

REQUERIMIENTOS DE FRÍO EN FRUTALES

Álvaro Sepúlveda, Valeria Lepe & J.A. Yuri

Como adaptación climática, los frutales de hoja caduca pasan por un estado de dormancia (sin crecimiento visible), que les permite soportar las adversas condiciones climáticas del invierno en zonas frías. Este estado fisiológico corresponde a la endo-dormancia y es conocido como receso (más antecedentes en los Boletines Técnicos del CP: Vol. 2, Nº4; Vol. 4, Nº 3 y Vol. 6, Nº 4).

Para superar el receso y comenzar un nuevo ciclo de desarrollo en forma normal, al aumentar las temperaturas (T°) en primavera, las yemas necesitan de un período de exposición a bajas T° .

Si bien existen numerosos factores involucrados en el proceso de salida del receso (entre ellos el clima en la estación precedente (alta T° , lluvias, radiación solar), reservas de nutrientes en la madera y posición de las yemas dentro de la planta), la cuantificación del frío invernal es la forma más utilizada de estimarlo. Para ello se han desarrollado diversos modelos, basados en la temperatura

CONTENIDOS

Requerimientos de Frío en Frutales

Editorial

Resumen Climático

Resúmenes de Investigaciones

Eventos

EDITORIAL

Entre el 1-8 de Mayo visitaron el IRTA en Lérida-España, los investigadores del CP, Carolina Torres, Valeria Lepe y J.A. Yuri, en el marco de un Proyecto Innova-Corfo de cooperación internacional denominado "Estrategias de predicción de alteraciones asociadas a desbalance de Calcio y su relación con otros elementos minerales, en manzanas provenientes de huertos comerciales" (**Foto 1**). Como contraparte del mismo Proyecto, los investigadores Luis Asín y Estanis Torres viajaron a Chile entre el 11-16 de Julio y aprovecharon de participar en un Seminario Frutícola "Análisis de puntos críticos en postcosecha", realizado en la ciudad de Angol, en el marco del Proyecto PDTE Región de la Araucanía de Innova Corfo (**Foto 2**).



Foto 1. Investigadores del CP y del IRTA, durante la visita que se realizara a España a inicios de Mayo.



Foto 2. Asistentes al Seminario Frutícola "Análisis de puntos críticos en postcosecha, con énfasis en daño por impacto", realizado en Angol el día 14 de Julio de 2011.

ambiental, donde se considera el frío más efectivo a T° entre 3 y 8 °C. Temperaturas bajo 0 °C, así como sobre 12 - 13 °C, no tendrían efecto. Algunos autores proponen incluso una respuesta negativa (descuento de frío) con T° sobre 16 °C. Sin embargo, en zonas cálidas se utiliza el recuento sin considerar el efecto negativo de las altas T°.

Los principales modelos de estimación de frío invernal utilizados en manzanos, se describen a continuación.

HORAS BAJO 7 °C

Creado en los años 50' por Weinberger, trabajando en durazneros, definió como unidad de frío a una hora de exposición a una T° inferior a 45 °F (7,2 °C). Considera igualmente efectiva cualquier T° entre 0 y 7 °C, y sin efecto para la exposición a T° fuera de este rango. El cálculo se hace utilizando registros horarios de T°. Una alternativa sencilla y práctica es considerando T° máximas y mínimas diarias.

RICHARDSON (UTAH)

Corresponde a un modelo no lineal. Es el más utilizado y fue desarrollado empíricamente para durazneros en los años 70' por Richardson et al. Propone una acumulación diferenciada según la T° de exposición. Considera una unidad de frío a una hora de exposición a la T° óptima para salir del receso, es decir, 6 °C; no habría efecto bajo 1,5 °C ni sobre los 12,5 °C, y con efecto negativo sobre los 16 °C (Cuadro 1).

RICHARDSON MODIFICADO

Es una modificación al modelo Utah, en el cual no se restan unidades cuando las T° son altas. Es utilizado en zonas cálidas (Sudáfrica, Israel).

SHALTOUT AND UNRATH (NORTH CAROLINE)

Modelo similar al de Utah, pero considerando la máxima efectividad para salir del receso a T° de 7,2 °C. Sería efectivo para manzanos, especie en la cual fue desarrollado.

MODELO DINÁMICO

Erez et al., a fines de los 80', proponen un modelo dinámico en el cual T° entre 0 y 13 °C tienen efecto

positivo en la acumulación de frío y sobre 18 °C, no existiría aporte. Sin embargo, la respuesta varía según el tiempo de exposición y T° entre 13 y 16 °C pueden mejorar la respuesta en un ciclo con bajas T°. Se basa en el concepto de "porción de frío", introducido por Fishman, que corresponde a una exposición de 6 °C por 24 - 28 horas. Se dice que el frío ha sido fijado por la planta y no es revertido por altas T° posteriores.

Cuadro 1. Forma de cálculo de unidades de frío. Horas con temperatura bajo 7 °C, modelo Richardson y modelo Shaltout and Unrath, según la temperatura en una hora determinada.

Unidad de Frío	Horas T° < 7 °C	Richardson (Utah)	Shaltout and Unrath (North Caroline)
0	< 0	< 1,4	< -1,1
0,5		1,5 - 2,4	-1 - 1,6
1	0 - 7	2,5 - 9,1	1,7 - 7,2
0,5		9,2 - 12,4	7,3 - 13
0	> 7	12,5 - 15,9	13,1 - 16,5
-0,5		16,0 - 18,0	16,6 - 19
-1		18,1 - 19,5	19,1 - 20,7
-1,5			20,8 - 22,1
-2		19,6 - 21,5	22,2 - 23,3

Para realizar el recuento se debe considerar que cada cultivar tiene un requerimiento de frío específico (Cuadro 2), y que se debe iniciar con 50% de caída de hojas (estado necesario para que el frío sea efectivamente computado por la planta).

Cuadro 2. Requerimientos de frío de varios cultivares de manzano.

Cultivar	Unidades de frío	
	Zonas cálidas	Zonas templadas
Pink Lady	<500	-
Granny Smith	600-800	-
Braeburn	700	1.050
Grupo Fuji	600-800	1.050
Grupo Gala	600-800	1.150
Grupo Delicious	600-800	1.200-1.300

Para cualquier proyecto de plantación, es relevante la información acerca del requerimiento de frío de cada cultivar, así como la cantidad de frío registrada en la zona en donde crecerán.

La utilización de uno u otro modelo dependerá de la localidad (un ejemplo es la modificación del Utah para zonas cálidas). Por ello, es necesaria la interpretación del registro año a año, con las observaciones en terreno de las alteraciones que puede producir un receso inadecuado (brotación errática, floración prolongada, etc.).

En las Figuras 1 y 2 se pueden comparar los dos modelos más utilizados (Horas bajo 7 °C y Richardson), entre dos localidades de la Región del Maule; una de ellas precordillerana (El Colorado). La variación estacional es bien representada en San Clemente por ambos modelos; sin embargo, en El Colorado no hay variación al utilizar Richardson. Con las observaciones en terreno del comportamiento de la planta se podría establecer si el modelo Horas bajo 7 °C es efectivo en estimar las necesidades de frío o muestra una variación que no se condice con lo mostrado por la planta, mientras el modelo Utah sí lo hace.

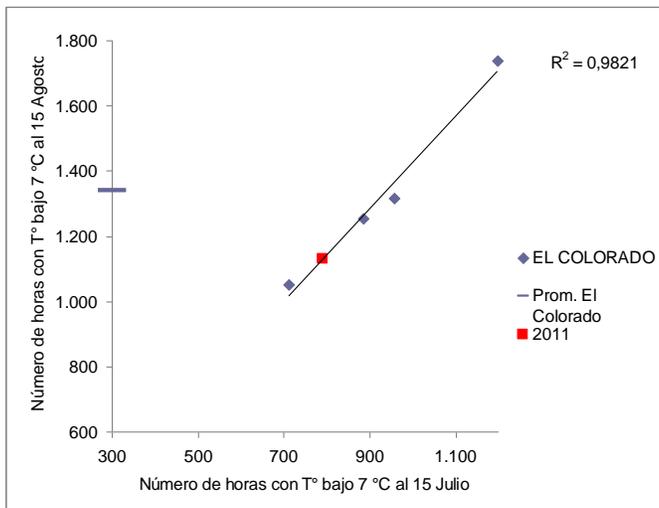
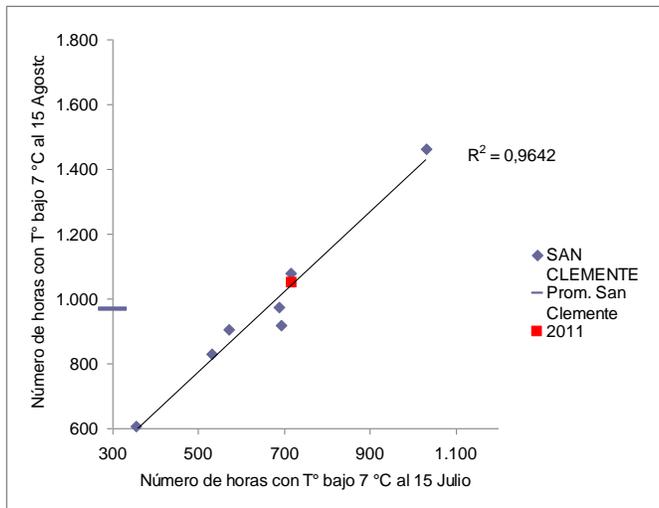


Figura 1. Relación entre las Horas con T° bajo 7 °C acumuladas desde el 1 de Mayo al 15 de Julio y las acumuladas al 15 de Agosto, en dos localidades con diferente altitud.

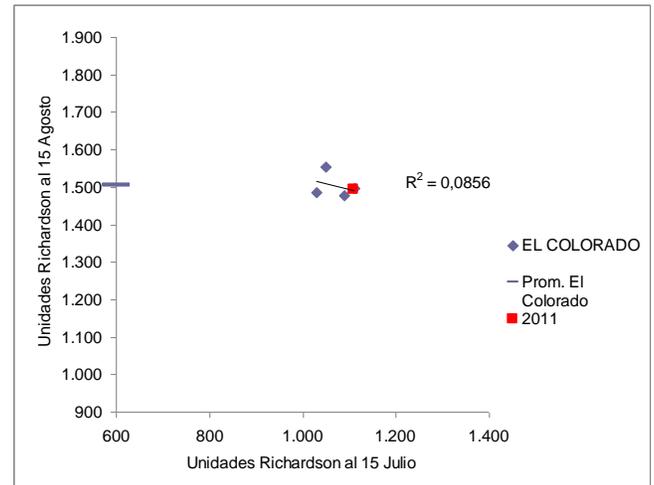
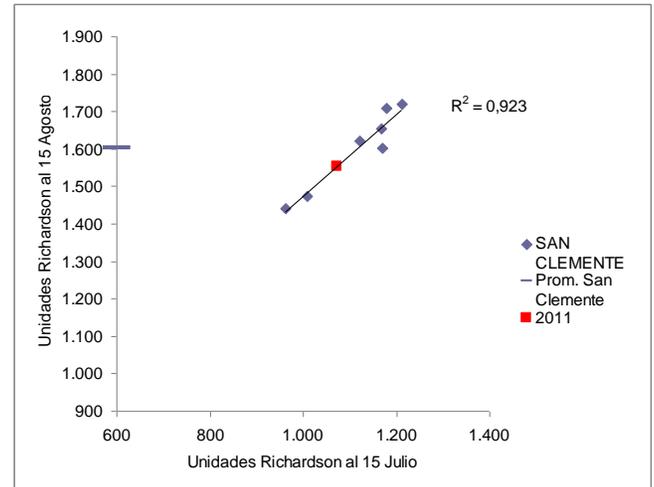


Figura 2. Relación entre las unidades Richardson acumuladas desde el 1 de Mayo al 15 de Julio y las acumuladas al 15 de Agosto, en dos localidades con diferente altitud.

ESTIMACIÓN DE FRÍO TEMPORADA 2011/12

La acumulación de frío invernal desde el 1 de Mayo al 20 de Julio, según el modelo Richardson para diferentes localidades del centro-sur de Chile, se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Acumulación de frío desde el 1 de Mayo al 20 de Julio, estimados en Unidades Richardson en diferentes localidades.

Localidad	*	2010	2011	Var (%)
Graneros	848	826	759	-10,6
Morza	1.019	1.023	1.002	-1,7
Los Niches	1.149	1.095	1.074	-6,5
San Clemente	1.207	1.230	1.188	-1,5
El Colorado	1.143	1.158	1.177	3,0
Colbún	1.121	1.089	1.182	5,5
Angol	1.155	1.214	1.176	1,7

*Promedio histórico.

La cantidad de frío acumulado ha sido levemente inferior al promedio de los últimos años, con la excepción de Graneros, en donde existe un déficit de un 10% al 20 de Julio.

El inicio del recuento varía de una temporada a otra y entre localidades. Como el frío es efectivo una vez que haya caído un 50% de las hojas, bajo dicha perspectiva, el recuento en localidades cálidas comienza más temprano (y antes en cultivares de cosecha temprana, como Galas o Rojas); sin embargo, normalmente en la etapa inicial no hay un registro significativo de frío.

Por otro lado, en localidades de mayor latitud o altitud, el recuento se inicia más tarde, cuando el aporte es más importante (**Cuadro 4**); sin embargo, con una brotación y floración más tardía, debido a un retraso relativo de la acumulación térmica necesaria para el desarrollo aéreo. El aporte en frío de Mayo varía entre un 20 y 25% del total, y la primera quincena del mes representa solamente entre un 10 - 15%.

Cuadro 4. Aporte de frío (Unidades Richardson) de cada mes en varias localidades. En Agosto hasta el día 15.

Localidad		Unidades de Frío			
		Mayo	Junio	Julio	Agosto
Graneros	*	262	374	429	183
	2011	183	353	-	-
Morza	*	318	438	437	194
	2011	338	394	-	-
Los Niches	*	382	475	470	219
	2011	422	387	-	-
San Clemente	*	396	493	489	225
	2011	458	474	-	-
El Colorado	*	392	453	453	206
	2011	478	437	-	-
Colbún	*	371	460	469	195
	2011	483	420	-	-
Angol	*	368	495	531	249
	2011	366	470	-	-

*Promedio histórico.

En cultivares de alto requerimiento de frío, como Gala, cuando hubo 50% de caída de hojas al 1 de Mayo, el frío registrado al 20 de Julio fue suficiente para suplir sus necesidades en la mayoría de las localidades (**Cuadro 5**). En caso de caída de hojas al 15 de Mayo, aún faltaba alrededor de un 15% y en

Graneros se ha cumplido un 60% del requerimiento.

Cuadro 5. Porcentaje de cumplimiento al 20 de Julio de los requisitos de frío para salir de receso de manzanas Gala, estimados en Unidades Richardson, para dos fechas de inicio de recuento, en diferentes localidades.

Localidad	Inicio 1 de Mayo				Inicio 15 de Mayo			
	*	2010	2011	Var (%)	*	2010	2011	Var (%)
Graneros	74	72	66	-10,6	68	69	60	-12
Morza	89	89	87	-1,7	83	86	81	-2,6
Los Niches	100	95	93	-6,5	87	85	79	-8,9
San Clemente	105	107	103	-1,5	92	96	89	-4,1
El Colorado	99	101	102	3,0	85	88	84	-0,9
Colbún	97	95	103	5,5	85	80	85	0,1
Angol	100	106	102	1,7	90	97	92	2,7

*Promedio histórico.

Entre los principales síntomas descritos por la falta de acumulación de frío, podemos indicar: atraso en la brotación, especialmente en los órganos vegetativos; brotación de yemas terminales, con mayor vigor y crecimiento final por sobre el resto; retraso en la entrada en producción del árbol; retraso y prolongación del período de floración de dardos (temprano) v/s ramillas anuales (más tarde); yemas florales abren antes que las vegetativas; desequilibrio en las reservas (con caída temprana de fruta por falta de nutrientes); en árboles jóvenes se puede observar una menor brotación de yemas, las que saldrán más vigorosas, causando un retraso en la precocidad de las plantas; en especies como duraznero, se ha reportado incluso caída de yemas; frutos pequeños y de baja calidad; maduración irregular, asociado a la prolongación del período de floración, lo que se traduciría en un potencial de almacenaje alterado.

LITERATURA CONSULTADA

- Anderson, J.L. and Seeley, S.D. 1992. Modelling strategy in pomology: development of the Utah models. Acta Hort. 313: 297-306.
- Couvillon, G.A. 1995. Temperature and stress effects on rest in fruit: a review. Acta Hort. 395:11-19.
- Dennis, F.G. 2003. Problems standardizing methods for evaluating the chilling requirements for breaking of dormancy in buds of woody plants. HortScience: 38:347-350.
- Ghariani, K. and Stebbins, R.L. 1994. Chilling requirements of apple and pear cultivars. Fruit Varieties Journal 48: 215-222.
- Lakso, A.N. 1994. Apple. En: Environmental physiology of fruit crops; Vol 1, Temperate crops. Eds. B. Schaffer and P.C. Andersen. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Palmer, J.W., Privé, J.P. and Tustin, D.S. 2003. Temperature. En: Apples: Botany, Production and Uses. Eds. D.C. Ferree and I.J. Warrington. CABI Publishing, Cambridge, MA.

RESUMEN CLIMÁTICO

CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL INVIERNO

Las condiciones climáticas invernales afectan el desarrollo posterior del árbol. Una baja acumulación de frío invernal puede alterar especialmente la salida del receso y con ello, la brotación, floración y desarrollo de los frutos.

Si el invierno es cálido o con T° muy bajas, no habrá una acumulación de frío efectivo suficiente para cumplir con los requerimientos de cada cultivar.

En el **Cuadro 6** se muestran las T° medias, máximas y mínimas (promedio) del período comprendido entre el 1 de Mayo y el 15 de Julio, de las dos últimas temporadas, para algunas localidades de la zona centro sur del país (ordenadas de norte a sur).

Las T° medias durante este período en el 2011 fueron levemente menores (en menos de un centígrado), que las registradas el 2010, en la mayoría de las localidades. Sin embargo, las T° máximas mostraron un comportamiento diferente: fueron más altas esta temporada que la anterior en las localidades al norte de Curicó, y similares o menores, en las localidades hacia el sur.

Cuadro 6. Temperatura (T°) media, máxima y mínima; acumulación de frío en Horas con T° bajo 7 °C y Unidades Richardson entre el 1 de Mayo y el 15 de Julio, en diferentes localidades de Chile.

Localidad	T° media (°C)		T° máxima (°C)		T° mínima (°C)		Horas T° < 7 °C		Unidades Richardson		Lluvia (mm) 1 Ene-15 Jul	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Graneros	8,1	7,4	16,6	17,0	2,2	0,7	804	945	780	695	195	87
Morza	7,1	6,8	14,1	14,8	2,0	1,3	899	941	986	924	-	-
Los Niches	6,4	6,5	12,9	13,6	1,2	1,2	1.011	758	1.052	993	294	292
San Clemente	8,1	7,8	13,4	13,2	3,8	3,6	714	785	1.171	1.122	267	274
El Colorado	6,3	6,2	12,5	12,5	1,5	1,4	884	790	1.112	1.110	374	523
Colbún	8,3	7,5	14,1	13,2	3,8	3,1	750	783	1.037	1.089	221	511
Angol	8,7	9,0	13,8	13,5	4,3	4,8	546	550	1.138	1.089	589	488

Las T° mínimas fueron más bajas durante este invierno que en el anterior, con la excepción de Angol; en algunos casos fue muy baja, como en Graneros. Esto se traduce en una alta acumulación de unidades de frío según el modelo Horas con T° bajo 7 °C.

En Graneros se registraron las T° máxima y mínima más extremas entre las localidades estudiadas (17 y 0,7 °C). Esto explicaría la baja acumulación de frío, en especial al calcularlo con el modelo Richardson.

En el resto de las localidades, la acumulación de frío mediante Unidades Richardson ha sido el suficiente para suplir las necesidades de la mayoría de los cultivares producidos en Chile. Esto considerando el 1 de Mayo como la fecha en que ocurrió el 50% de

caída de hojas (estado necesario para el inicio del recuento). Sin embargo, éste depende del cultivar (es más tarde en cvs de cosecha tardía, como Fuji y Pink Lady), y de la localidad (más tarde con mayor latitud y altitud).

Por último, se debe considerar un mes más de acumulación de frío, hasta el 15 de Agosto (posteriormente no existiría un aporte real de frío), por lo que, con pocas excepciones, se cumplirá el receso en forma adecuada.

La ocurrencia normal de los estados fenológicos venideros, brotación y floración, dependerá de la acumulación térmica asociada al alza de T°, una vez finalizado el receso.

RESUMEN DE INVESTIGACIONES

DETERMINACIÓN DEL USO DEL AGUA EN TRES CULTIVARES DE MANZANA DESDE LA SEGUNDA A LA SEXTA ESTACIÓN DE CRECIMIENTO EN UN LISÍMETRO DE DRENAJE.

(GONZÁLEZ, J. 2010. MEMORIA MAGÍSTER HORTICULTURA. U. DE TALCA, PROF. GUÍA: J.A.YURI).

El estudio se llevó a cabo entre las temporadas 2003/04 – 2007/08, en la Estación Experimental Panguilemo de la Universidad de Talca (35° 23'S; 71°40'W; 105 m.o.s.l.). La plantación se realizó la primavera del año 2002, de planta terminada, a una distancia de 4 x 2 m (1250 plantas ha⁻¹) en un lisímetro de drenaje. Los cultivares en estudio correspondieron a Fuji 'Raku Raku', Galaxy' y Granny Smith, sobre EMLA 9, con un total de 12 plantas por

variedad, distribuidas en 4 repeticiones de 3 plantas, sobre cuatro hileras. A ambos lados del lisímetro se establecieron dos hileras con manzanos plantados directamente sobre el suelo (testigo).

El agua utilizada en la temporada fue similar en todos los cvs., pasando de 368 a 694 L árbol⁻¹ de la segunda a la sexta estación de crecimiento, siguiendo una evolución exponencial. Galaxy mostró un mayor uso de agua por área foliar y área sección transversal de tronco (ASTT). La evolución del coeficiente de cultivo debido a la transpiración (Kcb) mensual mostró diferentes tendencias de aumento con la edad del huerto. La entrada en producción de las plantas determinó un incremento exponencial en los meses de enero y febrero, mientras el consumo de agua y el Kcb de diciembre y marzo mostraron un incremento lineal.

DESTACAMOS

En el marco del Proyecto Fondef en alimentos funcionales que comenzó a desarrollar recientemente el CP, se realizó en Santiago, el día 15 de Julio, una reunión de trabajo entre los equipos de los 6 Proyectos adjudicados para el periodo 2011-2014 (Foto 3).



Foto 3. Investigadores de los Proyectos en alimentos funcionales financiados por Fondef, durante la reunión en Santiago.

Una delegación de Alemania, con investigadores de la Universidad de Leipzig y del Fraunhofer Institut, visitó el CP el día 8 de Junio. El día 9 de Junio lo hizo un grupo de productores frutícolas de Uruguay (Foto 4).

Los Srs. Hernán Pacheco y Gerardo Schlack, de la empresa Coesam, sostuvieron una reunión de trabajo en el CP (Foto 4). Los investigadores del IRTA-España, Drs. Luis Asín y Estanis Torres, permanecieron 1 semana con el team del CP (Foto 4, derecha inferior).



Foto 4. Delegaciones de Alemania (arriba izquierda) y Uruguay (derecha). Ejecutivos de la empresa COESAM (abajo izquierda) e investigadores del IRTA durante su estadía en el CP (abajo derecha).

Próxima Reunión Técnica: Martes 27 de Septiembre

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>