

REUNIÓN TÉCNICA
25 de julio de 2017

RESUMEN CLIMÁTICO

Álvaro Sepúlveda
asepulveda@utalca.cl
Laboratorio de Ecofisiología Frutal

- › *Receso invernal y principales métodos de acumulación de frío.*
 - › *Avance del Receso temporada 2017/18.*
 - › *Tendencia condiciones venideras.*
- 

INTRODUCCIÓN



*Bosque de manzano silvestre en las cercanías de Almaty, Kazajistán.
Gentileza Ethan C. Roland.*

Los frutales de hoja caduca son originarios de zonas con climas de inviernos fríos, y su estrategia para sobrevivirlos es eliminando sus hojas y entrando en un estado de suspensión del crecimiento visible, conocido como receso invernal.



PLATE 14. The jagged mountains of the Tian Shan from the north, on the Kazakh-Kyrgyz border. Reproduced by kind permission of Dr. Hartmut Bielefeldt.

Inviernos fríos en el Tian-Shan, región de origen del manzano.

RECESO INVERNAL

FACTORES INVOLUCRADOS

- El receso se supera con exposición a frío.
 - Frío más efectivo entre 3 y 8°C (Lakso, 1994; Couvillon, 1995).
 - Requerimiento de frío varía según cultivar.
 - Fecha de caída de hojas (50% necesario para inicio de recuento de frío).
 - Estación precedente (otoño cálido retrasa entrada en receso).
 - Tipo de yema (diferencias en exigencia causan desincronización en brotación).
 - Nivel de reservas (poco frío consume más reservas).
 - Lluvia (compensa falta de frío).
- 

REQUERIMIENTOS DE FRÍO

REFERENCIALES

Manzano		Cerezo	
Cultivar	Unidades de frío	Cultivar	Unidades de frío
Cripps Pink	500	Van	450-900
Granny Smith	600-800	Brooks	550
Braeburn	750-1.050	Lapins	550-750
Fuji	1.050	Newstar	500-900
Gala	1.150	Bing	700-850
Delicious	1.200-1.300	Sweetheart	800-1.100

Alburquerque et al., 2008; Ghariani y Stebbins, 1994; Gratacós y Cortés, 2008; Guak y Neilsen, 2013; Hampson y Kemp, 2003; Kaufmann y Blanke, 2017;

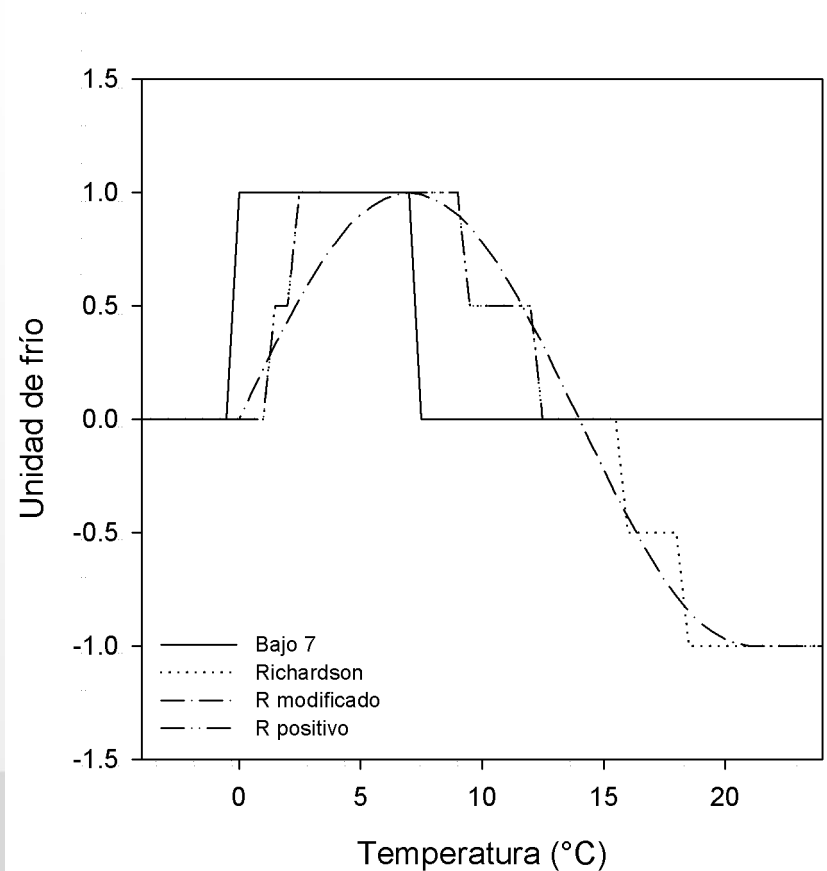


El uso de la estación meteorológica automática ofrece un registro continuo de temperatura, lo que permite el cálculo y acumulación de frío con los diferentes métodos de estimación.

ESTIMACIÓN DE FRÍO

MÉTODOS MÁS UTILIZADOS

- Weinberger, 1950.
 - › Entre 0-7.2 °C.
- Richardson et al., 1974.
 - › Unidades diferenciales de acuerdo a temperatura de exposición.
 - › Se anula efecto con alta temperatura (>16 °C).
- Linvill, 1990.
 - › Richardson modificado.
- Linsley-Noakes et al., 1994.
 - › Richardson sin unidades negativas.
- Fishman et al., 1987.
 - › Dinámico. Es un proceso de dos etapas. Porción de frío.



FÓRMULAS DE CÁLCULO

2.3.1. 0-7.2 °C model

$$CH_{tot} = \sum_{t=st}^{en} CH \begin{cases} T_t < 0 \text{ °C}, & CH_t = 0 \\ 0 \text{ °C} \leq T_t \leq 7.2 \text{ °C}, & CH_t = 1 \\ T_t > 7.2 \text{ °C}, & CH_t = 0 \end{cases}$$

2.3.2. Modified Utah model

$$CU_{tot} = \sum_{t=st}^{en} CU \begin{cases} T_t \leq 0 \text{ °C}, & CU_t = 0 \\ 0 \text{ °C} < T_t \leq 21 \text{ °C}, & CU_t = \sin\left(\frac{2\pi T}{28}\right) \\ T_t > 21 \text{ °C}, & CU_t = -1 \end{cases}$$

2.3.3. Positive Utah model

$$PCU_{tot} = \sum_{t=st}^{en} PCU \begin{cases} T_t \leq 1.4 \text{ °C}, & PCU_t = 0 \\ 1.4 \text{ °C} < T_t \leq 2.4 \text{ °C}, & PCU_t = 0.5 \\ 2.4 \text{ °C} < T_t \leq 9.1 \text{ °C}, & PCU_t = 1 \\ 9.1 \text{ °C} < T_t \leq 12.4 \text{ °C}, & PCU_t = 0.5 \\ T_t > 12.4 \text{ °C}, & PCU_t = 0 \end{cases}$$

2.3.4. Dynamic model

$$x_t = \frac{e^{slp \times tetmlt \times (T_t - tetmlt)/T_t}}{1 + e^{slp \times tetmlt \times (T_t - tetmlt)/T_t}}$$

$$y_t = \frac{a_0}{a_1} \times e^{(e_1 - e_0)/T_t}$$

$$ak_t = a_1 \times e^{(-e_1/T_t)}$$

$$Inter_{Et} = y_t - (y_t - Inter_{St}) \times e^{-ak_1}$$

$$Inter_{st} = \begin{cases} t = 1, & 0 \\ \text{if } t > 1 \& Inter_{Et-1} < 1, & Inter_{Et-1} \\ t > 1 \& Inter_{Et-1} \geq 1, & Inter_{Et-1} \times (1 - x_{t-1}) \end{cases}$$

$$delt_t = \begin{cases} t = 1, & 0 \\ \text{if } t > 1 \& Inter_{Et-1} < 1, & 0 \\ t > 1 \& Inter_{Et-1} \geq 1, & Inter_{Et} \times x_t \end{cases}$$

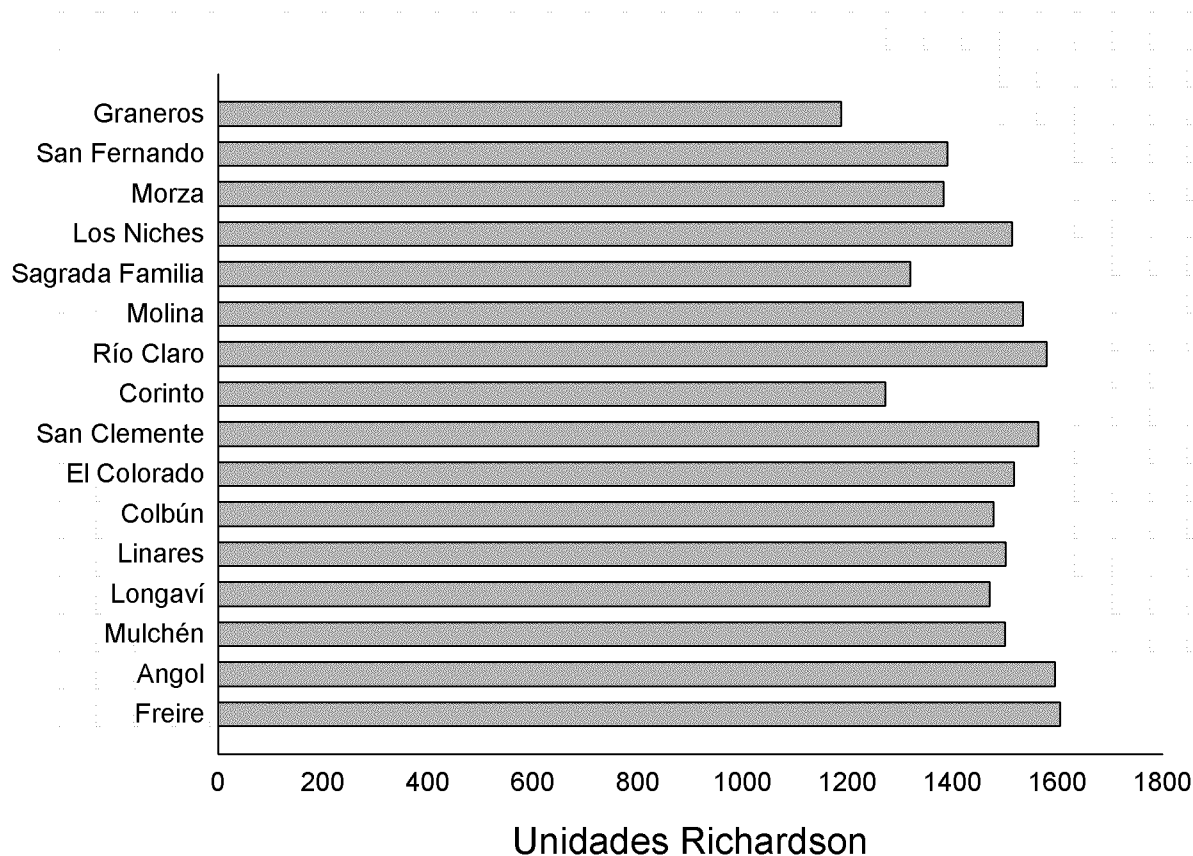
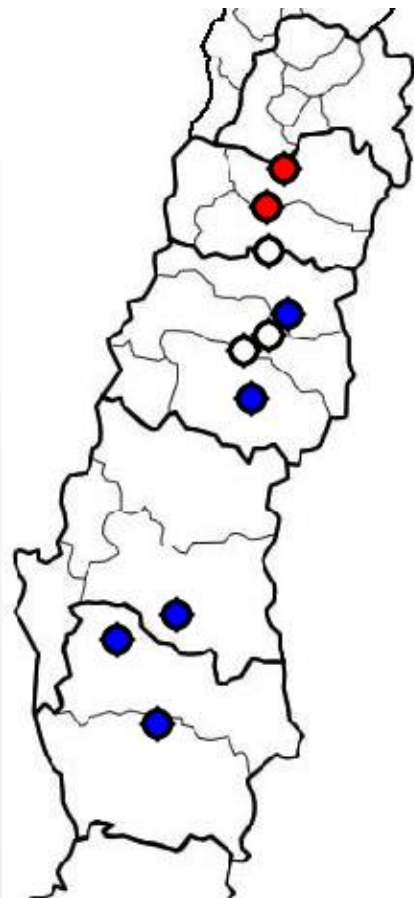
$$P_t = \begin{cases} \text{if } t = 1, & delt_t \\ t > 1, & delt_t + P_{t-1} \end{cases}$$

$$P_{tot} = \sum_{t=st}^{en} P_t$$

Darbyshire et al., 2011.

PROMEDIO HISTÓRICO

RICHARDSON 1 MAYO AL 15 AGOSTO



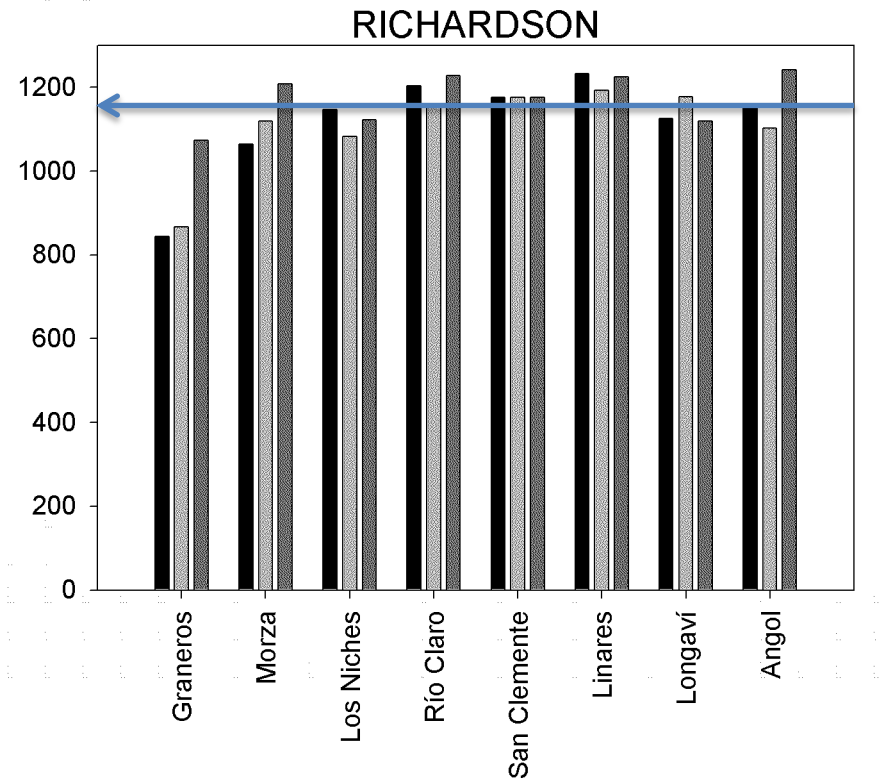
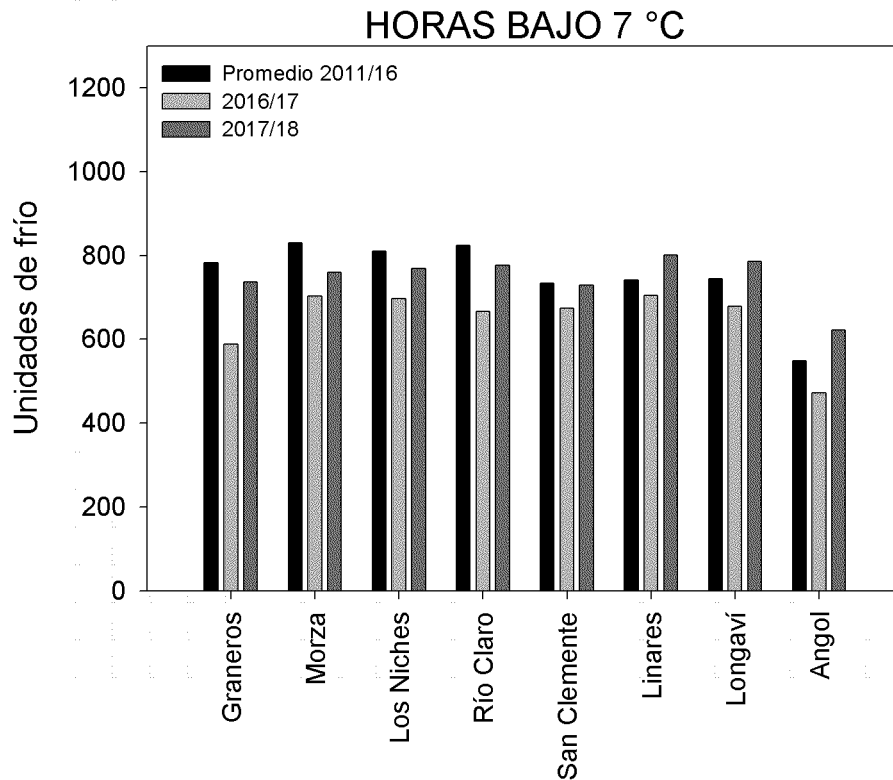
ACUMULACIÓN FRÍO

TEMPORADA 2017/18 DESDE 1 DE MAYO

Localidad	Fecha	Horas bajo 7 °C			Unidades Richardson		
		Promedio 2011-16	2016/17	2017/18	Promedio 2011-16	2016/17	2017/18
Graneros	23/7	782	589	736	844	866	1.073
Morza	23/7	830	703	760	1.063	1.119	1.207
Los Niches	23/7	811	697	769	1.147	1.083	1.122
Molina	09/7	722	677	590	1.186	1.169	1.000
Río Claro	23/7	824	666	776	1.203	1.156	1.228
San Clemente	23/7	733	674	730	1.175	1.175	1.175
Linares	23/7	741	704	801	1.233	1.193	1.224
Longaví	23/7	745	678	786	1.125	1.177	1.119
Mulchén	20/7	648	693	656	1.095	1.111	1.153
Angol	23/7	554	472	622	1.166	1.102	1.241

ACUMULACIÓN FRÍO

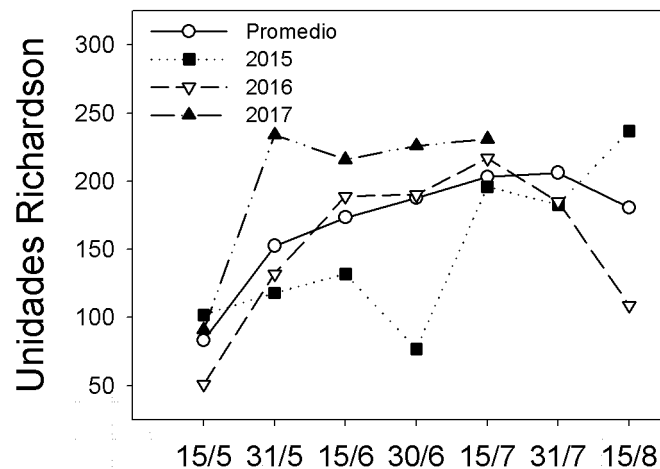
TEMPORADA 2017/18 1 MAYO A 23 JULIO



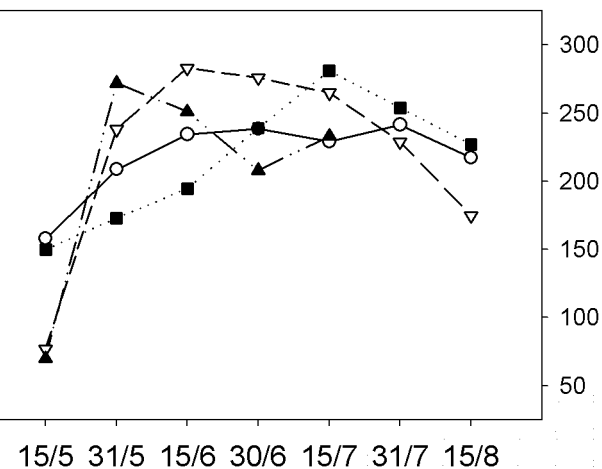
Referencia es Gala, cv con alto requerimiento ≈ 1.150 unidades.

FRÍO ACUMULADO RICHARDSON POR QUINCENA

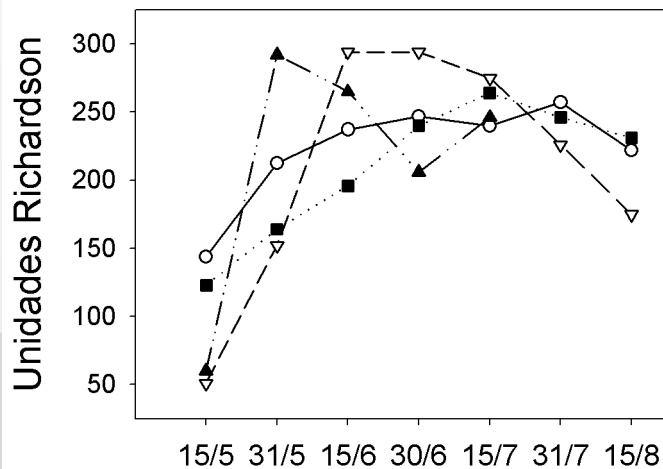
Graneros



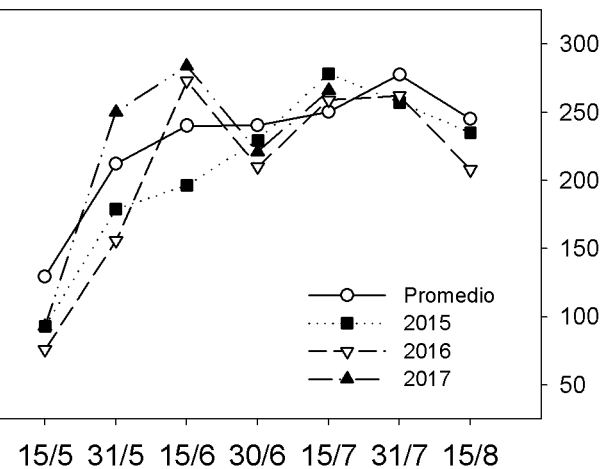
Los Niches



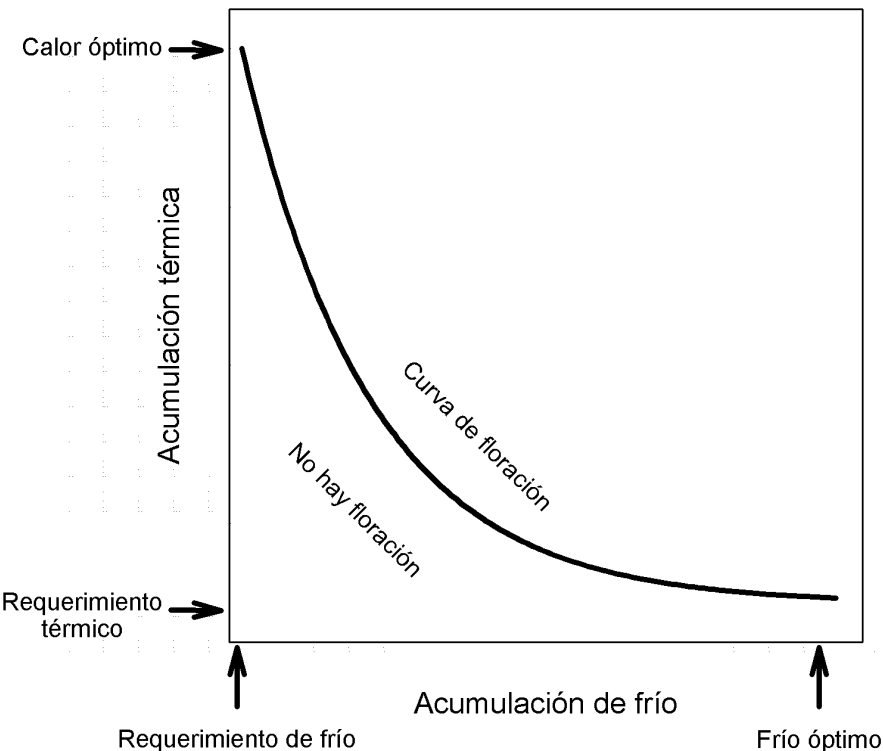
San Clemente



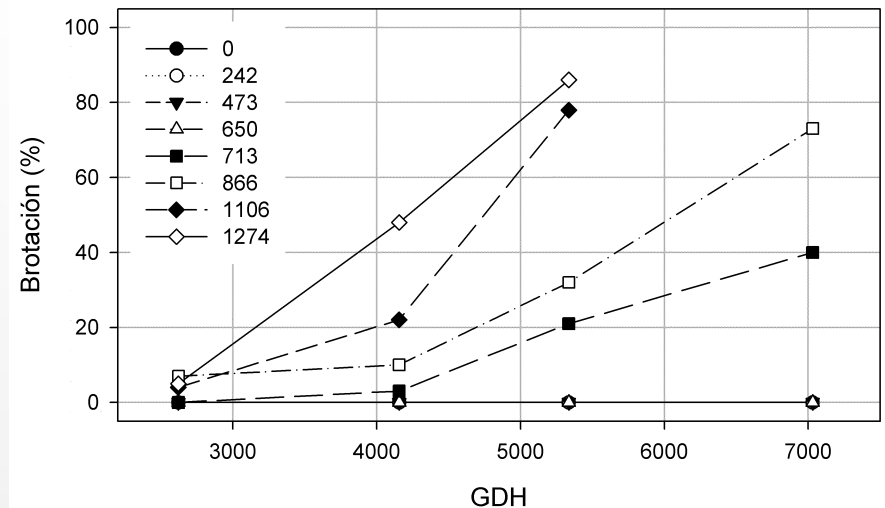
Angol



INTERACCIÓN ENTRE FRÍO EN RECESO Y CALOR POSTRECESO



Representación de la acumulación de frío y calor necesaria para floración de frutales. Adaptado de Pope et al., 2014.



Porcentaje de brotación de acuerdo a acumulación de frío invernal en unidades Richardson, y calor post receso (GDH), en cerezos cultivar Bing.

Adaptado de Tersoglio y Naranjo, 2009.



Alta acumulación de frío durante la temporada en curso promovería una brotación y floración concentrada y uniforme. Sin embargo, ello podría variar en orden a las condiciones térmicas en primavera.

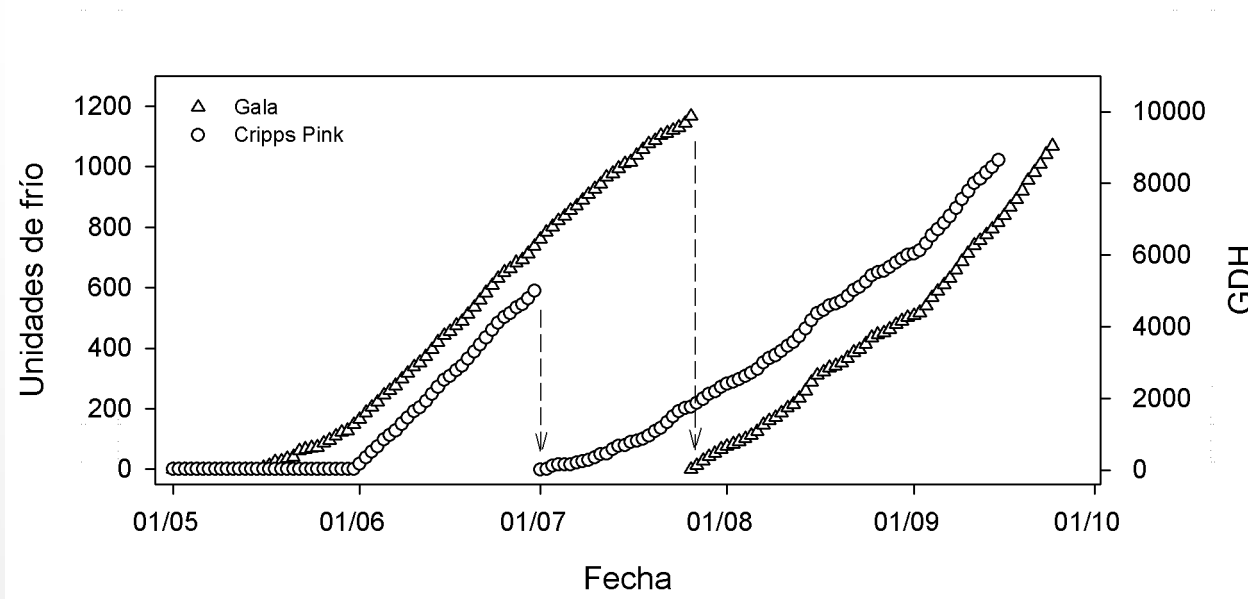
REQUERIMIENTOS TÉRMICOS POST RECESO REFERENCIALES

Estado Fenológico	4,4 °C	6,1 °C
Punta plateada	2.100	1.900
Punta verde	2.600	2.300
Ramillete compacto	4.100	3.600
Inicio botón rosado	5.000	4.800
Botón rosado	5.500	4.900
Primera flor	6.300	5.600
Plena flor	7.100	6.200

*Acumulación de GDH con dos modelos, para diferentes estados fenológicos, cv. Starkrimson.
Young y Werner, 1985.*

Cultivar	Inicio floración
Granny Smith	8.600
Red Delicious	9.500
Royal Gala	9.200

ACUMULACIÓN DE FRÍO Y TÉRMICA POSTRECESO TEMPORADA ANTERIOR. 2016/17



Con fenología adelantada las yemas estuvieron más sensibles a las heladas ocurridas a inicios de septiembre de 2016.



Desfase en el estado de las yemas de Cripps Pink (izquierda) y Fuji (derecha), el 15 de septiembre de 2016 en San Clemente, Región del Maule. Situación producto de alta acumulación de frío invernal y termal post receso.

TEMPERATURAS CRÍTICAS

Manzanos				Cerezos			
Estado de yema	Mortalidad			Estado de yema	Mortalidad		
	10%	50%	90%		10%	50%	90%
No hinchada	-9,4	-8,9	-17	No hinchada	-14,3	-	-
Puntas verdes	-7,8	-8,9	-12	Puntas verdes	-3,7	-5,9	-10,3
Ramillete expuesto	-2,8	-3,0	-6,1	Ramillete expuesto	-2,7	-4,2	-6,2
Inicio botón rosado	-2,2	-2,8	-4,4	Inicio botón	-2,7	-3,6	-4,9
Botón rosado	-2,1	-2,2	-3,9	Inicio flor	-2,8	-3,4	-4,1
Plena flor	-1,7	-2,0	-3,8	Plena flor	-2,4	-3,2	-3,9
Post flor	-2,2	-	-3,9	Post flor	-2,1	-2,7	-3,6

Seeley y Anderson, 2003; Thompson, 1996.

PROYECCION DMC

TRIMESTRE JUL-AGO-SEP

Se anuncia una mayor probabilidad de una fase **Neutra** (67%), mientras que la probabilidad de una fase **Niño** alcanza un 32%.

- › Temperatura máxima en el rango **Normal** desde Coquimbo al sur.
- › Temperatura mínima **Bajo lo Normal** desde R.M. a La Araucanía.
- › Precipitación en el rango **Normal** entre Valparaíso y Maule Norte. **Bajo lo Normal** en Maule Sur y Bío Bío. De La Araucanía al sur en categoría **Normal**.



RESUMIENDO

- › *Alta acumulación de frío base para brotación y floración uniformes.*
 - › *Avance fenológico dependerá de condiciones post receso. Las que se esperan moderadas.*
- 

REFERENCIAS

- › Alburquerque, N., García-Montiel, F., Carrillo, A., Burgos, L. 2008. Chilling and heat requirements of sweet cherry cultivars and the relationship between altitude and the probability of satisfying the chill requirements. *Environ. Exp. Bot.* 64: 162-170.
- › Anderson, J.L., 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 trees: A review. *Acta Hort.* 395: 11-19.
- › Darbyshire, R., Webb, L., Goodwin, I., Barlow, S. 2011. Winter chilling trends for deciduous fruit trees in Australia. *Agric. For. Meteorol.* 151: 1074-1085.
- › Ghariani, K., Stebbins, R.L. 1994. Chilling requirement of apple and pear cultivars. *Fruit Varieties J.* 48: 215-222.
- › Gratacós, E., Cortés, A. 2008. Chilling requirements of ten sweet cherry cultivars in a mild winter location in Chile. *Acta Hort.* 795: 457-462.
- › Guak, S., Neilsen, D. 2013. Chill unit models for predicting dormancy completion of floral buds in apple and sweet cherry. *Hort. Environ. Biotechnol.* 54: 29-36.
- › Hampson, C.R., Kemp, H. 2003. Characteristics of important commercial apple cultivars. En: *Apples: Botany, Production and Uses*. Eds. D.C. Ferree y I.J. Warrington. CABI Publishing, Cambridge, MA. 660 p.
- › Kaufmann, H., Blanke, M.M. 2017. Chilling in cherry -principles and projection- a brief introduction. *Acta Hort.* 1162: 39-44.
- › Lakso, A.N. 1994. Apple. En: *Environmental physiology of fruit crops; Vol 1, Temperate crops*. Eds. B. Schaffer y P.C. Andersen. CRC Press, Boca Raton, FL. 358 p.
- › Palmer, J.W., Privé, J.P., Tustin, D.S. 2003. Temperature. En: *Apples: Botany, Production and Uses*. Eds. D.C. Ferree y I.J. Warrington. CABI Publishing, Cambridge, MA. 660 p.
- › Pope, K.S., da Silva, D., Brown, P.H., DeJong, T.M. 2014. A biologically based approach to modelling spring phenology in temperate deciduous trees. *Agric. For. Meteorol.* 198-199: 15-23.
- › Seeley, S.D., Anderson, J.L. 2003. Apple-orchard freeze protection. En: *Apples: Botany, Production and Uses*. Eds. D.C. Ferree y I.J. Warrington. CABI Publishing, Cambridge, MA. 660 p.
- › Tersoglio, E., Naranjo, G. 2009. Identificación del inicio de la ecodormancia en cerezo variedad “Bing”. *ITEA* 105: 272-281.
- › Thompson, M. 1996. Flowering, pollination and fruit set. En *Cherries: Crop physiology, Production and Uses*. Eds. A.D. Webster y N.E. Looney. CABI Publishing, Cambridge, MA. 513 p.