hernán Paillán, Yerko Moreno y José Luis Vásquez.

sin embargo, algunos investigadores han encontrado que el contenido de sorbitol aumenta con el avance de la madurez y con la presencia de corazón acuoso, siendo casi el doble en comparación a aquella fruta que no desarrolla el problema (Yamada et al. 2006).

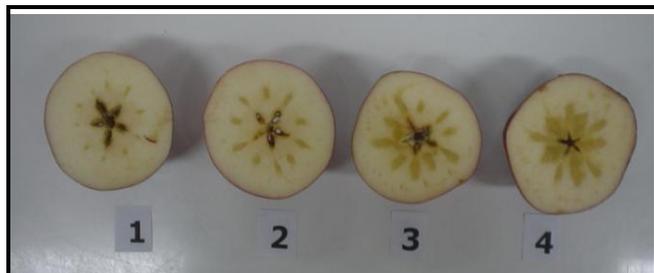


Foto 3. Escala de severidad de corazón acuoso en manzanas cv. Red Delicious.

El corazón acuoso correspondería a la alteración del transporte del sorbitol dentro de las células, junto a cambios en la permeabilidad de la membrana celular (Porrit et al. 1994, Ferguson, 1997). El desorden puede ser clasificado en dos tipos: el primero, aparece temprano durante el desarrollo del fruto, por lo que se observa en manzanas inmaduras, mientras que el segundo se manifiesta tarde en la temporada, apareciendo en fruta con madurez avanzada (Yamada et al, 2010).

Altas temperaturas (T°) y exposición a la radiación solar han sido propuestas como posibles causas del corazón acuoso temprano (llamado infiltración) (Yamada et al., 2004). En cambio, el corazón acuoso tardío (común en la zona carpelar), ha sido asociado con madurez avanzada, cosechas tardías, bajas temperaturas nocturnas, entre otros factores (Porrit et al. 1994).



Foto 4. Corazón acuoso (infiltración) antes de cosecha (izquierda) y almacenaje (centro). Corazón acuoso carpelar (derecha).

En estudios realizados con cv. Fuji, Bowen y Watkins (1997) encontraron una disminución en los niveles de calcio en aquella fruta con mayor severidad de corazón acuoso, en comparación a la fruta que no presentaba el problema (Cuadro 1). El efecto del

calcio estaría asociado con el retraso de la madurez y con la integridad de la membrana (Yamada et al. 1999).

**Cuadro 1.** Concentración de nutrientes expresado en  $\mu\text{g/g}$  de materia seca (Ca, Mg y K) en manzanas con diferentes niveles de severidad de corazón acuoso (Fuente: adaptado de Bowen and Watkins, 1997).

Severidad	Ca ( $\mu\text{g/g}$ )	Mg ( $\mu\text{g/g}$ )	K ( $\mu\text{g/g}$ )
0	274	206	11,3
1	265	216	11,0
2	220	181	10,1
3	230	195	10,5

Además del calcio, el nitrógeno estaría favoreciendo una mayor incidencia del daño. Otros factores que promueven el desorden, son: el excesivo vigor de los árboles (alta relación hoja/fruto), poda y raleo severos, frutos de gran tamaño y fruta con madurez avanzada.

Según Yamada et al. 1994, bajas temperaturas durante la precosecha (4-5 semanas antes de cosecha) tienen un efecto directo sobre la expresión del corazón acuoso en cultivares susceptibles. Determinó que las temperaturas alrededor de 25 ° C inhibían completamente el desarrollo del problema, y por el contrario, bajas T° aumentaban la manifestación del daño.

Este efecto fue observado en trabajos posteriores, en los cuales, frutos expuestos a T° de 7 °C en precosecha, presentaron una mayor incidencia de corazón acuoso que aquellos sometidos a T° de 25 °C, tal como se observa en las Figuras 1 y 2 (Yamada et al. 2004). Con bajas temperaturas, las hojas senescen rápidamente y el sorbitol almacenado en ellas puede trasladarse hacia los frutos.

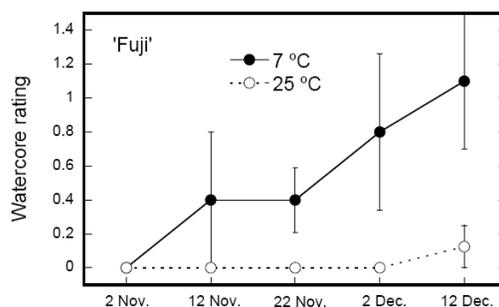
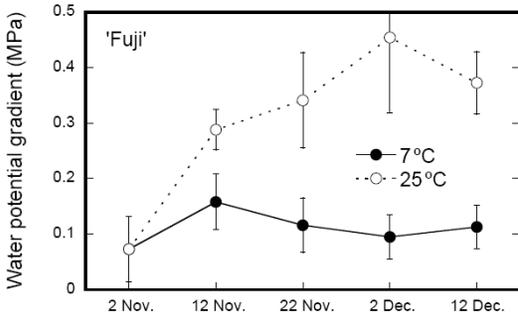


Figura 1. Severidad de corazón acuoso en manzanas cv. Fuji sometidas a dos tratamientos de temperatura antes de cosecha (Fuente: Yamada et al. 2004).

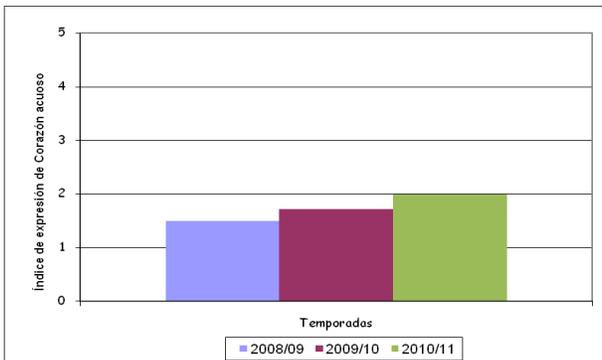


**Figura 2.** Potencial hídrico en manzanas cv. Fuji sometidas a dos tratamientos de temperatura antes de cosecha (Fuente: Yamada et al. 2004).

Por otro lado, altas T° también podrían inducir más corazón acuoso, ya que la madurez es acelerada, produciéndose pérdida de calcio, causando una alteración en la permeabilidad de las membranas.

**Cuadro 2.** Temperaturas mínimas (°C) durante el mes de Marzo en las últimas cuatro temporadas.

Localidad	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011
Graneros	9,5	9,5	9,0	8,9
Los Niches	7,9	7,0	6,4	5,7
San Clemente	9,5	10,0	9,3	8,3
Colbún	9,0	9,9	9,0	8,0
Angol	10,7	12,2	11,1	9,9



**Figura 3.** Índice de la expresión de corazón acuoso en las últimas 3 temporadas.

En el **Cuadro 2** se observan las temperaturas mínimas durante el mes de Marzo. Éstas fueron más bajas en las últimas 2 temporadas respecto a las anteriores. Ello puede explicar la mayor incidencia del desorden en la temporada 2010/2011 (**Figura 3**). Tal como se

mencionó anteriormente, bajas T° en el periodo previo a la cosecha estarían directamente relacionadas con el desarrollo de corazón acuoso.

**"BITTER PIT"**

El "bitter pit" (depresión amarga) consiste en depresiones, generalmente localizadas en la zona calicinal del fruto (**Foto 5**), y no involucrando directamente su piel. Este desorden fisiológico puede aparecer incluso antes de cosecha, pero es más común su manifestación luego del almacenaje en frío.

El "bitter pit" puede afectar prácticamente a todos los cultivares de manzanas y es asociado a una deficiencia localizada de calcio. El Ca se moviliza en la planta, principalmente vía xilemática, por lo que se mueve hacia el órgano con mayor tasa de transpiración (existe una fuerte competencia de los brotes en perjuicio de los frutos). Por lo tanto, el exceso de vigor favorece la aparición del desorden. La que es incrementada por las condiciones climáticas y los manejos agronómicos de cada huerto en particular (Porrit et al., 1994).

Dado que existe un componente climático, la incidencia y severidad del problema puede variar de una temporada a otra, así como entre zonas productivas. La temporada 2010/2011 hubo una gran incidencia del daño (**Figura 5**).



**Fotos 5.** Síntomas de "bitter pit" en manzanas cv. Granny Smith y Red Delicious.

La principal función del calcio es estructural, participando en la formación y estabilización de la pared celular. Ello proporciona al fruto, en su postcosecha, mayor firmeza de pulpa, menor tasa respiratoria y de producción de etileno (Recasens et al., 2004), además, mejora la condición fisiológica para resistir el riesgo de aparición de otras

alteraciones fisiológicas.

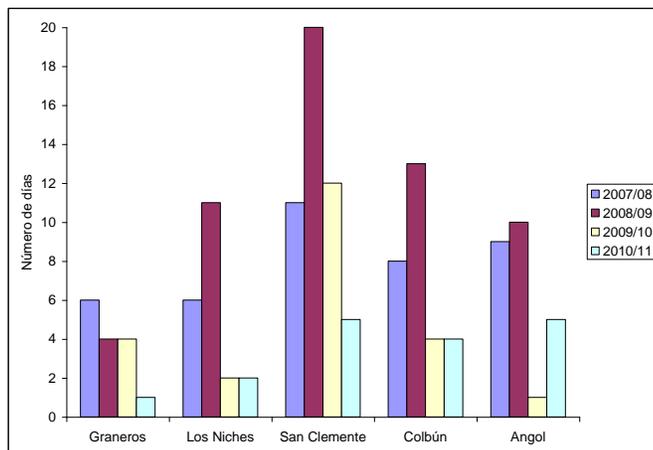
Según DeEll et al., 1999 no existe un consenso acerca del efecto del calcio en la firmeza de los frutos. En algunos trabajos se han encontrado diferencias en firmeza de pulpa en frutos tratados con aplicaciones foliares del elemento; en otros casos, se ha observado distintos patrones de respuestas a las aplicaciones foliares de precosecha.

### CLIMA Y "BITTER PIT"

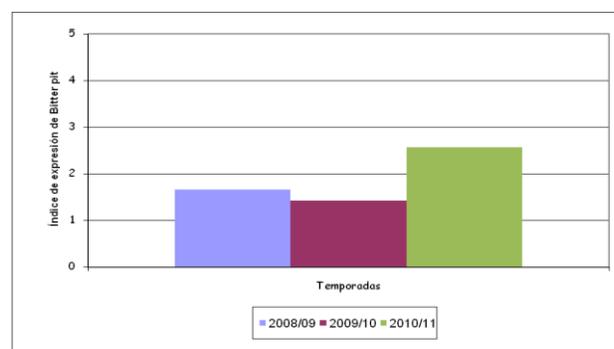
Altas T° durante los meses de Enero y Febrero serían un factor que aumenta el riesgo de incidencia de "bitter pit". Más de 10 días con T° superiores a 32 °C favorecerían el desarrollo del daño. Altas T° y baja humedad relativa, constituyen una atmósfera altamente demandante de agua. En este clima estresante para la planta, se estimularía la tasa de transpiración de los brotes, atrayendo el calcio hacia ellos, en perjuicio de los frutos. Esto se debería a que el calcio se mueve principalmente por flujo de masa, en donde los órganos vegetativos serían más competitivos que los frutos. El calcio, en el interior de la planta, es un elemento poco móvil, formando parte de los pectatos de calcio en la lamela media de las células (Monge et al., 1994).

En la **Figura 4** se observan el número de días durante el mes de Enero que presentaron más de 32 °C. Se puede apreciar que durante la temporada 2008/09 se registró un alto número de días sobre 32°C, mayor que en las temporadas posteriores, en todas las zonas. Sin embargo, si observamos la **Figura 5**, notamos que en aquella temporada se presentó baja incidencia del desorden, respecto a la temporada 2010/11. Otros factores parecen haber promovido la ocurrencia del daño.

Una temporada con temperaturas moderadas, como la recién pasada (2010/2011), especialmente en primavera, podrían, por un lado, retrasar el desarrollo de los dardos, y por otro, favorecer el crecimiento vegetativo (brotes). Ello, en desmedro del abastecimiento de Ca hacia los frutos.



**Figura 4.** Número de días sobre 32° C en el mes de Enero, durante las últimas cuatro temporadas.



**Figura 5.** Índice de la expresión de "bitter pit" en las últimas 3 temporadas.

### LITERATURA CONSULTADA

- Bowen, J. H., Watkins, C. B., 1997. Fruit maturity, carbohydrate and mineral content relationships with watercore in 'Fuji' apples. *Postharvest Biol. Technol.* 11, 31-38.
- Meheriuk, M., Prange, R. K., Lidster, P. D., Porrit, S. W., 1994. *Postharvest disorders of apples and pears.* Ottawa, Canada. 66 p.
- Yamada, H., Kaga, Y., Amano, S., 2006. Cellular compartmentation and membrane permeability to sugars in relation to early temperature-induced watercore in apples. *Sci. Hortic.* 108, 29-34.
- Yamada, H., Kobayashi, S., 1999. Relationship between watercore and maturity or sorbitol in apples affected by preharvest fruit temperature. *Sci. Hortic.* 80, 189-202.
- Yamada, H., Takechi, K., Hoshi, A., Amano, S., 2004. Comparison of water relations in watercored and non-watercored apples induced by fruit temperature treatment. *Sci. Hortic.* 99, 309-318.
- Yamada, H., Teramoto, K., Amano, S., 2010. Relationship between early watercore development and leaf photosynthesis or partitioning of photosynthates in apple. *Sci. Hortic.* 125, 337-341.

# RESUMEN CLIMÁTICO

## CONDICIONES CLIMÁTICAS PREVIO A LA COSECHA

Las condiciones climáticas, principalmente la temperatura (T°), durante la precosecha (verano), se asocian a la calidad organoléptica de la fruta. Altas T° pueden tener efectos negativos en ella, como favorecer la incidencia de daño por sol, desórdenes fisiológicos, falta de color, entre otros.

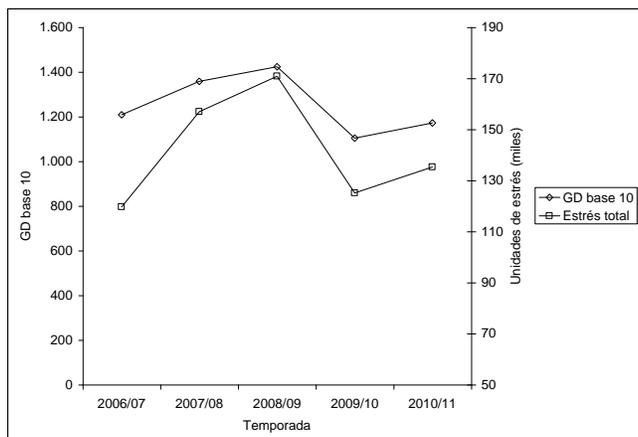
Las T° medias de Marzo durante la temporada 2010/2011 fueron inferiores, en alrededor de 1 °C,

a las registradas en la temporada 2009/2010, para las seis localidades presentadas (**Cuadro 3**). Sin embargo, durante Abril ocurre lo inverso, aunque en una menor magnitud.

La acumulación térmica durante la temporada, estimada en GD base 10, es levemente superior a la temporada 2009/2010, en todas las localidades (**Cuadro 3**), pero bajo el promedio de las últimas cuatro temporadas (**Figura 6**). Lo mismo ocurre con el índice de estrés, que relaciona la T° y la HR. Estas condiciones bajan el riesgo de aparición de desórdenes fisiológicos, por lo que el aumento de "bitter pit" ocurrido en la temporada 2010/2011, podría ser producto de un clima favorable para el desarrollo vegetativo de los árboles.

**Cuadro 3.** Temperatura (T°) media de Marzo y Abril; Grados día base 10; Unidades de estrés y Número de horas con T° bajo 10 °C previo a la cosecha, en diferentes localidades de Chile.

Localidades	T° media (°C)		T° media (°C)		GD base 10		U. de estrés		N° hr. T° < 10 °C		N° hr. T° < 10 °C	
	Marzo		Abril		1 Oct-15 Mar		1 Oct-15 Mar		Ene-Feb		Feb-Mar	
	09/10	10/11	09/10	10/11	09/10	10/11	09/10	10/11	09/10	10/11	09/10	10/11
Graneros	17,9	16,7	11,9	12,5	1.324	1.342	182,6	174,9	34	14	111	96
Los Niches	15,2	14,4	9,1	10,2	1.006	1.086	102,9	133,9	242	182	379	345
San Clemente	17,2	16,3	11,7	12,0	1.204	1.268	149,2	163,0	53	44	103	152
El Colorado	15,2	14,8	9,4	10,6	905	974	97,1	98,06	217	121	323	154
Colbún	16,6	14,9	10,5	11,3	1.116	1.188	113,8	115,9	127	59	175	194
Angol	17,0	16,0	12,4	13,1	1.022	1.173	105,0	125,8	42	42	56	64



**Figura 6.** Grados día (GD base 10) e Índice de estrés durante la temporada (1 de Octubre al 15 de Marzo) en las últimas cuatro temporadas.

La acumulación de frío (número de horas con T° menor a los 10 °C) previa a la cosecha, fue mayor o

menor respecto a la temporada anterior dependiendo de la zona, siendo más alta en las localidades ubicadas en la precordillera (**Cuadro 3**).

La alta acumulación de frío durante Febrero y Marzo, y el mes de Marzo más frío de los últimos cuatro años, conforman un final de temporada propicio para el desarrollo de corazón acuoso, especialmente en cultivares de cosecha tardía. Esto se hace más relevante cuando se aplaza la cosecha, en busca de condiciones organolépticas. Las bajas T° primaverales, similares a la temporada 2009/10, que ya anticipaban una maduración gradual de la fruta y un bajo desarrollo de color, podrían explicar esta situación en la temporada recién concluida.

## RESUMEN DE INVESTIGACIONES

PREDICCIÓN DE BITTER PIT POR MEDIO DE INFILTRACIÓN DE FRUTOS EN SALES DE MAGNESIO Y DETERMINACIÓN DEL LARGO DE BROTES

(VALDES, C. 1997. TESIS ING. AGR. U. DE TALCA, 69 PÁG, PROF. GUÍA: J. RETAMALES).

Durante la temporada 1995/96, se estableció la capacidad de predicción de bitter pit mediante la infiltración con sales de Magnesio y largo de brotes en manzanos cultivares Braeburn y Granny Smith, provenientes de huertos comerciales de San Fernando, Curicó y San Javier. Se seleccionaron tres huertos con bajo, medio o alto potencial de incidencia probable de bitter pit por cada zona y cultivar, recolectando fruta 60, 40 y 20 días antes de la cosecha comercial. La fruta se infiltró por dos minutos con 0,05 M de  $MgCl_2$  con vacío de 500 ó 100 mm de Mercurio, para Granny Smith y Braeburn, respectivamente.

Al correlacionar el bitter pit real (después de 90 días a 0 °C y 90 % de H.R. más 10 días a 18 °C, simulando el período de

comercialización), con aquel predicho mediante la infiltración, la capacidad de predicción fue: 20 > 40 > 60 días precosecha. La capacidad de predicción fue aceptable 40 días antes de la cosecha comercial, dando la posibilidad de efectuar aplicaciones de Ca o ajustar la estrategia de comercialización de la fruta. Respecto de la zona productiva en cuanto al potencial de bitter pit, San Fernando > Curicó > San Javier. En ambos cultivares, los síntomas "tipo bitter pit", causados por la infiltración, se estabilizaron 16 días después de realizada ésta. Al analizar la composición mineralógica de la solución post-infiltración, se detectó ingreso de Mg hacia la fruta y remoción del Ca desde ésta hacia la solución. Con la medición del largo de brotes, se obtuvo una menor capacidad de predicción de bitter pit real ( $r^2$ : 0,48), comparada con la infiltración en sales de Magnesio. Los datos obtenidos en la presente investigación señalan que la infiltración con Magnesio se muestra como un sistema de predicción confiable para establecer susceptibilidad al bitter pit en distintas zonas productivas; mientras que el largo de brotes podría servir para indicar la propensión aproximada de un huerto al bitter pit.

## DESTACAMOS

En el marco de la inauguración del Centro de Estudios en Alimentos Procesados (CEAP), en la Región del Maule, visitó el CP (15.04), una delegación de investigadores de diversas Universidades extranjeras, acompañados por su Director, Dr. Luis Flores (**Foto 6**).



**Foto 6.** Dr. Rolando Flores (U. Nebraska); Dr. Iván Palomo; Dra. Carolina Torres; Dr. Josse de Baerdemaeker (U. Leuven); Dr. Luis Flores (CEAP); Dr. Iván Nieto CNTA-España y J.A. Yuri.

El 11.04 visitó el CP el Dr. Mark Beach, Gerente de Valent BioSciences-USA, junto al Dr. Julio Retamales, a fin de discutir proyectos en el uso del ABA en frutales (**Foto 7**). Una delegación encabezada por el Gerente General de la empresa Colbún, Sr. Bernardo Larraín, visitó el CP el día 20 de Mayo, en compañía del Rector Álvaro Rojas (**Foto 7**).



**Foto 7.** Drs. Mark Beach y Julio Retamales, de Valent-BioSciences (izquierda); Comitiva de Colbún (derecha).

**Fechas Reuniones Técnicas 2011:**

Martes 26 de Julio

Martes 27 de Septiembre

Martes 29 de Noviembre

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](mailto:pomaceas@utalca.cl)

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