

27 de agosto de 2021

HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS: PROCESAMIENTO DE DATOS METEOROLÓGICOS

Álvaro Sepúlveda
asepulveda@utalca.cl
Laboratorio de Ecofisiología Frutal

INVITACIÓN A TALLER TÉCNICO, VÍA ZOOM
"Herramientas meteorológicas de planificación: procesamiento de datos"
Viernes 27 de agosto 2021 de 9:00 a 11:30 am.

CORFO Los Ríos y el Comité de Arándanos de Chile – Asoex, tienen el agrado de invitar a taller técnico: "Herramientas meteorológicas de planificación: procesamiento de datos", que se realizará en el marco del proyecto: "Difusión de un sistema integral de calidad para la producción competitiva de los arándanos de exportación de la región de Los Ríos", 20 PDTLR 125895, contaremos con la participación de Álvaro Sepúlveda, Ing. Agr. Mg. Sc, Universidad de Talca. Además, al final del taller contaremos con el "Pronóstico meteorológico estacional para la temporada", con Gianfranco Marcone, Meteorólogo ChileWeather.

El objetivo de este taller será entregar información relevante de procesamiento de datos meteorológicos para el manejo de las variables agroclimáticas que afectan el desarrollo de los arándanos de exportación. Dirigido a técnicos de la industria, productores y administradores de huertos.

Viernes 27 AGOSTO 2021	
9:00 – 9:05	Bienvenida
9:05 - 10:00	"Acceso y exportación de datos desde estaciones meteorológicas y disponibles en la web", Álvaro Sepúlveda, Ing.Agr.Mg.Sc, Universidad de Talca.
10:00 – 10:10	Descanso
10:10 – 10:40	"Cálculo de variables agroclimáticas y disponibles en plataformas en línea", Álvaro Sepúlveda, Ing.Agr.Mg.Sc, Universidad de Talca.
10:40 – 11:30	"Pronóstico meteorológico estacional para la temporada", Gianfranco Marcone, Meteorólogo ChileWeather.

HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS: PROCESAMIENTO DE DATOS METEOROLÓGICOS PARA LA FRUTICULTURA

CONTENIDO:

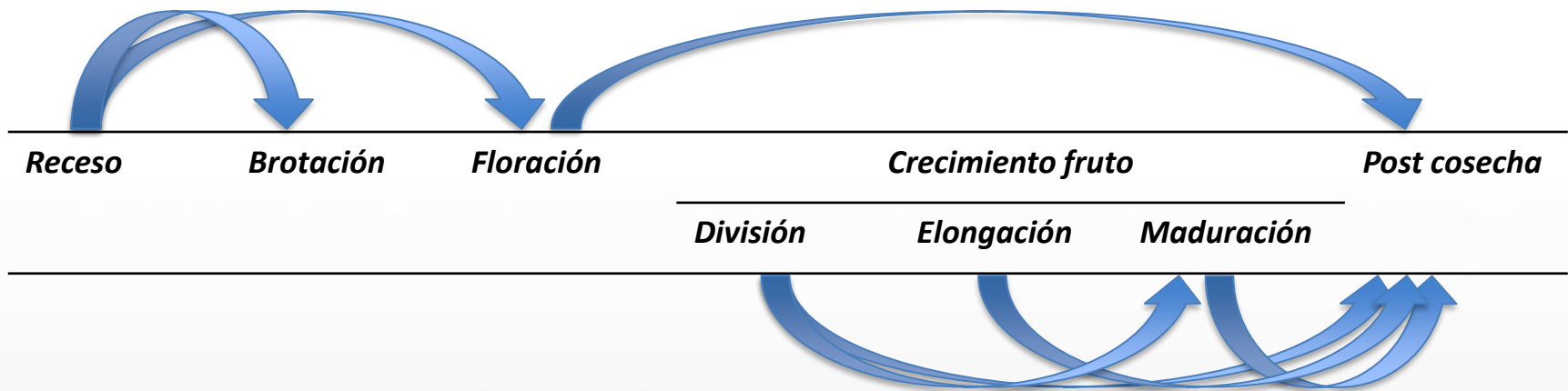
Acceso y exportación de datos

- › *Datos desde estaciones*
- › *Disponibles en la web*

Cálculo de variables

- › *Variables genéricas y agroclimáticas*
- › *Variables disponibles en portales web*





› *EFFECTO DEL AMBIENTE SOBRE FISIOLOGÍA DE LA PLANTA*

- › *Temperatura del aire*
- › *Radiación solar*
- › *Humedad relativa*

› *EVENTOS EXTREMOS*

- › *Heladas*
- › *Granizos*

VARIABLES

› GENÉRICAS

- › *Variables meteorológicas*
- › *Promedios, máximas y mínimas*
- › *Concepto variable×tiempo*

› AGROCLIMÁTICAS

- › *Estimación de frío invernal*
- › *Acumulación térmica*

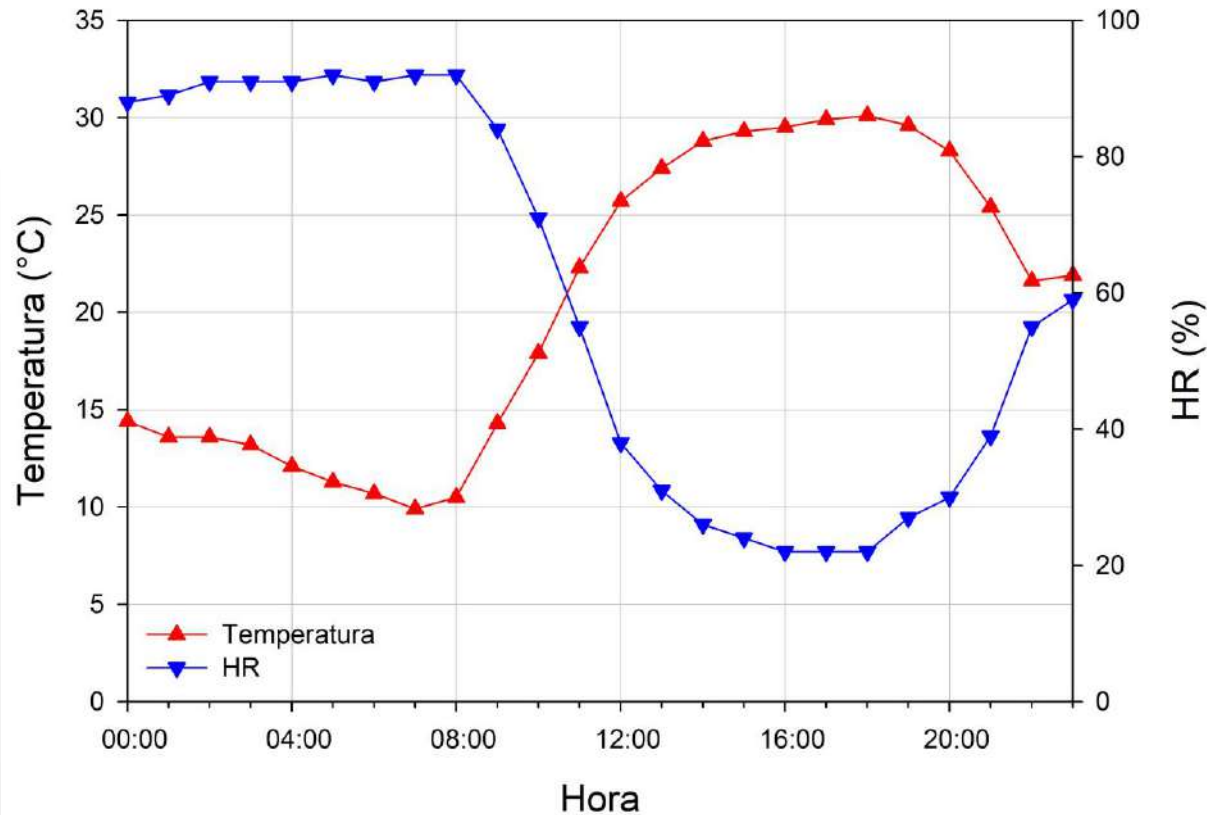
› AGROCLIMÁTICAS ESPECÍFICAS

- › *Índice de estrés*
 - › *Vuelo de abejas*
 - › *Días riesgo daño por sol*
- 

ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA



VARIABLES AGROCLIMÁTICAS



Tmedia	Tmáxima	Tmínima
20,5	30,1	9,9
HRmedia	HRmáxima	HRmínima
59,3	92,0	22,0
H T>27°C	H T>29°C	H T>32°C
8	5	0
27°C/5 h	29 °C/5 h	32 °C/5 h
1	1	0
GDH	GD10	
263	10,5	

ACCESO E IMPORTACIÓN DE DATOS

Estación meteorológica

<https://www.agromet.cl/>

ESTIMACIÓN DE FRÍO

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

ESTIMACIÓN DE FRÍO

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

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

Cuadro 1. Escalas propuestas para los modelos UTAH (Richardson *et al.*, 1974) y Shaltout y Unrath (1983).

	Temperatura (°C)	
	UTAH	Shaltout y Unrath
UF		
0	< 1,4	-1,1
0,5	1,5-2,4	1,6
1	2,5-9,1	7,2
0,5	9,2-12,4	13,0
0	12,5-15,9	16,5
-0,5	16-18	19
-1	>18	20,7
-1,5		22,1
-2		23,3

Darbyshire *et al.*, 2011.

Severino *et al.*, 2011.

ESTIMACIÓN DE FRÍO

2.3.1. 0–7.2°C model

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

2.3.2. Modified Utah model

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

2.3.3. Positive Utah model

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

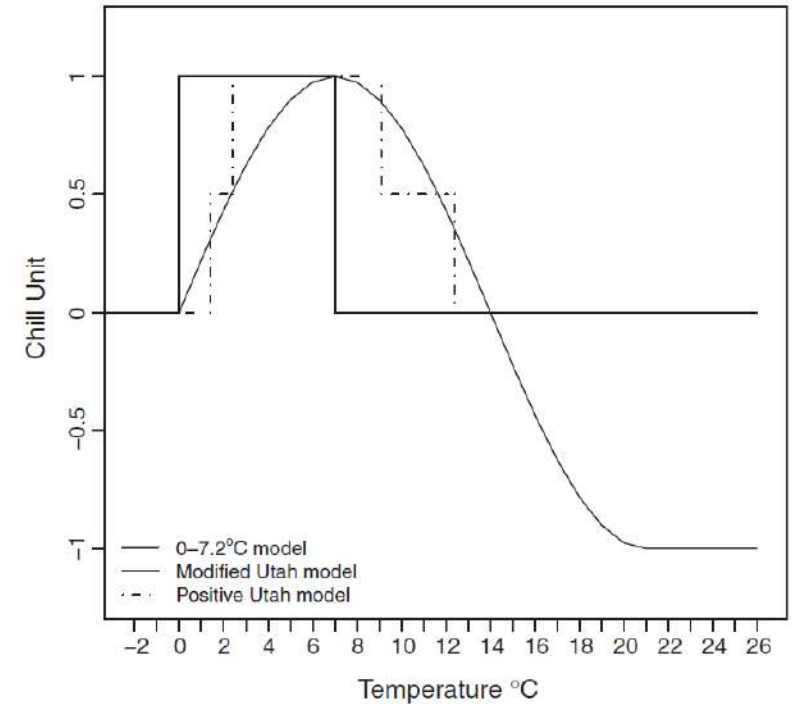


Fig. 2. Chill allocation for a given temperature (°C) for the 0–7.2°C, Modified Utah and Positive Utah models. Note the units are not comparable.

Darbyshire *et al.*, 2011.

ESTIMACIÓN DE FRÍO

	Rich mod	Rich+	Rich+ 2
1-may-20	6,9	6,9	13,0
2-may-20	15,7	15,7	12,0
3-may-20	13,2	13,2	10,0
4-may-20	11,5	11,5	7,0
5-may-20	4,3	4,3	4,0
6-may-20	-2,4	0,0	4,5
7-may-20	-4,8	0,0	2,0
8-may-20	7,7	7,7	11,5
9-may-20	1,8	1,8	4,0
10-may-20	9,5	9,5	9,5
11-may-20	11,2	11,2	12,5
12-may-20	15,4	15,4	15,5
13-may-20	13,5	13,5	14,0
14-may-20	3,7	3,7	9,5
15-may-20	-5,7	0,0	0,0
16-may-20	0,9	0,9	7,5
17-may-20	2,7	2,7	6,5
18-may-20	6,3	6,3	7,5
19-may-20	18,9	18,9	12,5
20-may-20	19,4	19,4	19,4
21-may-20	17,9	17,9	17,9
22-may-20	6,3	6,3	6,3
23-may-20	7,7	7,7	7,7
24-may-20	9,2	9,2	9,2
25-may-20	7,2	7,2	7,2
26-may-20	8,5	8,5	8,5
27-may-20	4,0	4,0	4,0
28-may-20	17,8	17,8	17,8
29-may-20	15,8	15,8	15,8
30-may-20	17,5	17,5	17,5
31-may-20	20,4	20,4	20,4
SUMA DÍA	282	295	315

ESTIMACIÓN DE FRÍO

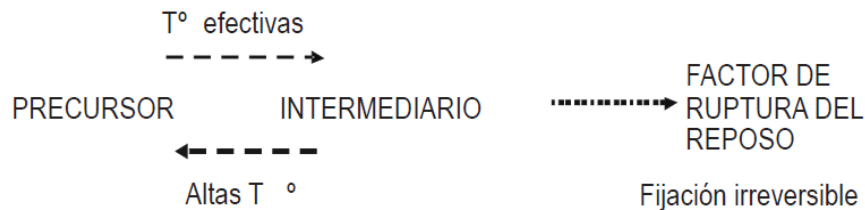


Figura 1. Esquema de cálculo de UF según el Modelo Dinámico.

2.3.4. Dynamic model

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

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

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

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

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

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

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

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

Severino *et al.*, 2011.

Darbyshire *et al.*, 2011.

ACUMULACIÓN TÉRMICA

Int J Biometeorol (2013) 57:409–421

$$GDD = \begin{cases} 0; T_i \leq T_b \\ (T_i - T_b); T_i > T_b \end{cases} \quad (1)$$

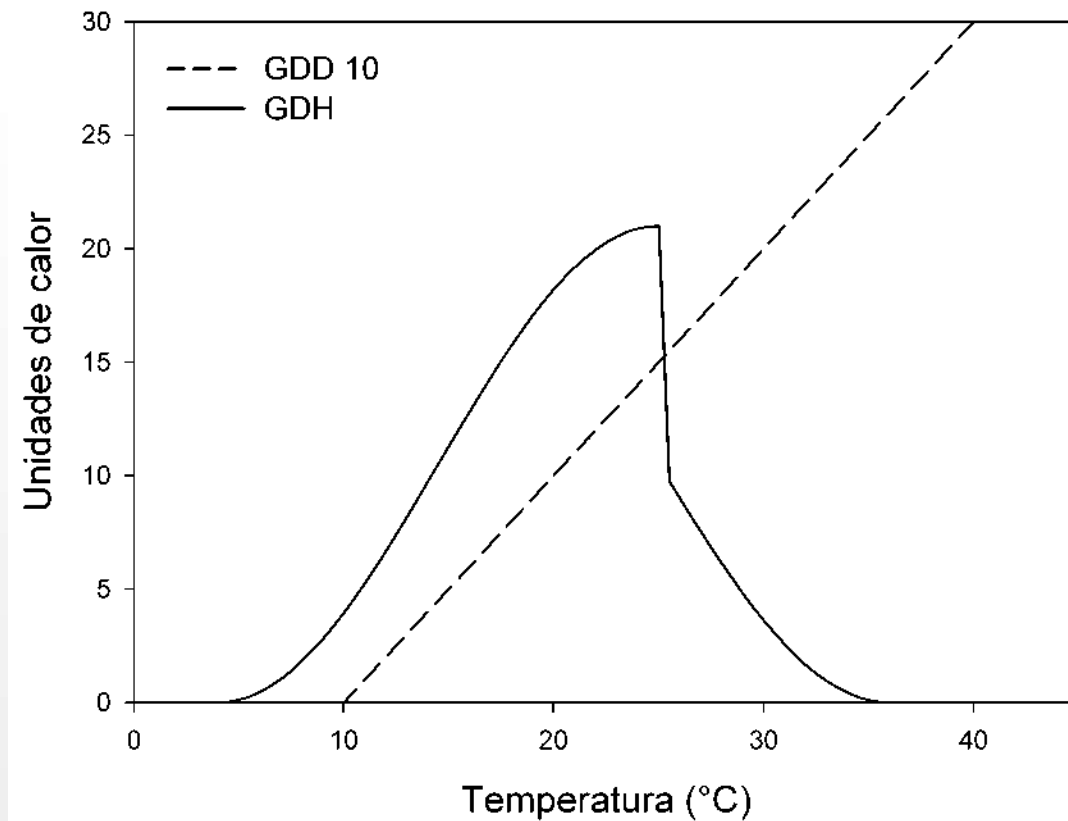
Where T_i is the mean daily temperature for day i and T_b the base temperature

$$GDH = \begin{cases} F\left(\frac{T_u - T_b}{2}\right)\left(1 + \cos\left(\pi + \pi \frac{T_i - T_b}{T_u - T_b}\right)\right), T_u \geq T_i \geq T_b \\ F(T_u - T_b)\left(1 + \cos\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} \frac{(T_i - T_u)}{(T_c - T_u)}\right)\right), T_c \geq T_i > T_u \\ 0, T_b T_i \geq T_u \end{cases} \quad (2)$$

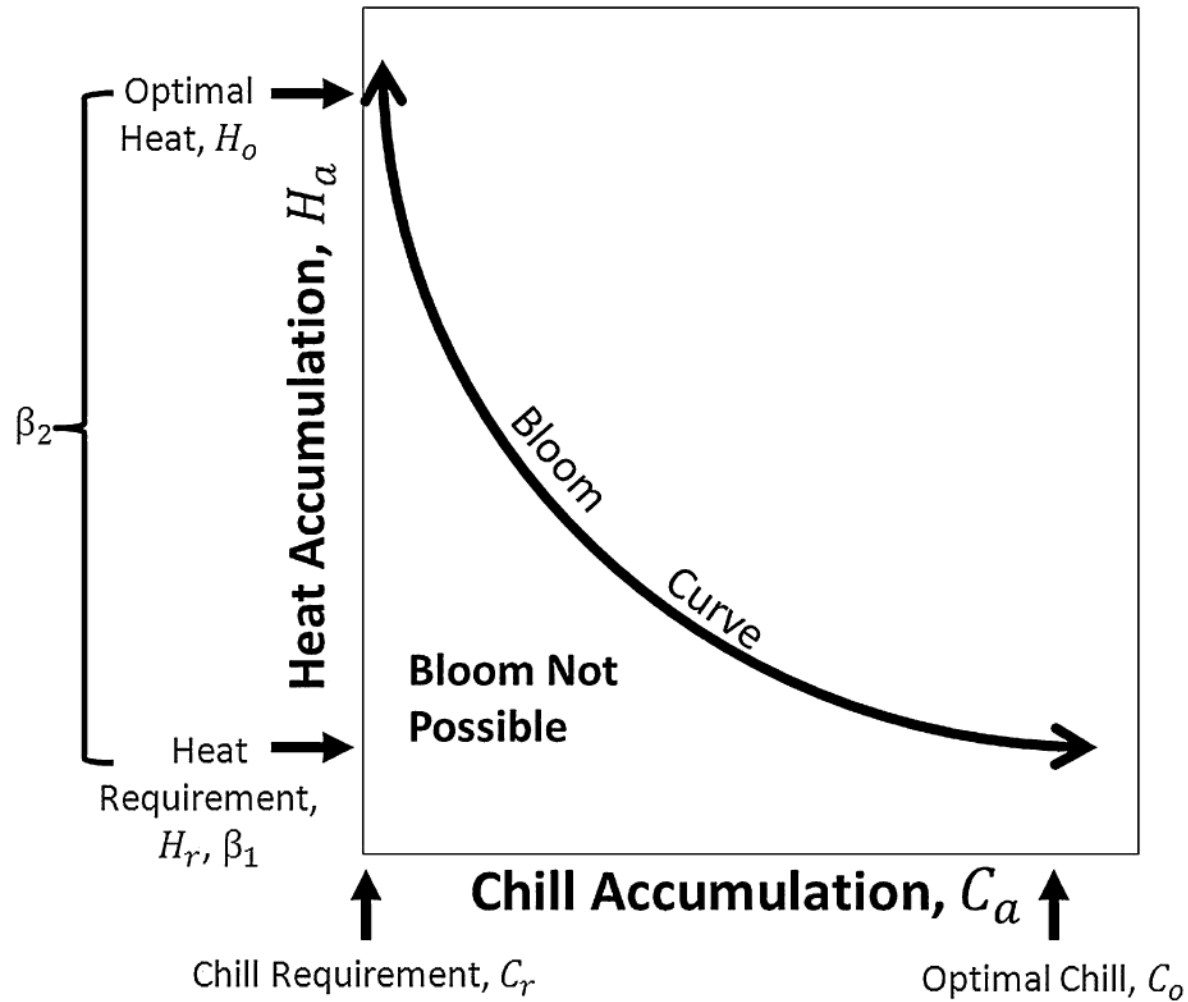
Where F is the stress factor, T_i is the hourly temperature for hour i , T_b the base temperature, T_u is the optimum temperature and T_c is the critical temperature. F was set to 1 as commonly practiced as no known stress was placed on the trees and T_c and T_u were respectively set to 25 and 36 °C as defined by the original authors (Anderson et al. 1986).

Darbyshire *et al.*, 2013.

ACUMULACIÓN TÉRMICA

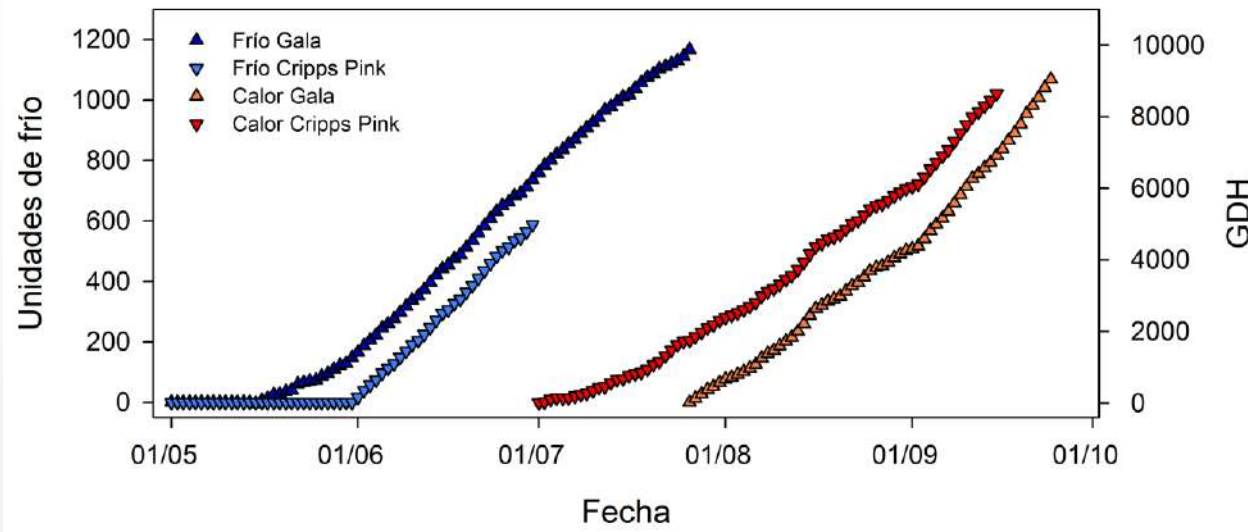


RELACIÓN FRÍO-CALOR

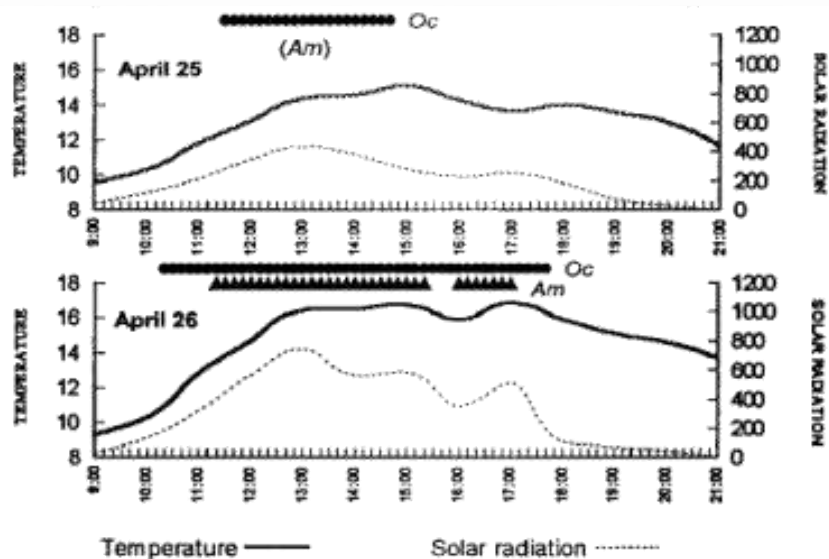


Pope *et al.*, 2014.

SIMULACIÓN SALIDA RECESO



VUELO DE ABEJAS



- › No hay actividad de abejas con temperatura bajo 10 °C.
- › Inician su actividad con temperatura mayor a 12-14 °C.
- › Además, requieren luz o radiación solar mayor a 300 W/m².
- › Sin lluvia o fuerte viento.

Vicens y Bosch, 2000.

ESTRÉS AMBIENTAL

DÉFICIT DE PRESIÓN DE VAPOR

- › Diferencia entre presión a saturación y presión parcial del vapor de agua en el aire.
- › Movimiento de agua desde una superficie a la atmósfera es proporcional al DPV.
- › Presión de vapor varia con humedad relativa y temperatura.

ÍNDICE DE ESTRÉS

- › Relaciona temperatura ambiente y humedad relativa.

$$DPV(kPa) = e_s - e_w = e_s \left(1 - \frac{HR}{100}\right)$$

$$e_s = EXP \left(\frac{16.78 \times T_{aire} - 116.9}{T_{aire} + 237.3} \right)$$

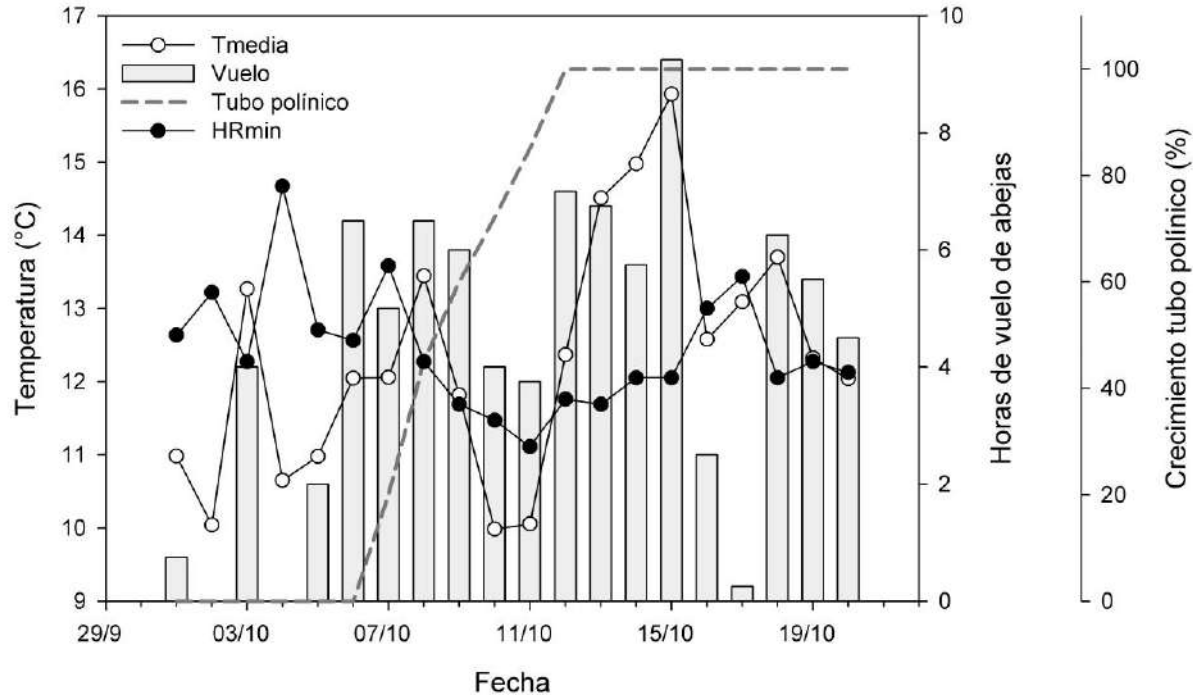
e_s = presión de vapor a saturación (kPa)

e_w = presión de vapor parcial (kPa)
 $T_{aire}(^{\circ}C)$ $HR(\%)$

$$\text{Unidades de estrés} = (T_{aire} - 10)(-0.2 \times HR + 15)$$
$$T_{aire}(^{\circ}C) \geq 10^{\circ}C \text{ y } HR(\%) \leq 75\%$$

Torres et al., 2016.

SIMULACIÓN POLINIZACIÓN Y FERTILIZACIÓN



- › El EPP o el tiempo en que el estigma es receptivo, es la limitante para la fertilización.
- › Receptividad de estigma: 5d a 10°C; 2d a 20 °C; 1d a 30 °C.
- › Porcentaje de germinación aumenta con temperatura.
- › Crecimiento del tubo polínico hasta los óvulos: 2d a 15 °C; 4d a 13 °C; 8d a 10 °C.

INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS REVISAR VISTA

Arial 10 A+ A- Ajustar texto General \$ % 000 00 00 Formato condicional Dar formato como tabla Normal 2 Buena Normal 2 2 Incorrecto Normal 3 Neutral Normal 3 2 Cálculo Normal Celda de co... Insertar Eliminar Formato Autosuma Rellenar Borrar

Fuente Alineación Número Estilos Celdas

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
Horas bajo 7	T (°C)				=SI(0>D3;0;SI(D3<=7;1;0))											
Rich mod	T (°C)				=SI(0>D4;0;SI(D4>21;-1;SENO((2*PI()*D4)/28)))											
Rich +	T (°C)				=SI(0>D5;0;SI(D5>14;0;SENO((2*PI()*D5)/28)))											
GD (10)	T (°C)				=SI(D6>=10;(D6-10)/24;0)											
GDH	T (°C)				=SI(D7>4;SI(D7<=36;SI(D7<=25;21/2*(1+COS(PI()+PI()*D7-4)/21));SI(D7>25;21*(1+COS(PI()/2+PI()/2*(D7-25)/11));0));0;0)											
DPV	T (°C)	HR (%)			=(EXP((16,78*D9-116,9)/(D9+237,3)))*(1-E9/100))											
Índice estrés	T (°C)	HR (%)			=SI(D10>=10;SI(E10<=75;((D10-10)*((E10*-0,2)+15));0);0)											
Vuelo abejas	T (°C)		RS (W/m²)		=SI(D12>=15;SI(F12>=300;1;0);0)											

INGRESO DATOS
 Plantilla Excel para datos diarios

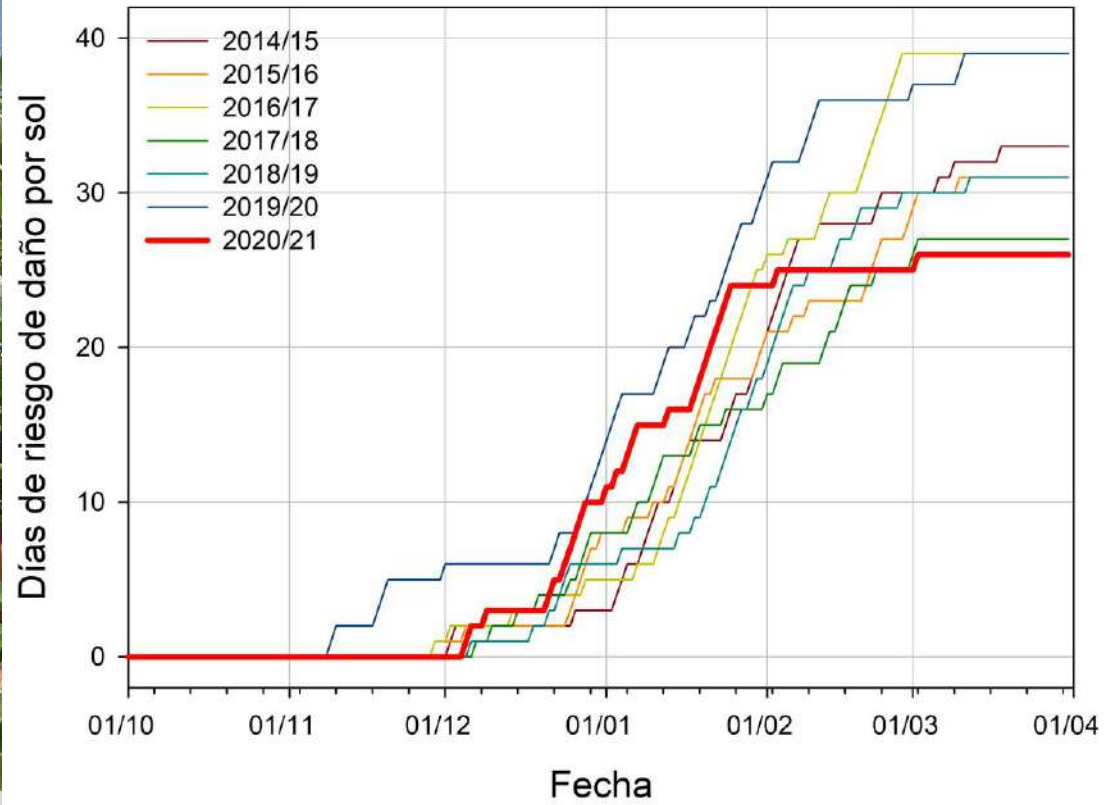
ESTRÉS ESTIVAL

EFFECTO DE ALTA RS, T, BAJA HR



- › Exceso de energía: calor radiativo por exposición solar directa y calor por advección desde la masa de aire circundante.
- › Síntoma aparece con temperatura de la superficie del fruto (TSF) ≥ 45 °C.
- › Cae eficiencia fotosintética cuando la TSF sobrepasa los 42 °C más de dos horas.
- › TSF expuesto al sol es 12-15 °C mayor que la T° del aire.
- › Equivalente a 5 horas continuas con T° aire sobre 29 °C.

ESTRÉS ESTIVAL



MALFORMACIÓN FRUTOS

En cerezos la diferenciación floral ocurre en verano, a partir de ≈ 100 DDPF.

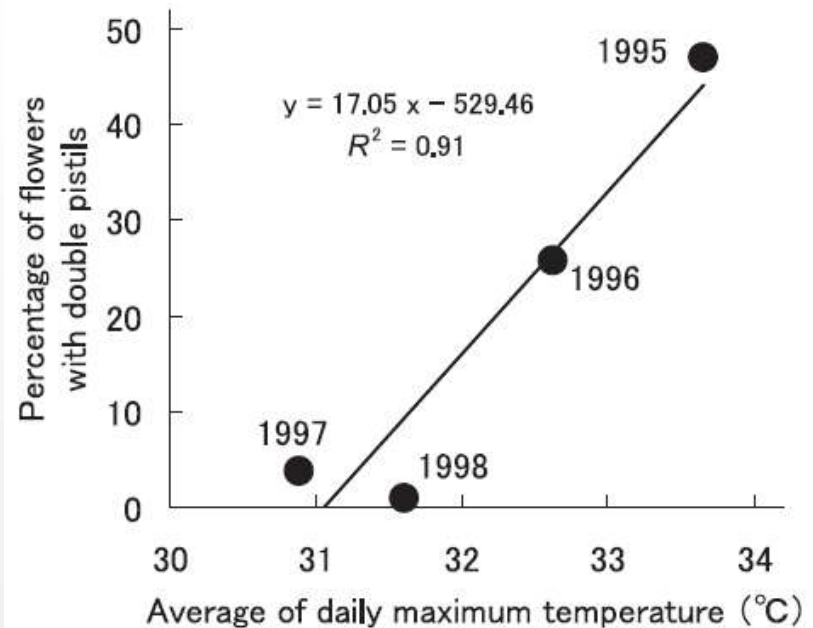
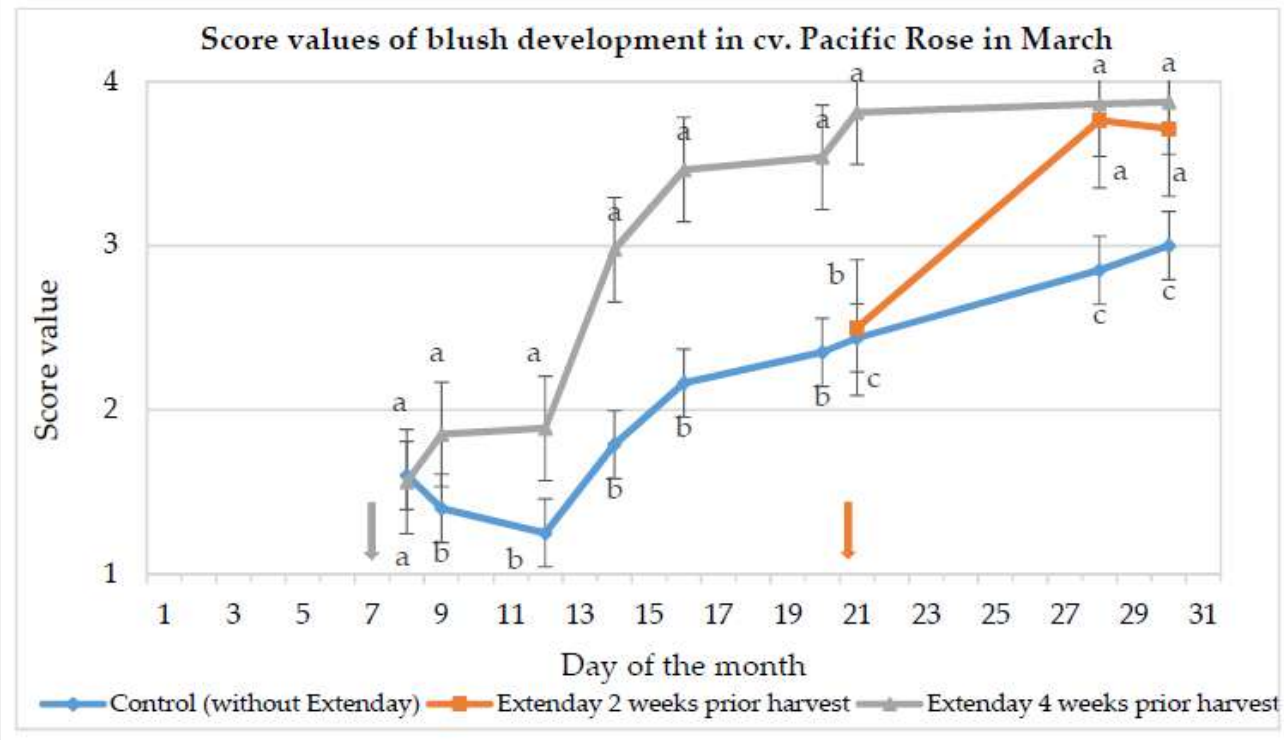


Fig. 3. Relationship between temperature from July 15 to August 14 and the frequency of double pistils in buds of 'Satohnishiki' sweet cherry trees grown in the research field of Kagawa University (Beppu, 2000).

Beppu y Kataoka, 2011.

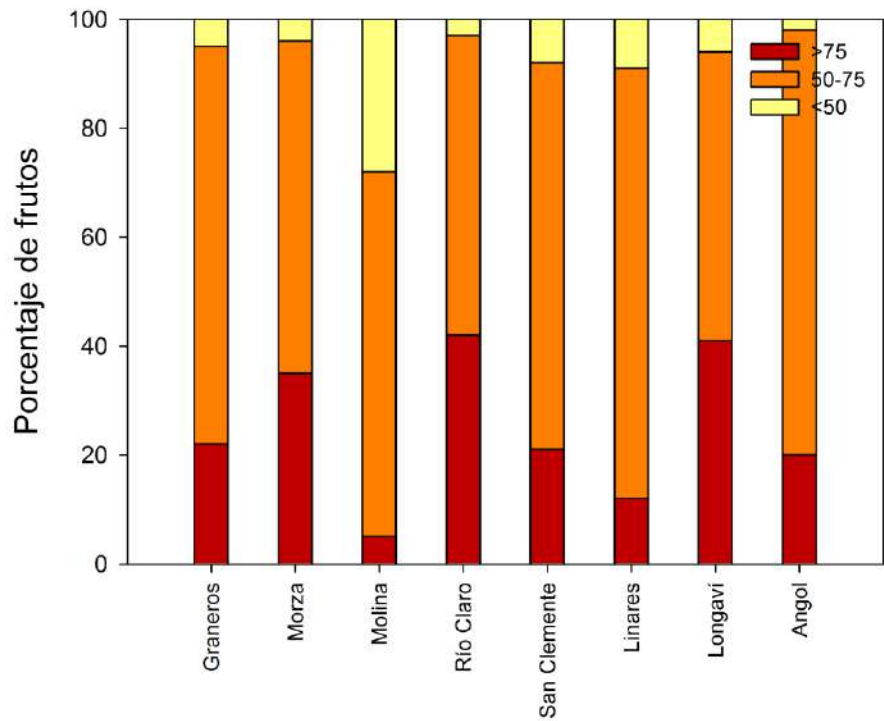
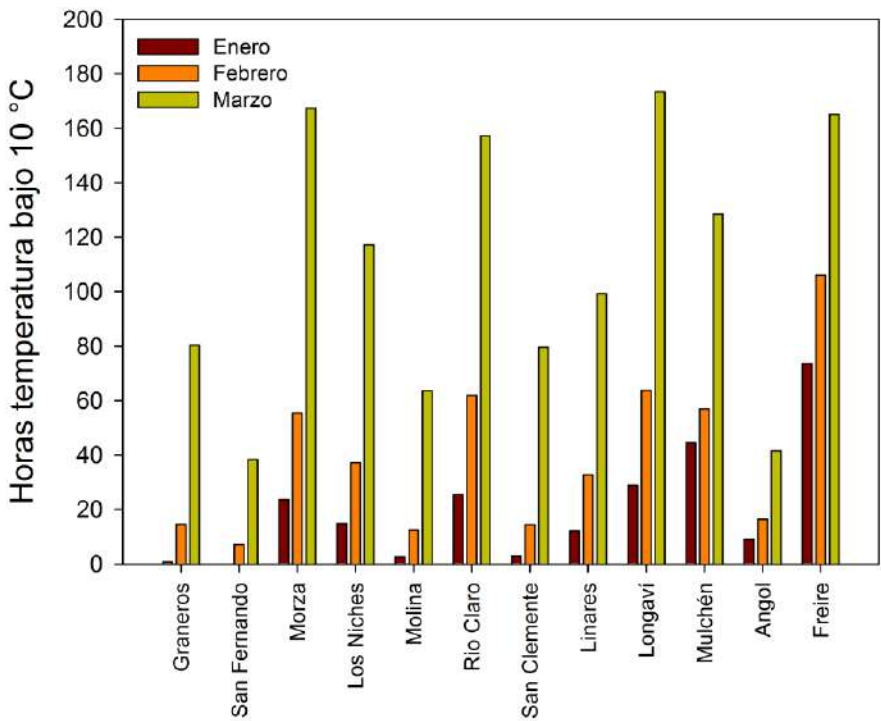
DESARROLLO DE COLOR

- › Exposición a radiación solar (PAR y UVB).
- › Bajas temperaturas nocturnas y altas diurnas.



Funke y Blanke, 2021.

DESARROLLO DE COLOR



INFORMACIÓN DE CONSULTA EN INTERNET

<https://www.agromet.cl/>

<http://www.agroclima.cl/>

<https://plataformaikaros.cl/>

<https://web.inia.cl/agroinformatica/plas/>



← → ↻ No es seguro | pomaceas.otalca.cl/publicaciones/publicaciones/ ☆ ⚙

**CENTRO DE POMACEAS**
UNIVERSIDAD DE TALCA - CHILE

 UNIVERSIDAD DE TALCA



HOME | CONTACTO

QUÉNES SOMOS | NUESTRAS INSTALACIONES | INVESTIGACIÓN | PROYECTOS | PUBLICACIONES | SEMINARIOS | SERVICIOS

CENTRO DE POMACEAS | PUBLICACIONES | ARTÍCULOS

ARTÍCULOS

"Más de un centenar de publicaciones, nacionales e internacionales, han participado como autores o coautores integrantes del CP"

AÑO 2020

139. Sánchez-Contreras, J., Palma, M. y Yuri, J.A. 2020. Más que protección. Revista Mundoagro 130: 36-43.
[Ver artículo](#)

138. Sánchez-Contreras, J., Palma, M., Simeone, D., Fuentes, M., Sepúlveda, A. y Yuri, J.A. 2020. Comportamiento del cerezo bajo macrotúnel. Red Agrícola 113: 32-35.
[Ver artículo](#)

137. Sepúlveda, A. y Arenas, L. Consideraciones sobre el receso en frutales. Red Agrícola. 113: 82-83.

BOLETÍN TÉCNICO

**Polinización en huertos de cerezos**
Octubre 2020 | Nº 113
[VER BOLETÍN](#)
[LEER ANTERIORES](#)

INGRESA TUS DATOS PARA RECIBIR NOVEDADES  **SUSCRÍBETE**

INFORMES CLIMÁTICOS

**Estrés ambiental y producción frutal**
Temporada 2020/2021
Nr. 54, Diciembre 2020
Laboratorio de Ecofisiología Frutal
[LEER](#)

OTROS DOCUMENTOS

 **MEMORIA 20 años**
CENTRO DE POMACEAS - UTAICA

 **PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRAS**

Boletines técnicos, informativos y últimos artículos publicados en sitio web del CP
<http://pomaceas.otalca.cl/>