

### PREDICCIÓN DE BITTER PIT

(J. RETAMALES; C. VALDES\*) \*SQM Comercial

El bitter pit es el desorden fisiológico más importante en manzanas y tiene gran impacto en la calidad y precio de la fruta (Foto 3). A nivel mundial, la investigación se ha concentrado en su control mediante aplicaciones de calcio en pre y post cosecha, así como en el manejo de las condiciones de almacenaje. Sin embargo, para controlarlo efectivamente, la industria debe utilizar métodos adecuados de predicción. La alta susceptibilidad al desorden de algunas variedades de reciente introducción a Chile y la inexistencia de métodos confiables para predecir el bitter pit, han inducido el desarrollo de nuevas metodologías.

#### Causas y control del bitter pit

Los primeros estudios sobre bitter pit se hicieron hace casi 70 años, cuando se estableció que estaba asociado a bajos niveles de calcio (Ca) en frutos. Luego se demostró que aplicaciones foliares de Ca reducían la incidencia, mientras que las de Magnesio (Mg) la aumentaban. El factor que define la incidencia del desorden (y otros ligados al Ca), sería la distribución de Ca entre diversos órganos

*Continúa en la página 2*

### CONTENIDOS

Predicción de bitter pit

Editorial

Resúmenes de Investigaciones

Eventos

### EDITORIAL

El día 27 de Mayo se celebró el 10º aniversario del Centro de Pomáceas, con la asistencia de un centenar de personas. Durante el evento, presidido por el Rector de la Universidad de Talca, Dr. Álvaro Rojas Marín, se hizo entrega de la Memoria 1995-2005. Además, fueron premiados 6 profesionales de la industria frutícola, en cuya representación habló el Gerente General de Agropacal S.A., Sr. Nelson Murua.



Foto 1. Celebración del 10º aniversario del Centro de Pomáceas.



Foto 2. Equipo de trabajo del Centro de Pomáceas.

vegetales, antes que la cantidad total de Ca en la planta. Por ello, en la generalidad de las zonas manzaneras, los niveles de Ca en el suelo normalmente satisfacen las necesidades de las plantas.

La mayor parte del Ca en el árbol es translocado con el flujo transpiratorio; por ello, los órganos que transpiran poco (frutos), acumulan menos Ca que aquellos que transpiran más (hojas y brotes). La incidencia de desórdenes fisiológicos ligados a la nutrición con Ca, puede reducirse fuertemente al limitar el crecimiento vegetativo, con prácticas que van desde optimizar el manejo hídrico y de las malezas, la época e intensidad de poda, la fertilización nitrogenada, hasta el manejo de la carga frutal.



Foto 3. Bitter pit interno en manzanas cv. Red Delicious.

### Predicción de Bitter pit

Predecir implica la capacidad de anticipar la ocurrencia de eventos. La predicción de bitter pit requiere estimar los niveles de Ca, además de Mg, Potasio (K), Nitrógeno (N) y Fósforo (P) en frutos.

En las manzanas es difícil medir las concentraciones de Ca, porque los niveles son bajos, variables (tanto dentro como entre frutos), además de desconocerse la zona del fruto que está involucrada con la incidencia del desorden.

Debido a que la baja acumulación de Ca en los frutos no se debería a insuficiente suministro o absorción desde el suelo, sino que a la desigual distribución entre tejidos, la determinación de los niveles de Ca en el suelo o en el follaje no representa el Ca almacenado en frutos. Sin embargo, ya que la concentración de Ca en ellos es de tanta importancia

para su calidad interna, se ha buscado determinarlo indirectamente. Cuando se haya encontrado un método confiable para conocer los niveles de Ca en los frutos, será posible implementar esquemas que premien el nivel de Ca en frutos, y con ello, tanto su calidad interna como su capacidad de almacenaje.

### Métodos de predicción de bitter pit

En los últimos 50 años, se han usado diversos métodos de predicción de bitter pit (Cuadro 1), con diferente eficacia.

Un método para predecir bitter pit debe cumplir, al menos, los siguientes requisitos: 1. Costo: adecuada relación costo/beneficio; 2. Confiabilidad: entregar resultados consistentes al ser usado en diversas variedades, así como en distintas temporadas, condiciones de manejo y zonas productivas; 3. Oportunidad: permitir el control del desorden o la segregación de frutos, según la incidencia potencial de bitter pit; ello implica que los resultados deban conocerse antes que la mayor parte de la fruta haya sido cosechada, 4. Facilidad de operación: sencillo de implementar y compatible con los protocolos de manejo de fruta en los packings.

Cuadro 1. Capacidad predictiva ( $r^2$ )<sup>2</sup> de diversos métodos para pronosticar la incidencia de bitter pit en manzanas.

Método de Predicción	$r^2$
Infiltración de frutos con Mg	0,67- 0,87
Aceleración de madurez (Ethephon)	0,60-0,74
Largo de brotes terminales	0,38- 0,50
Análisis Mineral de frutos: K+Mg/Ca	0,12-0,40
Análisis Mineral de frutos: Ca	0,19-0,43

<sup>2</sup> $r^2$  (coeficiente de determinación): mide la proporción de incidencia de bitter pit en post cosecha (90-120 días a 1-3 °C), que es explicada por muestras colectadas una semana antes de cosecha comercial. <sup>3</sup> Diversas fuentes.

Entre los métodos de predicción de bitter pit más empleados por la industria se encuentran:

**Análisis mineral de la fruta:** Es el método de más amplio uso. En países donde la industria lo emplea regularmente (Bélgica, Inglaterra, Nueva Zelanda), las predicciones se basan en los niveles de Ca (o K + Mg/Ca), en frutos colectados en precosecha, respecto a estándares que garantizarían ausencia del desorden. Sin embargo, se ha observado alta variabilidad en los niveles de Ca (y otros nutrientes) y ha sido difícil establecer la parte del fruto a muestrear.

**Infiltración de fruta con Mg (IFMg):** Se sabe que los niveles de Ca están inversamente vinculados al problema, mientras que los de Mg lo están directamente. Ello fue la base para desarrollar la IFMg en Polonia y EEUU. La interacción con investigadores norteamericanos nos permitió perfeccionar el método en Chile (1991) y su uso comercial a partir de 1997.

Al hacer IFMg se desplaza Ca de la pulpa y se generan procesos degradativos que se expresan 10-15 días después, como la aparición de manchas "tipo bitter pit" en frutos. El método se basa en que el número de estas manchas es inversamente proporcional al nivel de Ca en los tejidos; ello permite usar la IFMg para predecir la incidencia de bitter pit que se desarrollará en postcosecha.

### Etapas en la predicción de bitter pit con Mg

**Muestreo de fruta:** Puede hacerse 60, 40 ó 20 días previo a la cosecha. En 40 árboles debe tomarse un fruto del calibre más frecuente y ubicados a una altura de 120-140 cm y a 40-80 cm desde la periferia del sector sur-poniente de la copa. Los árboles deben ser uniformes en tamaño/vigor, condición de suelo y carga frutal. No deben usarse árboles enfermos ni con problemas nutricionales.

**Infiltración con Mg:** Dentro de 24 horas de colectados, los frutos se colocan en una campana desecadora (Foto 4), la que por cada litro de agua destilada contiene: Cloruro de Magnesio (10,2 g), Sorbitol (86 cc) y Tween 20 (0,1 cc). Luego se someten a vacío por 2 minutos en niveles que varían según el cultivar: 100 mm de Mercurio para G. Smith, 500 mm para R. K.O. y Braeburn, y 250 para Delicious, Fuji, Gala y otros cvs.

**Desarrollo y evaluación de síntomas:** Una vez infiltrados, los frutos se secan y dejan a 16-20° C. Luego de 8-10 días, empiezan a aparecer manchas "tipo bitter pit" sobre su superficie. Gran parte de los síntomas aparecen dentro de 16 días de la IFMg, pero se evalúa al cabo de 18 días.

**Análisis Estadístico:** La última etapa del proceso implica correlacionar (asociar), mediante modelos o funciones biomatemáticas, el número de frutos y manchas "tipo bitter pit" por fruto de cada muestra colectada en precosecha y sometida a IFMg (bitter

pit predicho), con aquel que se hubiera obtenido al cabo de su almacenaje por tres meses en atmósfera convencional (bitter pit real). El Centro de Pomáceas, ha generado modelos con el mejor ajuste para cada combinación variedad/patrón y fecha de muestreo (Cuadro 2). Sin embargo, cada usuario podría generar ecuaciones propias luego de algunas temporadas de uso intensivo del método.

**Cuadro 2.** Fórmulas generadas por el Centro de Pomáceas para frutos colectados 20 o 40 días antes de la cosecha y sometidos a infiltración con Mg.

Variedad	20 días antes de cosecha	
	Portainjerto Franco	Portainjertos Clonales
Braeburn	$y = 7,0 \ln(x) - 1,3$	$y = 5,8 \ln(x) - 3,2$
Fuji	$y = 1,0 x - 2,2$	$y = 1,1 x - 1,6$
Gala	$y = 0,9 x - 1,7$	$y = 1,2 x - 3,6$
G. Smith	$y = 4,0 \ln(x) + 0,6$	$y = 2,5 \ln(x) - 3,2$
R. Delicious	$y = 3,5 \ln(x) - 5,0$	$y = 7,2 \ln(x) - 4,9$

Variedad	40 días antes de cosecha	
	Portainjerto Franco	Portainjertos Clonales
Braeburn	$y = 6,8 \ln(x) - 0,14$	$y = 8,2 \ln(x) - 4,8$
Fuji	$y = 1,1 x - 2,0$	$y = 1,2 x - 1,7$
Gala	$y = 0,9 x - 1,9$	$y = 1,3 x - 2,9$
G. Smith	$y = 7,9 \ln(x) - 1,2$	$y = 7,4 \ln(x) - 2,8$
R. Delicious	$y = 7,3 \ln(x) - 4,1$	$y = 6,2 \ln(x) - 4,8$

x: porcentaje de frutos con manchas "tipo bitter pit" 18 días después de infiltración.



**Foto 4.** Infiltración de manzanas al vacío sumergidas en una solución que contiene  $MgCl_2$  (IFMg).

### BIBLIOGRAFÍA

- Retamales, J. B. y C. Valdes. 1996. Avances en la predicción de bitter pit en manzanos. Rev. Frutícola 17: 93-97
- Retamales, J. B. 1995. Status del calcio en los tejidos vegetales: determinación y el efecto de diversas prácticas culturales. pp: 46-63. En: Simposio Internacional Calcio en Fruticultura. J.A. Yuri y J. B. Retamales (eds.). Universidad de Talca.

## RESUMEN DE INVESTIGACIONES

PREDICCIÓN Y ESTRATEGIAS DE CONTROL DE BITTER PIT FRENTE A DIVERSAS CARGAS FRUTALES Y NÚMERO DE APLICACIONES DE CALCIO EN MANZANAS CV. BRAEBURN.

(LEPE. V. 1999. TESIS ING.AGR. U. DE TALCA, 41 PÁG, PROF. GUÍA: J. RETAMALES).

Con la finalidad de determinar estrategias de control de bitter pit (BP) en precosecha, una vez establecida la incidencia potencial del problema mediante infiltración en sales de Magnesio (IFMg), se llevó a cabo un ensayo en el Huerto San José de Perquín, Agrícola San Clemente, VII Región, utilizando el cv. Braeburn/franco plantado en 1993 a una densidad de 888 plantas/ha. Los árboles se ajustaron a diferentes potenciales de BP (bajo, medio o alto), mediante regulación de la carga frutal con raleo manual el 25 de Noviembre (57 ddpf), dejando 1 fruto/3 dardos (carga baja: CB=55 frutos/árbol), 1 fruto/dardo (carga media: CM= 70

frutos/árbol) ó 2 frutos/dardo (carga alta: CA=140 frutos árbol), respectivamente. Cada árbol con CB, CM o CA recibió uno de los 3 tratamientos siguientes: a) sin Calcio durante la temporada (control), b) 2 aplicaciones de CaCl<sub>2</sub> al 0,5% cada 10 días (aporte medio) o c) 4 aplicaciones de CaCl<sub>2</sub> al 0,5% cada 5 días (aporte alto); se consideró un mojamiento de 1500 L/ha. La incidencia probable de BP se estableció con IFMg, tomando frutos 40 días antes de cosecha, considerando 4 frutos/árbol. Para ver el efecto de las aplicaciones de Ca, se tomó una segunda muestra de frutos a la cosecha. Ambas fechas de muestreo fueron correlacionadas con los niveles de BP real obtenidos después de 3 meses de almacenaje en frío convencional (0°C y HR 98%) + 10 días a 18-22°C.

Al comparar el número de aplicaciones de Ca, se observaron diferencias entre 0 vs 2 ó 4 aplicaciones. Dichas diferencias persisten al comparar 2 vs 4 aplicaciones, siendo menor la incidencia de BP con 4 aplicaciones. La capacidad de predicción de BP tiende a ser mayor al aumentar la carga frutal, mientras que al mismo tiempo la incidencia del problema disminuye al aumentar la carga frutal.

## RESUMEN CLIMÁTICO (1 Octubre - 30 de Abril 2005)

LOCALIDAD	TEMPERATURAS		GRADOS-DÍA ACUMULADOS		T° SOBRE 29 °C		N° DE HORAS BAJO:		
	Máximas	Mínimas	Máx y Mín	Horario	N° de Horas	N° de Días	0 °C (Oct)	6 °C (Dic-Ene)	10 °C (Feb-Mar)
MOLINA	32,8	-0,2	1.456	1.322	127	40	1	2	155
PANGUILEMO	35,9	2,2	1.579	1.494	217	57	0	0	95
SAN CLEMENTE	38,9	1,0	1.646	1.520	369	74	0	0	119
COLBÚN	36,6	-4,3	1.515	1.287	329	90	2	10	215
CHILLÁN (15 Abr)	37,0	-2,3	1.064	998	123	36	0	30	325
ANGOL (15 Abr)	36,8	-1,7	1.325	1.195	122	34	0	11	72

## DESTACAMOS

Se constituyó un grupo de trabajo para realizar estudios de maduración de Pink Lady, dado los problemas de poscosecha que se han hecho recurrentes en ella (Foto 5).



Foto 5. Alejandro Fresno, José Manuel Silva, Andrés Margozzini, Gabriel Aylwin, Claudia Moggia y José Antonio Yuri.

A partir de Mayo comenzaron a funcionar 2 grupos de trabajo temático, en apoyo a las labores del CP: Ecofisiología (Mauricio Frías, Chris Voller, Rodrigo Rojas, Ricardo Gutiérrez) y Postcosecha (Lorena Podea, Paula Gajardo, Juan Basualdo, Raúl Osorio). La idea es que 4 representantes de la industria se incorporen a reuniones bimestrales para analizar temas que incidan en la calidad de la manzana. Un tercer grupo se está planificando en el área de la nutrición mineral.

### Eventos por realizar

El programa de las próximas Reuniones Técnicas 2005 del CP, es el siguiente:

4<sup>a</sup> Martes 26 de Julio;

5<sup>a</sup> Martes 27 de Septiembre;

6<sup>a</sup> Martes 29 de Noviembre.

Cualquier cambio en el horario o temática, será comunicado oportunamente.

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 M., Claudia Moggia

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>