

### EL MANZANO EN DIFERENTES ZONAS PRODUCTIVAS DE CHILE

(José Antonio Yuri, Álvaro Sepúlveda, Omar Hernández & Valeria Lepe)

El presente Boletín resume parte del libro "Comportamiento del manzano en diferentes zona productiva de Chile", financiado por Fondef y un grupo de productores y viveristas. Los resultados dan cuenta de 6 años de mediciones en el comportamiento de distintas variedades y portainjertos de manzanos, ubicados en huertos módulos (HM) en 5 localidades, desde Graneros a Temuco. También incluye los resultados del consumo de agua y nutrientes en árboles creciendo en un lisímetro de drenaje y entrega información climática relevante de cada zona, asociada a características de la planta y la fruta.

#### AGROCLIMA

En cada uno de los 5 huertos módulos (HM) se instaló una estación meteorológica automática Davis (Foto 3), que registraban datos de temperatura ( $T^{\circ}$ ), humedad relativa (HR), precipitaciones, velocidad y dirección del viento, radiación solar, etc., entre los años 2003 y 2007.

### CONTENIDOS

El Manzano en Diferentes Zonas de Chile  
Editorial  
Resumen Climático  
Resúmenes de Investigaciones  
Eventos

### EDITORIAL

El 29 de Noviembre se realizó el lanzamiento del Libro "Comportamiento del manzano en diferentes zonas productivas de Chile", publicado por la Editorial de la Universidad de Talca, de los autores José Antonio Yuri, Claudia Moggia, Alvaro Sepulveda, Valeria Lepe, José Luis Vásquez & Marcia Pereira (Foto 1).

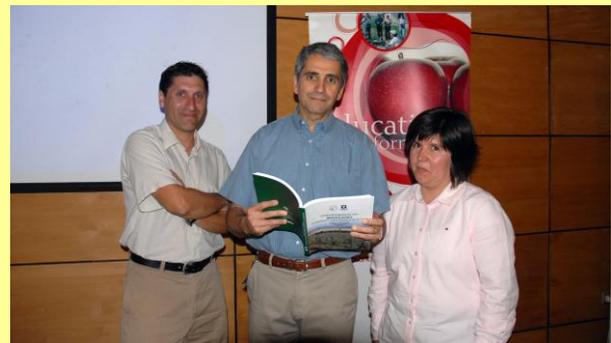


Foto 1. Los editores del libro durante su lanzamiento.

En el marco del Proyecto Fondecyt "Biochemical and molecular responses of apple peel to photo-oxidative damage in the presence of elevated temperature during fruit development under acclimated and non-acclimated conditions", el Dr. Amit Dhingra de Washington State University, realizó una estadia de investigación en el CP (Foto 2).



Foto 2. Dr. Amit Dhingra (izq.) en su visita a Frutícola El Aromo.



**Foto 3:** Estación meteorológica automática en el huerto módulo de Angol. Equipos similares se instalaron en el resto de los HM.

Con estos datos (obtenidos cada 15 minutos), se calcularon diversos modelos agroclimáticos, como horas de frío, unidades de frío Richardson, grados día base 10 (GD 10), grados hora de crecimiento (GDH) e índice de estrés. El objetivo fue caracterizar cada uno de los HM de acuerdo a su potencial para la producción de manzanas, puesto que existen variaciones en éstas entre localidades y temporadas.

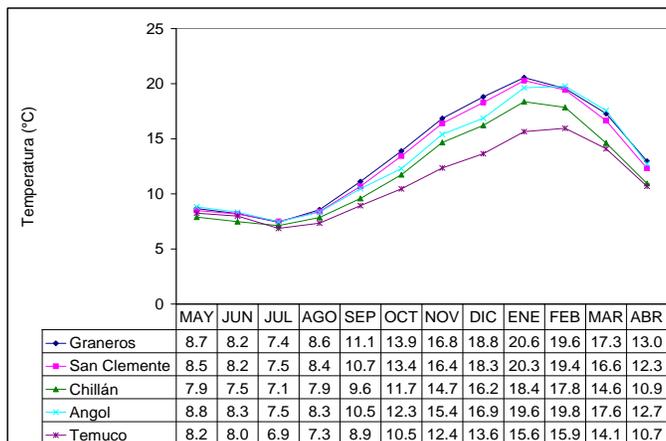
Entre los aspectos productivos más relevantes asociados a factores climáticos, se encontraron el color, maduración, calibre, aparición de alteraciones fisiológicas (daño por sol, bitter pit, pardeamiento interno, entre otros). Algunos resultados son expuestos a continuación.

Sin duda la  $T^{\circ}$  es la principal variable climática en relación al desarrollo de las plantas. Establece el largo de la estación de crecimiento y ofrece un período de frío invernal para el correcto desarrollo del manzano. La  $T^{\circ}$  esta determinada por la latitud, y a nivel microclimático por la altura, la topografía, presencia de masas de agua, entre otros.

En Chile, el manzano se distribuye entre los  $33^{\circ} 30'$  y los  $40^{\circ} 30'$  L.S. Los cinco HM del Proyecto se ubicaban entre los  $34^{\circ}$  (Graneros) a los  $38^{\circ} 44'$  (Temuco), la locación del resto fue: San Clemente ( $35^{\circ} 30'$ ), Chillán ( $36^{\circ} 32'$ ) y Angol ( $37^{\circ} 43'$ ).

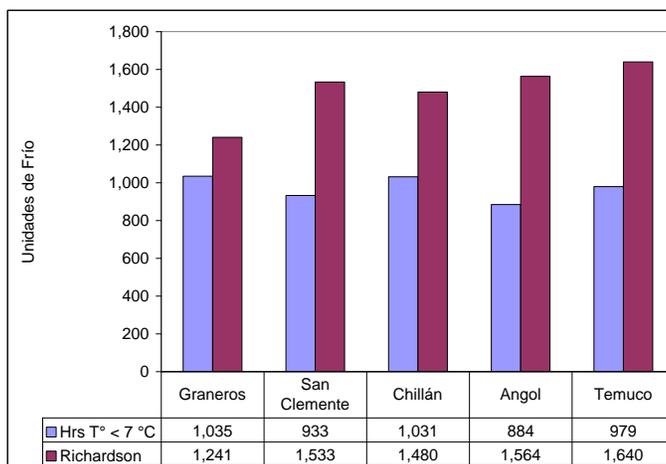
La diferencia en latitud se vio reflejada en el perfil de las  $T^{\circ}$  medias mensuales, con una diferencia de 5

$^{\circ}\text{C}$  en el mes más cálido (enero) entre Graneros y Temuco (Figura 1). Sin embargo, Angol aparece más cálido que Chillán y muy semejante a San Clemente, indicando que su microclima no corresponde a su latitud, aunque sí su régimen de precipitaciones, las que aumentan hacia el sur (desde 390 mm en Graneros a 1.000 mm en Temuco). Además, Angol fue la localidad que mostró la mayor velocidad de viento, siendo ésta una importante limitante del cultivo allí.



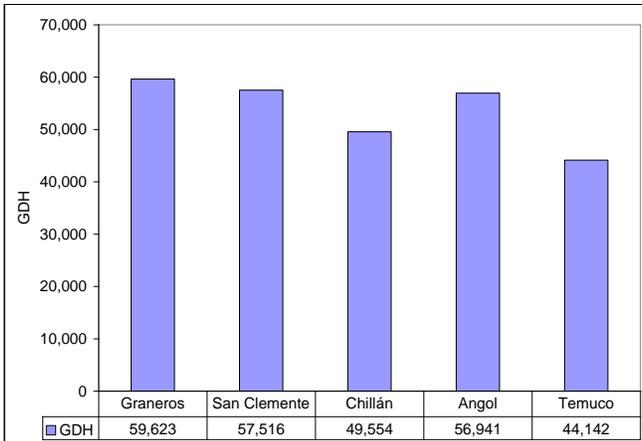
**Figura 1:** Temperaturas medias ( $^{\circ}\text{C}$ ) mensuales de los cinco huertos módulos. Corresponde al promedio del período 2003-2007.

Durante el receso, entre el 1 de mayo y el 15 de agosto, en todos los HM se registró más de 800 horas-frío. Además, hubo mayor acumulación al utilizar el modelo Richardson, siendo Graneros el HM con menor cantidad (Figura 2). Debido a las variaciones estacionales, en esta localidad podrían presentarse problemas de falta de frío en algunos años.



**Figura 2:** Acumulación de frío invernal en términos de número de horas con  $T^{\circ} < 7^{\circ}\text{C}$  y unidades Richardson en los cinco huertos módulos. Corresponde al promedio del período 2003-2007.

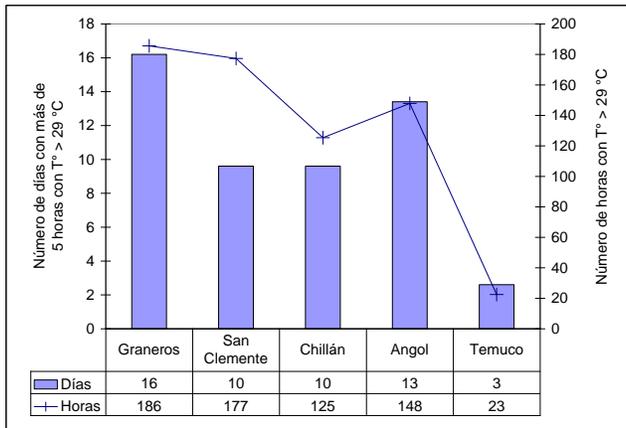
En relación a la acumulación térmica necesaria para alcanzar la madurez, claramente el HM más frío fue Temuco, seguido por Chillán; en tanto, San Clemente y Angol fueron muy similares. En Graneros se dio la mayor acumulación de calor (Figura 3).



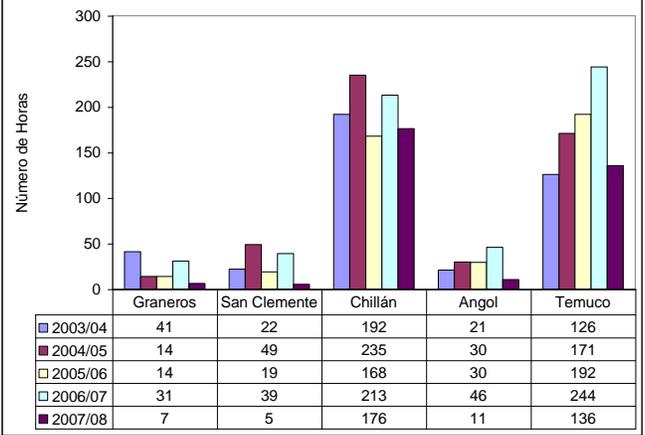
**Figura 3:** Acumulación térmica (GDH) del 1 de octubre al 30 de abril en los cinco HM. Promedio período 2003-2007.

Para cuantificar el riesgo a desarrollo de daño por sol, se calcularon el número de horas sobre 27 y 29 °C y la cantidad de días con más de cinco horas con T° sobre dicho umbral (Figura 4). Los HM con mayor riesgo de daño por sol fueron Graneros y Angol (con plantas sometidas a mayor estrés), siendo Temuco aquel con menor, seguido por Chillán.

Por otro lado, se calculó la cantidad de horas con T° bajo 10 °C en los meses de enero y febrero (Figura 5). Los HM con mayor acumulación fueron Chillán y Temuco. Esto indicaría que en estas localidades se favorecería el desarrollo de color de cubrimiento.



**Figura 4:** Acumulación de horas con T° sobre 29 °C y número de días con más de 5 horas con T° sobre 29 °C, del 1 de octubre al 30 de abril en los cinco HM. Promedio del período 2003-2007.



**Figura 5:** Acumulación de frío previo a la cosecha (enero y febrero) en términos de número de horas con T° < 10 °C, en los cinco HM. Promedio del período 2003-2007.

Resumiendo, climáticamente los HM se comportaron según dos grandes grupos (zonas):

**Zona cálida (Graneros, San Clemente y Angol):**

Riesgo de baja acumulación de frío en receso; alta acumulación térmica (entre Plena Flor y cosecha); alto estrés en primavera y verano; y baja acumulación de frío antes de cosecha.

**Zona fría (Chillán y Temuco):**

Baja acumulación térmica (entre Plena Flor y cosecha); bajo estrés; y alta acumulación de frío antes de cosecha.

## EVOLUCIÓN DE MADUREZ Y ALTERACIONES DURANTE ALMACENAJE

Posterior a las evaluaciones durante el período de crecimiento de los frutos, se colectaron muestras de manzanas en cada uno de los ensayos, las cuales fueron almacenadas en frío convencional durante 120 ó 180 días (0°C y 90% Humedad Relativa). Mensualmente se realizaron evaluaciones de firmeza de pulpa, color de fondo y etileno. Además, al final del período de almacenaje, más 7 días a temperatura ambiente (20° C), se determinó la incidencia de alteraciones fisiológicas.

A continuación se exponen algunos resultados de las evaluaciones mencionadas anteriormente.

En las Figuras 6 y 7 se observa la evolución de etileno y firmeza de pulpa en el cv. Galaxy/MM106 durante la guarda, respectivamente. En relación al primero, se aprecia mayor concentración de etileno al final del período de almacenaje en las zonas frías, en relación a zonas cálidas.

En el caso de firmeza de pulpa, Temuco (zona fría) se observa una mayor firmeza de pulpa a cosecha; sin embargo, después de 120 días en almacenaje, ésta registró los valores más bajos, siendo además la zona que presentó la mayor pérdida de firmeza.

En cuanto al color de fondo, éste presentó un patrón de comportamiento muy similar a la firmeza de pulpa y etileno, observándose un mayor avance en las zonas frías. En Pink Lady fue un poco diferente, ya que fruta proveniente de San Clemente (zona cálida) y Chillán (zona fría), evidenciaron el máximo "peak" de etileno durante el almacenaje, respecto a los otros huertos módulos. Al comparar ambos, se observó una madurez más avanzada en San Clemente, lo que coincide con los mayores valores de Etileno a cosecha en este último, respecto a Chillán.

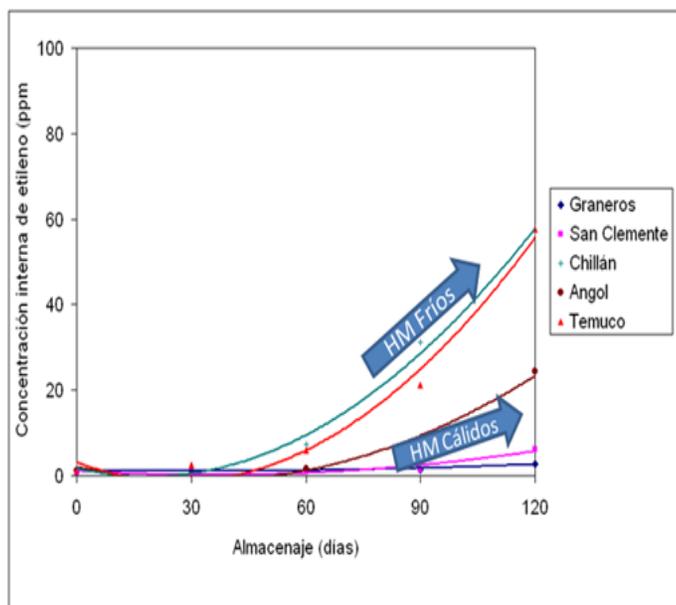


Figura 6. Evolución de etileno (ppm) en manzanas cv. Galaxy/MM106 durante 120 días de almacenaje, en 5 zonas diferentes (Fuente: Yuri, et al. 2011).

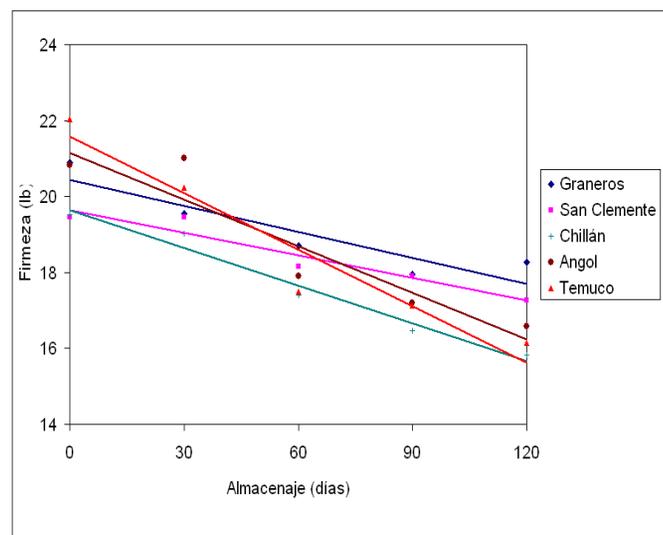


Figura 7. Evolución de firmeza de pulpa (lb) en manzanas cv. Galaxy/MM106 durante 120 días de almacenaje, en 5 zonas diferentes. (Fuente: Yuri, et al. 2011).

Al comparar el cv Galaxy sobre diversos portainjertos, no se observaron diferencias marcadas en cuanto a calidad de fruta para un mismo huerto módulo. Sin embargo, San Clemente y Angol presentaron frutos menos firmes cuando se encontraban sobre MM106; contrariamente, aquellos frutos que provenían del patrón M9/MM11 presentaron una tendencia de ser más firmes.

La incidencia de desórdenes fisiológicos fue dependiente de la zona y cultivar. Para el caso de daños asociados a déficit o desbalances de Calcio, la mayor incidencia se presentó en las zonas cálidas (Graneros, San Clemente y Angol); por el contrario, los valores más bajos del desorden fueron encontrados en aquellas zonas frías (Chillán y Temuco).

Por otro lado, la incidencia de escaldado superficial en el cv. Granny Smith fue alta en todas las zonas, llegando a valores iguales o cercanos al 100 % de fruta afectada.

La Foto 4 muestra diferentes alteraciones de postcosecha observadas en manzanas.



**Foto 4.** Alteraciones de almacenaje en diferentes cultivares de manzanas. Arriba: Escaldado Superficial, Bitter Pit y abajo; Lenticel Bloch Pit y Sunscald (Fuente: Yuri, *et al.* 2011).

## LISIMETRIA DE DRENAJE

En Noviembre de 2002 se estableció un lisímetro de drenaje, en la Estación Experimental Panguilemo de la Universidad de Talca (35° 23' LS; 71°40' LO; 105 m.s.n.m.). La instalación contemplaba 48 macetas plásticas de 400 L de capacidad. La base de cada maceta se rellenó con 10 cm de gravilla y posteriormente con suelo proveniente de los primeros 30 cm del entorno del lugar (Foto 5).

El estudio se llevó a cabo a partir de la temporada 2002/2003, Los cultivares analizados fueron Super Chief, Galaxy, Granny Smith y Fuji Raku Raku, con un total de 12 plantas por variedad, con 3 repeticiones de 4 plantas cada una. La primera variedad estaba injertada sobre portainjerto MM 106 y las tres restantes sobre M9.

Cada planta fue fertirrigada en forma individual a través de seis goteros autocompensados de 4 L h<sup>-1</sup>, regulados a través de un programador automático (Agronic 7000, Progres S.A. - España).

Durante las dos primeras temporadas el aporte de agua se estableció de acuerdo a la demanda atmosférica, con datos extraídos de una estación meteorológica (Davis Vantage Pro, USA), ubicada en

la cercanía del lisímetro, de donde se obtuvieron los registros de ETO durante todo el período de estudio. En la temporada 2005-2006, se colocó un tensiómetro por cada repetición, a una profundidad de 30 cm y el momento de riego se estableció cuándo al menos uno de los mismos superaba los 40 kPa, equivalente a 60% de capacidad de campo. Este esquema significó entre uno y tres riegos semanales, durante el ciclo de crecimiento. Previo al comienzo de las mediciones de cada temporada se realizó un riego con el fin de llevar a capacidad de campo el suelo de las macetas.

El agua consumida por planta fue calculada por la diferencia de la cantidad aportada por riego y lo recogido en los bidones de lixiviado. El volumen aplicado a cada maceta se determinó a partir del tiempo de riego y el caudal de los goteros, el cual se verificó al comienzo de cada temporada, sustituyéndose los defectuosos. La solución lixiviada se cuantificó al menos dos veces a la semana. El aporte por lluvias ocasionales fue desestimado, debido a que las macetas se encontraban cubiertas, al igual que las pérdidas debidas a evaporación directa del suelo de la maceta.



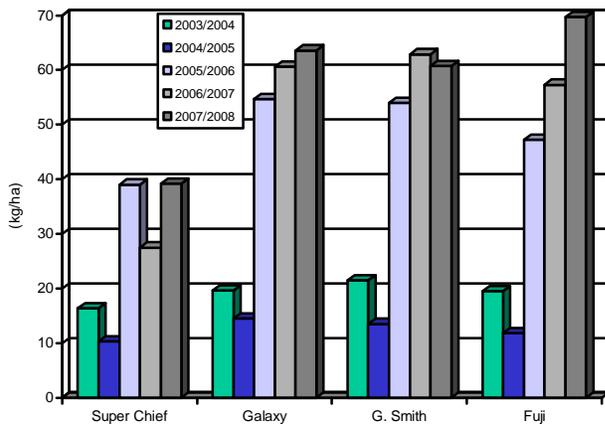
**Foto 5.** Lisímetro de drenaje.

El consumo de nutrientes varió dependiendo del cultivar, presentando Galaxy, Fuji y Granny Smith mayor demanda nutricional en comparación con Super Chief.

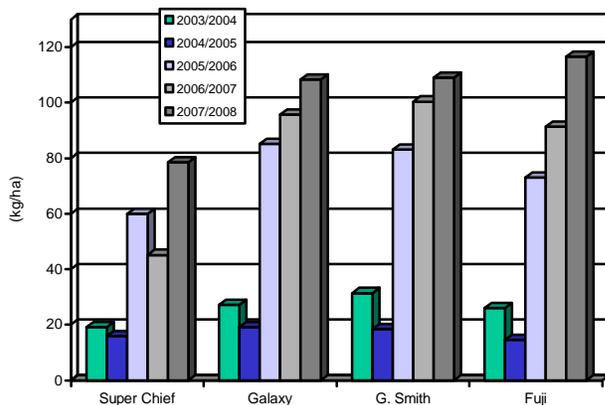
El consumo de macronutrientes fluctuó entre 8 - 117 kg/ha (temporada 2007/2008), en donde las mayores demandas estuvieron dadas por K, Ca y N vs P, y Mg (Figuras 8, 9, y 10).

El consumo de micronutrientes, por su parte, varió entre 62 - 715 g/ha (temporada 2007/2008), correspondiendo los máximos consumos a Fe, Mn y B vs Zn y Cu.

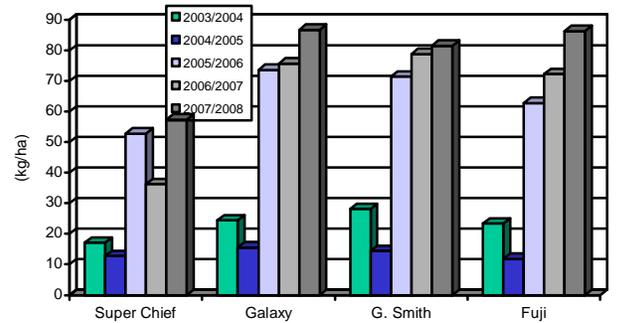
El consumo de agua por variedad, en orden creciente fue el siguiente: Super Chief, Granny Smith, Fuji y Galaxy.



**Figura 8:** Consumo de Nitrógeno (kg/ha) en manzanos creciendo en un Lisímetro de Drenaje. Estación Experimental Panguilemo. Temporada 2003/2008.



**Figura 9:** Consumo de Potasio (kg/ha) en manzanos creciendo en un Lisímetro de Drenaje. Estación Experimental Panguilemo. Temporada 2003/2008.



**Figura 10:** Consumo de Calcio (kg/ha) en manzanos creciendo en un Lisímetro de Drenaje. Estación Experimental Panguilemo. Temporada 2003/2008.

La Foto 6 muestra una secuencia de diferentes estados y labores realizadas en las plantaciones en donde se realizó el Proyecto.



**Foto 6.** Plantación, manejo hídrico, poda, regulación de carga, cosecha, estudios de desarrollo de copa y de cansancio de suelo, en los distintos HM del Proyecto.

## RESUMEN CLIMÁTICO

**CONDICIONES POST FLOR.** Durante la floración, la temperatura ( $T^{\circ}$ ) influye tanto en la polinización y cuaja, como en el desarrollo foliar. La tasa de crecimiento del tubo polínico es dependiente de la  $T^{\circ}$ .

Inmediatamente post floración, el fruto crece por división celular, luego aumenta de tamaño por elongación de sus células. La etapa de división celular es superada con el paso del fruto por el estado T, lo que ocurriría entre los 30 a 50 días después de plena flor (DDPF). En esta etapa, la tasa de crecimiento del fruto depende de la  $T^{\circ}$ .

Así, bajas  $T^{\circ}$  retrasan el paso a la siguiente etapa, extendiendo el período total de crecimiento del fruto. Altas  $T^{\circ}$  en este período favorecerían un mayor calibre potencial a cosecha, si bien pueden acelerar la maduración de la fruta, con la consiguiente alteración de la vida de post cosecha. Las condiciones climáticas primaverales parecen ser más determinantes que las previas a la cosecha.

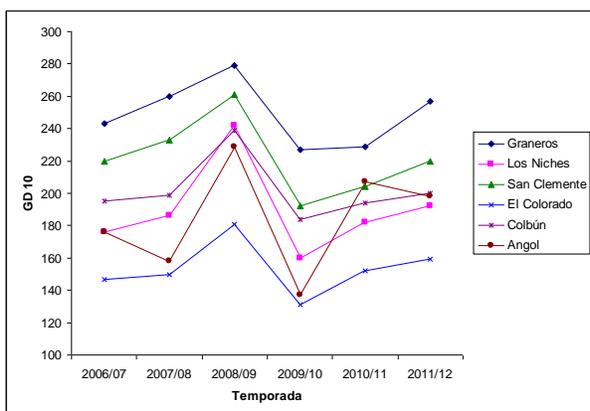
Durante la temporada actual, la  $T^{\circ}$  media en el periodo de división celular fue levemente mayor a la temporada anterior y muy similar al promedio de los últimos años (**Cuadro 1**). La variación más relevante con respecto al promedio fue en Angol (3,6 %).

**Cuadro 1.** Temperaturas media ( $^{\circ}\text{C}$ ) 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	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	Promedio	Var. (%)
Graneros	14,9	15,0	15,6	14,2	14,7	<b>15,1</b>	14,9	1,5
Los Niches	13,1	13,1	14,1	11,6	12,3	<b>12,7</b>	12,8	-1,1
San Clemente	14,4	14,6	15,2	13,4	13,8	<b>14,2</b>	14,3	-0,6
El Colorado	12,0	11,7	12,6	11,2	12,0	<b>12,2</b>	11,9	2,5
Colbún	13,5	13,4	14,5	12,9	13,2	<b>13,4</b>	13,5	-0,7
Angol	13,1	12,7	14,5	12,0	13,8	<b>13,7</b>	13,2	3,6

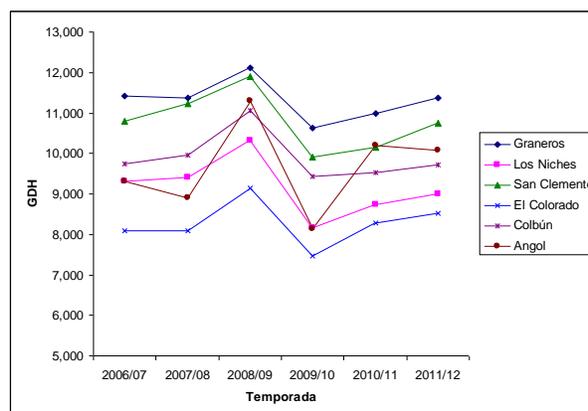
\* Datos de Los Niches gentileza de Agrícola Frutasol Chile S.A. y de Colbún, de Agrisouth Estates Chile S.A.

**ACUMULACIÓN TÉRMICA.** Grados día (GD) y grados hora de crecimiento (GDH) son los modelos más utilizados para relacionar la  $T^{\circ}$  con los procesos fisiológicos de las plantas.



**Figura 1.** Acumulación de grados día base 10 (GD 10) desde el 1 de octubre al 15 de noviembre.

Durante la presente temporada, la acumulación entre el 1 de octubre y el 15 de noviembre ha sido similar o levemente mayor a la anterior, excepto en Angol (**Figuras 1 y 2**).



**Figura 2.** Acumulación de GDH desde el 1 de octubre al 15 de noviembre.

## RESUMEN DE INVESTIGACIONES

CARACTERIZACIÓN Y CONTROL DE "SUNSCALD" EN MANZANAS CV. GRANNY SMITH.

(SALDIAS, S. 2011. MEMORIA ING. AGR. U. DE TALCA, 33 PÁG. PROF.: C. TORRES).

El estudio se realizó durante la temporada 2009/2010, con la finalidad de caracterizar y analizar estrategias de control del desorden fisiológico *sunscald* en manzanas cv. Granny Smith. Entre las evaluaciones se buscó correlacionar la incidencia de *sunscald* en frutos con daño por sol, con determinaciones de la fluorescencia de éstos; además, evaluar el efecto del almacenaje pausado sobre la incidencia del desorden y la efectividad de los tratamientos con antioxidantes hidrofílicos, como el ácido ascórbico. Entre los métodos del control del daño estudiados figuran: 1) Enfriamiento pausado (72 hrs. a 12°C, posteriormente a 0°C); 2) Inmersiones de ác. ascórbico (2%); 3)

Almacenaje a 0°C. Toda la fruta fue tratada con Difenilamina (DPA; 2000 ppm), previo a almacenaje.

Se observó una relación directa entre el daño por sol y la presencia de *sunscald* en postcosecha, en presencia de aumento de la severidad de daño por sol y se redujo el tiempo que demora la fruta en expresarlo durante la guarda en frío. El método de la fluorescencia, no fue efectivo como herramienta para predecir la incidencia de *sunscald*. Las aplicaciones de ácido ascórbico y la utilización de técnicas de aclimatación de la fruta previa almacenaje, no fueron efectivas para el control del desorden en postcosecha, corroborando que éste se induciría cuando la fruta se encuentra en el árbol.

Los modelos logísticos podrían ser utilizados para predecir el comportamiento de lotes de fruta con presencia de daño por sol visible y no visible y por tanto utilizados para realizar recomendaciones comerciales.

## DESTACAMOS

El día 4 de Noviembre visitaron el CP representantes de AM-Ecological, junto a Denis Bower, de Mapleton Agri Biotec Pty Ltda.-Australia (Foto 7, izq.). Posteriormente (08.11), lo hizo una delegación de españoles, en el marco de un Seminario organizado por el Centro de Estudios de Alimentos Procesados (CEAP; Foto 7 der.).



Foto 7: Visita AM-Ecological (izquierda) y españoles (derecha).

El 1.12, se sostuvo una reunión con el Gerente General para Chile & América Latina de Compo Agro, Dr. Gerardo Friedrich, a fin de iniciar trabajos conjuntos (Foto 8). En el marco del Proyecto Fondef de Jugos Funcionales,

visitó el CP el Gerente General de AgroCepia, Sr. Felipe Rius (Foto 8). En el mismo contexto, el equipo del CP asociado al Proyecto, visitó el 15 de noviembre, las empresas Invertec y Patagonia Fresh (Foto 8).



Foto 8. Visita empresa Compo (arriba, izq.); Agrocepia (arriba, der.); Patagonia Fresh (abajo, izq.) e Invertec Foods (abajo, der.).

Próxima Reunión Técnica: Martes 31 de Enero del 2012.

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.otalca.cl>