



Boletín Técnico POMÁCEAS

ISSN 0717-6910

Estrés y desórdenes fisiológicos en manzanas



Patricia Marabolí

Ing. Agr. Coordinadora Programa Pomáceas, Dole Chile S.A., en su ponencia "Estrés y desórdenes fisiológicos en manzanas" en el CP. 06 de Diciembre, 2016.



Putridiones

La temporada 2015/2016 se observaron desórdenes fisiológicos del tipo bitter pit, daños lenticelares, partidura peduncular, etc., sin embargo, fueron las enfermedades fungosas (*Venturia inaequalis*, *Botrytis cinerea*, etc.) las que destacaron tanto en peras como en manzanas.



Clima

Floración temprana y alta acumulación térmica distinguen temporada 2016/2017.

El 6 de diciembre se realizó la 6° Reunión Técnica del Centro de Pomáceas, asistiendo en esta oportunidad más de 80 personas. El 28 de septiembre se llevó a cabo la reunión con Francisco Vargas, ejecutivo del Proyecto FONDEF: "Optimización de un extracto concentrado de frutos de raleo de manzanos orgánicos (ECFP) y desarrollo de un prototipo microencapsulado con potencial uso en la industria Alimentaria y Farmacéutica". El 29 de septiembre lo hizo el ejecutivo René Martorell del Proyecto FIA: "Sistema del alerta en línea para mejorar la condición y calidad de manzanas".



Asistentes a la 6° Reunión Técnica (izquierda). Reunión Proyecto FONDEF (arriba) y Reunión Proyecto FIA (derecha).

Estrés y desórdenes fisiológicos en manzanas

Patricia Marabolí | Patricia.Maraboli@dole.com | Ing. Agr. | Coordinadora Pomáceas Dole Chile S.A.

La temporada 2014/15 se caracterizó por la elevada incidencia de problemas asociados a desbalances nutricionales, daños lenticelares, partidura peduncular y sunscald. En contraste, la temporada 2015/16, a pesar que se observó incidencia de algunos de estos daños, la ocurrencia fue significativamente menor y, a diferencia de la anterior, se vieron números problemas debido a enfermedades fungosas (*Venturia inaequalis*, *Botrytis cinerea*, etc.), tanto en peras como en manzanas, en mayor medida en variedades tardías.

ESTRÉS TÉRMICO Y ALTERACIONES EN MANZANAS

La producción de manzanas a nivel mundial sigue siendo liderada por China, con el 50% del volumen total. Además, 80% de la producción total se concentra sólo en 15 países (Figura 1). El aumento en casi un 50% en los últimos años, se debe principalmente a China, ya que desde el 1995 paso de 14 a 43 millones de toneladas el 2015. En este sentido, las proyecciones indican que China seguirá aumentando su producción, llegando a 50 millones de toneladas el 2025 (Figura 2).

Las principales variedades de manzanas producidas en el mundo siguen siendo Golden Delicious y Red Delicious, ambas con más del 30%. Sin embargo, las estimaciones muestran que éstas disminuirían en los próximos años, siendo desplazadas por el grupo de las Galas y otras nuevas variedades (Figura 3).

PRODUCCIÓN NACIONAL

Chile produce alrededor de 1,7 millones de toneladas de manzanas, de las cuales se exporta cerca del 50% de ellas. Las evoluciones de las variedades ha sido marcada en los últi-

mos 20 años, pasando de un 95% de la exportación, concentrada en Red Delicious y Granny Smith a inicios de los 90', a menos del 30% en 2015 (Figura 4). El grupo de las Galas representa en la actualidad alrededor del 50% de la exportación, seguido por Red Delicious, Granny Smith, Cripp's Pink y Fuji.

TEMPORADAS 2014/15 Y 2015/16

A nivel nacional, las exportaciones de manzanas en las últimas temporadas han sido muy disímiles. En el caso de las temporadas 2012/13 y 2013/14, éstas fueron superiores a 40 millones de cajas; sin embargo, la temporada 2014/15 se observó una reducción sobre el 20% de los envíos, debido tanto a factores climáticos (heladas),

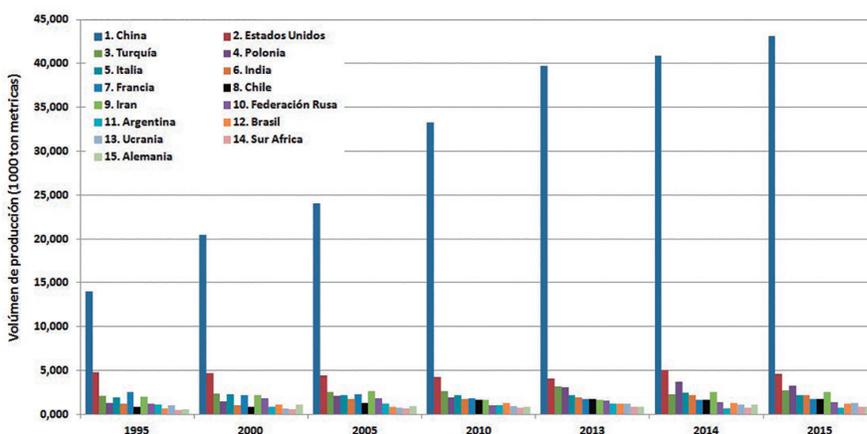


Figura 1. Producción mundial total de manzanas (World Apple Review).

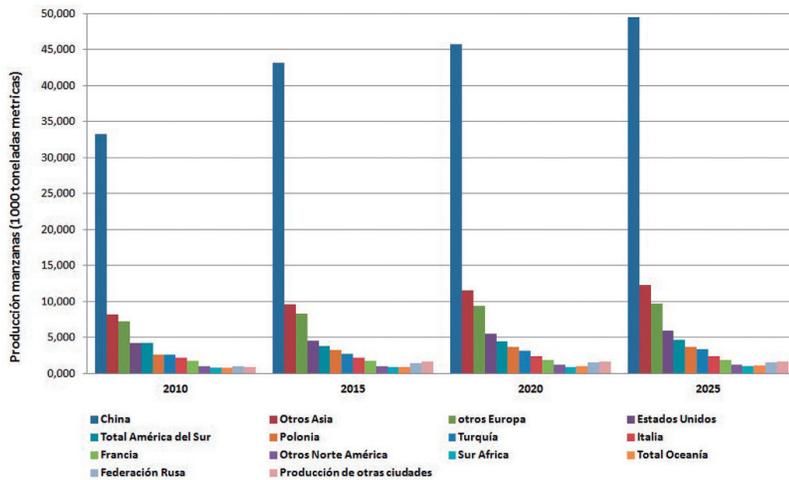


Figura 2. Estimación de producción de manzanas por países (World Apple Review).

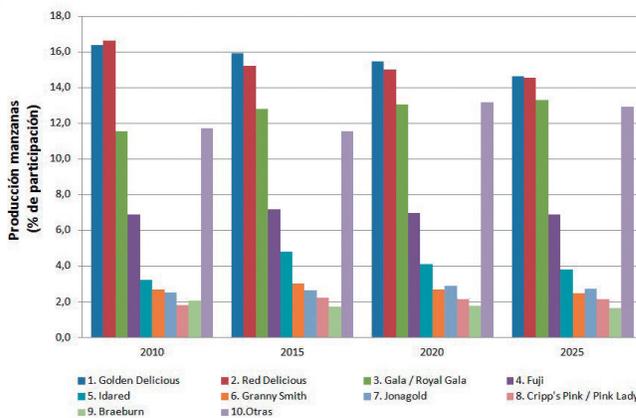


Figura 3. Estimación de la participación (%) de las principales variedades de manzanas a nivel mundial. Excluye China (World Apple Review).

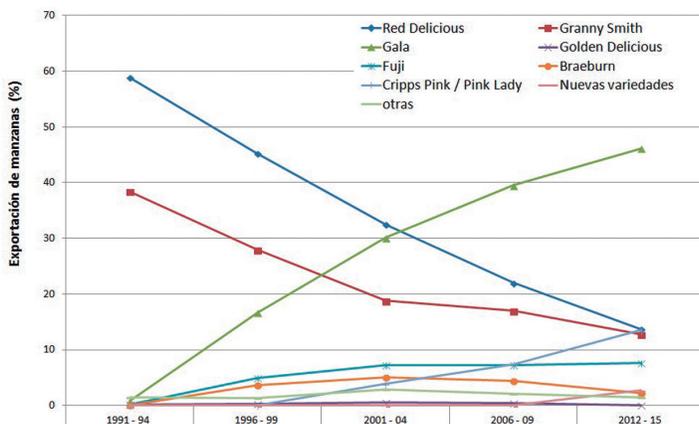


Figura 4. Evolución de las exportaciones de manzanas en Chile (World Apple Review).

menor superficie debido a arranque de huertos, y menor calidad y condición de la fruta, tanto durante el proceso como en destino. La temporada recién pasada (2015/16), a pesar de aumentar el volumen exportado, no superó las 40 millones de cajas. En cuanto a la ocurrencia de daños y defectos, la temporada 2014/15 se caracterizó por la elevada incidencia de problemas asociados a desbalances nutricionales (Bitter Pit, Lenticel Blotch Pit, Plara, etc), seguido por daños lenticelares (Lenticel Breakdown Disorder), partidura peduncular (Gallas) y Sunscald (Granny Smith y otras) (Foto 1). En contraste, la temporada 2015/16, a pesar que se observó incidencia de algunos de estos daños, la ocurrencia fue significativamente menor y, a diferencia de la anterior, se vieron números problemas debido a enfermedades (*Venturia inaequalis*, *Botrytis cinerea*, etc), tanto en peras como en manzanas. En estas últimas en mayor medida en variedades tardías (Foto 2). El aumento de la pluviosimetría durante la primavera y previo a la cosecha, habría generada las condiciones ideales para el desarrollo de enfermedades fungosas (Figura 5). Otros aspectos, como el tipo de fungicida utilizado y la resistencia de algunas cepas de hongos, habrían aportado para el bajo control de las enfermedades (Lolas y Díaz, 2016).

CLIMA

El clima es uno de los factores más relevantes en la producción frutícola, lo que se ha visto evidenciado en los en la calidad y condición de la fruta en últimos años, con eventos climáticos cada vez más marcados (heladas primaverales, llluvias y olas de calor). En los Cuadros 1 y 2 se observa la acumulación térmica (GD10) e índice de estrés (IE) durante la temporada de crecimiento de



Foto 1. Daños asociados a desbalances nutricionales en manzanas observados durante la temporada 2014/15.



Foto 2. Daños causados por enfermedades en manzanas y peras observadas durante la temporada 2015/16.

los frutos para las últimas temporadas, en distintas zonas productivas. En general, durante la temporada 2015/16, se registró una menor acumulación térmica respecto a la temporada anterior. En cuanto al IE, se registró un menor valor acumulado respecto a la media histórica, en la mayoría de las zonas. Ello sería una de las principales causas de la menor incidencia de daños y defectos asociados a desbalances nutricionales y lenticelares observados durante la última temporada. Sin embargo, otros como las enfermedades fúngicas aumentaron significativamente su ocurrencia. En la Figura 6 se observa el promedio del IE en las últimas temporadas, en aquellos meses de mayor aporte durante el periodo de crecimiento de los frutos (diciembre, enero, febrero y marzo). En la

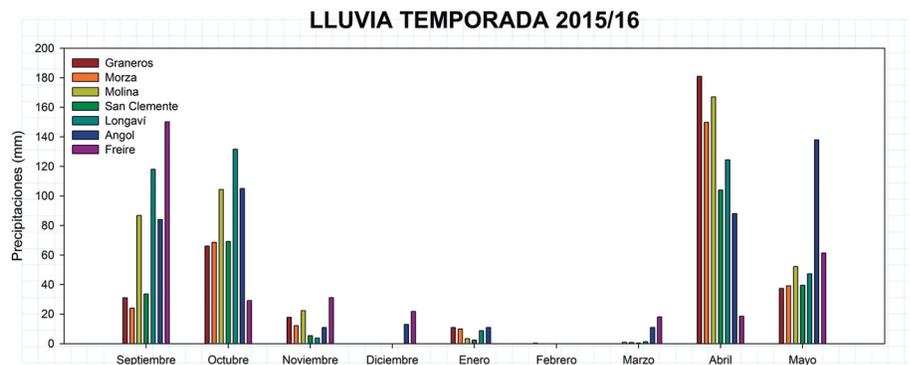


Figura 5. Precipitaciones (mm) durante la temporada 2015/16 en diferentes zonas productivas. Laboratorio de Ecofisiología - Centro de pomáceas - Universidad de Talca.

últimas dos temporadas las diferencias en este IE se observaron en los meses de enero, febrero y marzo, siendo marcadamente mayor en la temporada 2014-15.

DESÓRDENES FISIOLÓGICOS

La ocurrencia de desórdenes fisiológicos está asociada a las condiciones climáticas en donde se desarrollan

Cuadro 1. Grados días acumulados (GD10) desde el 01 de Octubre al 21 de Febrero. Laboratorio de Ecofisiología - Centro de Pomáceas - Universidad de Talca.

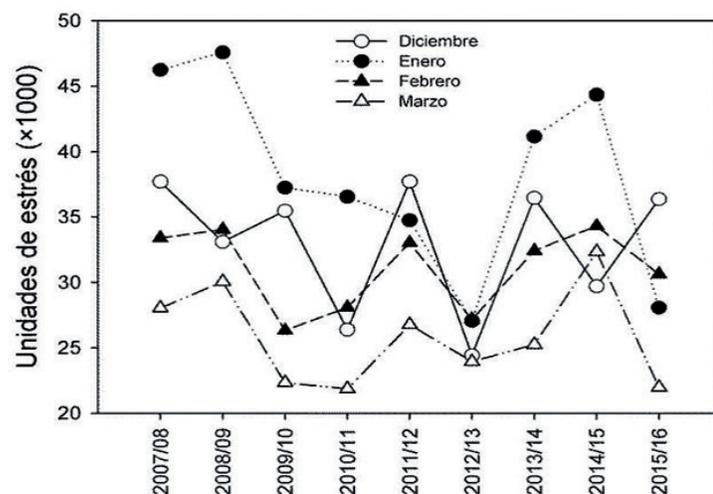
LOCALIDAD	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	PROMEDIO 2010-14	VARIACIÓN 2015/16 (%)
GRANEROS	1.103	1.222	1.162	1.221	1.252	1.146	1.192	-3,9
MORZA	1.038	1.136	1.066	1.130	1.126	1.095	1.099	-0,4
LOS NICHES	928	1.051	998	1.083	1.105	1.074	1.040	3,3
RÍO CLARO	1.000	1.146	1.056	1.178	1.127	1.070	1.101	-2,9
SAN CLEMENTE	1.082	1.230	1.132	1.234	1.239	1.183	1.183	0,0
ANGOL	994	1.139	1.071	1.075	1.053	1.098	1.066	3,0
FREIRE	994	1.139	1.071	1.075	1.053	1.098	1.066	3,0

Cuadro 2. Índice de estrés (IE) desde el 01 de Octubre al 21 de Febrero en 6 localidades. Laboratorio de Ecofisiología - Centro de Pomáceas - Universidad de Talca.

LOCALIDAD	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	PROMEDIO 2010-14	VARIACIÓN 2015/16 (%)
GRANEROS	142.315	161.289	125.633	173.735	177.409	112.959	156.076	-28
MORZA	114.189	134.286	107.927	160.242	151.384	101.132	133.606	-24
LOS NICHES	114.970	-	112.118	114.631	113.379	87.608	108.541	-19
RÍO CLARO	131.041	137.535	109.462	160.319	154.947	96.625	138.661	-30
SAN CLEMENTE	136.394	155.828	119.741	172.094	171.126	146.542	150.288	-2,5
ANGOL	105.295	138.374	115.892	157.059	147.231	122.483	132.770	-7,7
FREIRE	39.712	53.351	-	57.270	53.768	53.133	51.025	4,1

los frutos. Es así que en temporadas cálidas prevalecen desórdenes asociados a desbalances nutricionales y lenticelares, como también mayor susceptibilidad a daño por sol, sunscald (postcosecha), escaldado superficial, corazón acuoso y pardeamiento interno (ciertos cultivares). En cambio, otros, como el pardeamiento interno en Cripp's Pink, su ocurrencia sería menor.

Lo anterior se observa en forma clara en las últimas dos temporadas, en donde en la 2014-15 (cálida), los problemas asociados a desbalances nutricionales (Foto 1), fueron muy recurrentes. En cambio, durante la temporada 2015-16, su ocurrencia disminuyó significativamente.

**Figura 6.** Índice de estrés promedio durante diciembre, enero febrero y marzo en la últimas 9 temporadas. Laboratorio de Ecofisiología - Centro de Pomáceas - Universidad de Talca.

Resumen Climático

Álvaro Sepúlveda – asepulveda@utalca.cl

Laboratorio Ecofisiología Frutal – Centro de Pomáceas - Universidad de Talca.

FLORACIÓN Y CRECIMIENTO DEL FRUTO

La temporada comenzó con una lenta entrada en receso, debido a la tardía caída de hojas, pero con alta acumulación de frío en los meses de junio y julio. Luego, en agosto, hubo una alta acumulación térmica, lo que hizo adelantar la fenología de las yemas, en especial de cultivares de bajo requerimiento por frío invernal. En la primera semana de septiembre se registraron heladas, de variable magnitud y duración. Sin embargo, éstas sólo podrían haber afectado huertos adelantados en su fenología. Yemas en etapas previas a ramillete expuesto, pueden resistir sin problema $-3.0\text{ }^{\circ}\text{C}$. En adelante, se vuelven más sensibles, pudiendo encontrarse daños en la plena flor con $-1.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Seeley y Anderson, 2003).

Temperatura (T°) sobre $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante la floración favorecería tanto el desarrollo del tubo polínico, como la actividad de las abejas polinizadoras. Estas últimas, se activan con T° ambiente entre 12 y $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ y días despejados, es decir, radiación solar sobre los 300 W m^{-2} (Vicens y Bosch, 2000). Esta temporada, en la zona central del país, se registró alto número de horas con temperatura sobre $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, entre la última semana de septiembre y la segunda de octubre (Figura 7).

Post cuaja, el fruto comienza su crecimiento con la etapa de división celular, la que se extiende entre 30-50 días después de plena flor (DDPF). En ella, se determina la cantidad de células del fruto, así como la calidad de sus componentes. Es un proceso dependiente de la temperatura ambiente (Warrington et al., 1999). En condiciones de baja competencia entre frutos, se ha encontrado una relación entre la T° en división celular y el calibre potencial de la fruta a cosecha, es decir, el calibre potencial se favorece con la temperatura en este período (Atkinson et al., 2001). Por otro

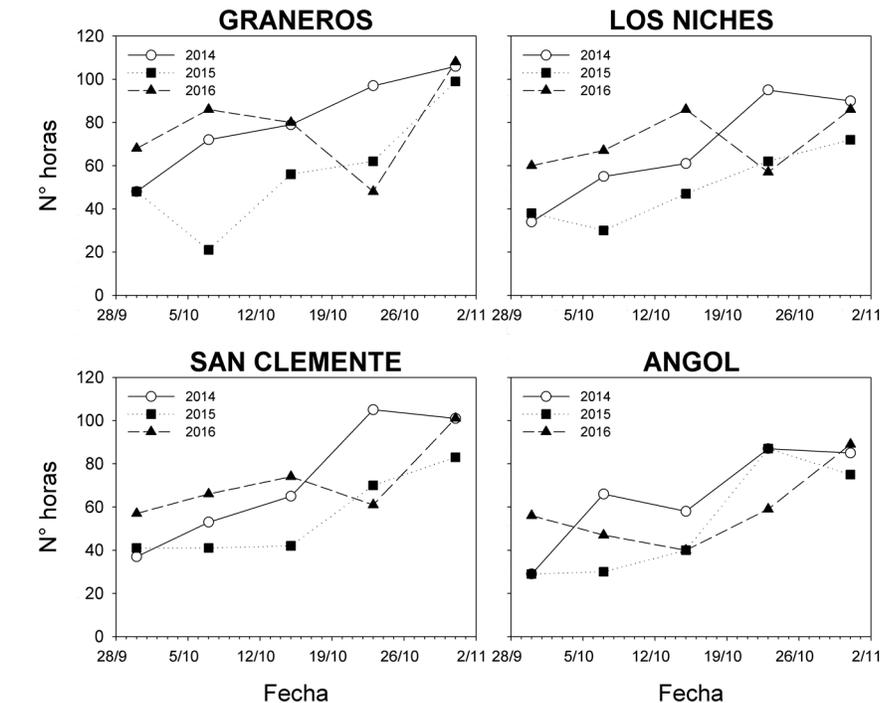


Figura 7. Número de horas semanal con temperatura ambiental mayor a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante octubre, en cuatro localidades de Chile.

lado, alta T° ambiental durante esta fase aceleraría la maduración de la fruta. Se ha descrito relación entre la acumulación térmica en los primeros 30 DDPF y la cantidad de días desde cuaja a cosecha (Stanley et al., 2000). Además, se ha encontrado que índices de madurez, tales como color de fondo, firmeza de pulpa, sólidos solubles y degradación de almidón, son acelerados por altas temperaturas tempranas (Tromp, 1997). Éstas promoverían, además el adelanto de la cosecha, un proceso de maduración más acelerado con la consecuente disminución del potencial de post cosecha. Durante 2016, la T° media entre el 1 de octubre al 15 de noviembre, mostró una variación positiva con respecto al promedio de los últimos años, situación inversa a lo sucedido el 2015 (Cuadro 3). Esta variación estaría asociada a mayores T° mínimas y fue más alta en la Región del Maule. Esta

condición más cálida durante la división celular, resultará positiva en zonas históricamente frías, donde se favorecería el calibre potencial a cosecha. Sin embargo, en localidades cálidas, como en algunas de la Región de O'Higgins, o asociadas al secano interior en el Maule, o en donde hubo una variación muy alta, esta situación cálida sería negativa, puesto que T° muy altas en esta etapa promoverían un desarrollo frutal acelerado, lo que produciría un adelanto de la maduración y rápida caída de los índices de madurez, que finalmente afectaría el potencial de almacenaje. Sin embargo, hay que tener en cuenta que una floración temprana probablemente involucró una primera etapa de crecimiento del fruto con exposición a temperaturas más moderadas y no a las habituales de mediados de octubre y comienzos de noviembre

(Foto 3). Por ello, es importante llevar un historial fenológico del huerto, de modo de poder asociarlo a las condiciones climáticas que prevalecieron. La acumulación térmica, en términos de Grados Hora (GDH), mostró una variación positiva en este período esta temporada, siendo el registro promedio de las estaciones monitoreadas en el Maule, un 13% mayor respecto a la acumulación normal del período (Cuadro 3). Por otro lado, el Índice de Estrés acumulado en división celular fue muy variable, no mostrando una tendencia.



Foto 3. Una floración anticipada sería influida por condiciones menos cálidas, favorables para una mejor calidad de la fruta.

RESUMIENDO

La floración temprana y concentrada y alta acumulación térmica en el transcurso del desarrollo del fruto, indicarían un adelanto de la fecha de cosecha de las galas. Por otro lado, el período de división celular estuvo marcado por variación positiva de la temperatura media, aunque en menor grado al registro del 2015. Ello, en general, indicaría una rápida caída de los índices de madurez de las galas, traducido en una corta ventana de cosecha. En zonas frías, aumentaría potencial de tamaño de la fruta a cosecha; en cálidas se esperaría reducción de condición de fruta en post cosecha. Sin embargo, esta situación variará de acuerdo a cada localidad. Para la zona central del país, la Dirección Meteorológica de Chile, pronostica para el trimestre noviembre-diciembre-enero, que se mantendrán las precipitaciones en el rango normal y la temperatura máxima sobre lo normal. De acuerdo a este pronóstico, se esperarían condiciones estresantes, poco favorables para la calidad de la fruta, con alto riesgo de daño por sol y dilución de nutrientes en el fruto.

LITERATURA CONSULTADA:

- ▶ **Atkinson, C.J., Taylor, L., Kingswell, G. 2001.** The importance of temperature differences, directly after anthesis, in determining growth and cellular development of Malus fruits. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 76: 721-731.
- ▶ **Seeley, S.D., Anderson, J.L. 2003.** Apple-orchard Freeze Protection pp. 521-538. En *Apples: Botany, Production and Uses*. D.C. Ferree y I.J. Warrington (eds). CAB International. 660 p.
- ▶ **Stanley, C.J., Tustin, D.S., Lupton, G.B., McArtney, S., Cashmore, W.M., de Silva H.N. 2000.** Towards understanding the role of temperature in apple fruit growth responses in three geographic regions within New Zealand. *J. Hort. Sci. Biotech.* 75: 413-422.
- ▶ **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., Bosch, J. 2000.** Weather-dependent pollinator activity in an apple orchard, with special reference to *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae). *Environ. entomol.* 29: 413-420.
- ▶ **Warrington, I.J., Fulton, T.A., Halligan, E.A., de Silva H.N. 1999.** Apple fruit growth and maturity are affected by early season temperatures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124: 468-477.

Cuadro 3. Temperatura (°C) media, grados hora de crecimiento (GDH) e Índice de Estrés, entre el 1 de octubre y 15 de noviembre durante temporada actual, las anteriores y promedio 2006-2015.

LOCALIDAD	T° MEDIA				GDH				ÍNDICE DE ESTRÉS			
	14/15	15/16	16/17	PROMEDIO	14/15	15/16	16/17	PROMEDIO	14/15	15/16	16/17	PROMEDIO
GRANEROS	16.2	14.2	15.6	14.9	11,823	10,876	11,908	11,253	47,958	23,094	35,004	33,736
MORZA	14.5	13.4	14.7	13.9	10,627	9,977	11,035	9,991	34,998	13,680	22,873	26,542
LOS NICHES	14.5	13.4	14.6	13.2	10,785	9,897	10,943	9,425	23,871	12,510	22,747	19,970
MOLINA	15.1	13.9	15.3	13.9	11,627	10,503	12,010	10,254	23,981	13,013	21,887	23,662
RÍO CLARO	14.0	13.1	14.3	13.5	10,245	9,474	10,874	9,637	29,822	18,763	17,817	26,217
SAN CLEMENTE	14.9	14.0	15.4	14.2	11,367	10,618	11,988	10,624	32,828	21,055	31,974	25,173
LINARES	14.2	13.2	14.5	14.0	10,730	9,726	11,103	10,194	20,284	10,951	17,930	26,089
MULCHÉN	13.4	13.2	13.5	13.4	9,772	9,520	9,928	9,701	20,380	13,047	15,082	17,089
ANGOL	14.2	13.9	13.6	13.4	10,812	10,271	10,191	9,842	26,409	22,199	16,823	19,257
FREIRE	11.5	12.0	11.7	11.1	7,544	8,097	7,821	7,168	7,485	10,668	7,831	7,615

Resumen de Investigaciones

CAMBIOS DE FITOHORMONAS ASOCIADOS AL DESARROLLO DE SUNSCALD EN MANZANAS CV. GRANNY SMITH, DURANTE ALMACENAJE REFRIGERADO

VALENZUELA, MIGUEL. 2015. MEMORIA DE GRADO. U. DE TALCA. 47 P. PROF. GUÍA: TORRES, C.



Foto 4. Sunscald en manzanas cv. G. Smith.

El manzano (*Malus domestica* Borkh), es una de las especies frutales más importantes, situándose en la tercera posición en superficie plantada, lo que ha llevado a investigar una serie de daños o defectos que se producen en la fruta en pre y/o postcosecha, dentro de los daños se encuentran: bitter pit, lenticelosis, pardeamiento interno, escaldado superficial y sunscald (Foto 4), entre otros. Este último es un desorden fisiológico que causa serios problema en postcosecha en el cv. Granny Smith, debido a que cambia el aspecto visual en la epidermis. Durante la temporada 2013/2014, se recolectaron frutos de manzanas cv. Granny Smith en 2 huertos ubicados

en la localidad de San Clemente, para desarrollar dos ensayos, cuyo objetivo fue determinar los cambios de las concentraciones endógenas de las fitohormonas asociadas al desarrollo del sunscald, durante el almacenamiento refrigerado (0 °C, 90% humedad relativa). En el primer ensayo se determinó la dinámica de aparición de sunscald en fruta sin daño por sol (no expuesta y expuesta) y con daño por sol (leve, moderado, severo), mediante evaluaciones de la incidencia cada 15 días. En el segundo ensayo se estudió la dinámica de las fitohormo-

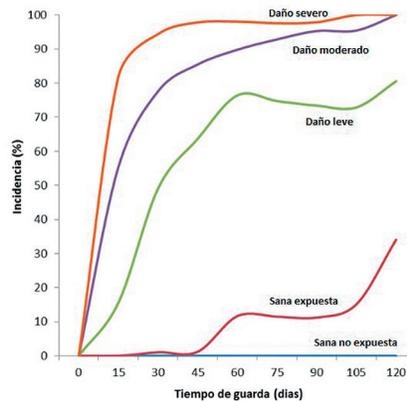


Figura 8. Evolución de la incidencia de Sunscald (%) durante almacenaje en frío (0 °C, >90% humedad relativa) en manzanas cv. Granny Smith cosechadas con diferentes condiciones: Sana no expuesta al sol, sana expuesta al sol, daño por sol leve, moderado y severo. Huerto Los Lirios, San Clemente.

nas (etileno, ácido indolacético, ácido abscísico, ácido salicílico, ácido jasmónico) durante la aparición de sunscald en postcosecha. La cuantificación de estas fitohormonas se realizó mediante cromatografía líquida de alta presión con detector de masas (UHPLC-MS). Los resultados indicaron que la incidencia de sunscald se incrementó a medida que se prolongó la guarda en frío de la fruta expuesta al sol. Cuando se comparó la condición sana expuesta vs. fruta dañada (leve, moderado y severo) se observó un incremento de 46, 66 y 66% para la condición leve, moderado y severo, respectivamente a los 120 días de almacenaje (Figura 8). Fruta con sunscald presentó niveles más elevados de firmeza de pulpa y sólidos solubles durante almacenaje en frío. La concentración interna de etileno (CIE) se incremento de manera más acelerada en fruta con mayor incidencia de sunscald durante el periodo climatérico del fruto. El comportamiento de las fitohormonas fue diferente, ya que disminuyó el ácido indolacético (AIA) en las condiciones con exposición y daño por sol con y sin sunscald a medida que se prolongaba la postcosecha. Se incrementó el ácido jasmónico (AJ) y ácido abscísico (ABA) en la fruta con daño por sol y mayor severidad de daño por sol con sunscald, respectivamente. El ácido salicílico (AS) se mantuvo a medida que avanzó el tiempo de guarda. Mayoritariamente, existió una relación directamente proporcional entre la CIE y ABA e inversamente proporcional entre la CIE y AIA, respectivamente en postcosecha.

Destacamos



► **Visita Internacional**
Dra. Elke Pawelzik, U. Göttingen. Talca. 05/10/16.



► **Visita alumnos**
Alumnos Colegio Suyai, Maule en el CP. Talca. 07/10/16.



► **Visita Empresa**
Ethel Carreño, Ruben Santamaria y Mauricio Arias de Bayer S.A. Talca. 14/10/16.



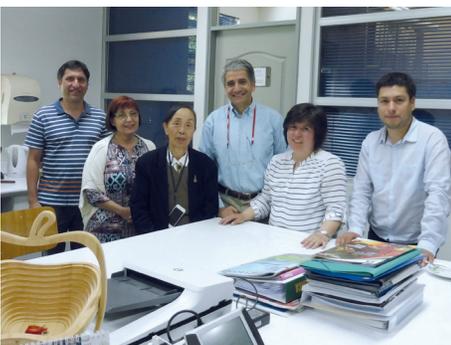
► **Visita Huerto**
Dr. Lynn E. Long, Universidad de Oregon, USA. Wapri Marengo. 17/10/16.



► **Visita Internacional**
Ing. Agr. Luis Fernández, Gerente Técnico, Patagonian Fruits Trade S.A. Talca. 18/10/16.



► **Reunión Proyecto**
En el marco del Proyecto PMG se reunieron Rodrigo Cruzat, Daniela Muñoz, Tamara Méndez junto a Luis Fernández de ANA Chile. Talca. 20/10/16.



► **Visita Internacional**
Dra. Yoshie Motomura de Universidad de Hirosaki. Talca. 18/11/16.



► **Visita Internacional**
Productores de VEOS, Alemania. Talca. 30/11/16.



► **Visita Internacional**
Dra. Viola Hanke y Martin Röhring, JKI, Alemania. Talca. 30/11/16.



POMÁCEAS

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 - Mauricio Fuentes

Dirección: Avenida Lircay s/n Talca. Fono 71-2200366 | E-mail: pomaceas@utalca.cl

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