

**E. Tersoglio, G. Naranjo**

**IDENTIFICACIÓN DEL INICIO DE LA ECODORMANCIA EN CEREZO  
VARIEDAD "BING"**

Separata ITEA

INFORMACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA AGRARIA, VOL. **105** N.º 4 (272-281), 2009

## Identificación del inicio de la ecodormancia en cerezo variedad "Bing"

E. Tersoglio, G. Naranjo

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA, Dirección San Martín 3.853 Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina. CC3 CP 5507. E-mail: etersoglio@mendoza.inta.gov.ar

### Resumen

La endodormancia es la incapacidad de la planta de iniciar la brotación aún con temperaturas favorables. Mientras que en la ecodormancia la falta de brotación es experimentada sólo cuando las temperaturas son desfavorables para el crecimiento. Tanto el frío, como el calor tienen efecto acumulativo y se miden en unidades de frío Utah modificado (UFUM) y en unidades de calor, Horas Grados Centígrados de Crecimiento (GDH°C). Establecer la entrada en ecodormancia permite determinar los requerimientos de GDH°C. El estudio se realizó en dos localidades diferentes durante tres años y tiene como objetivo establecer las necesidades de frío de la endodormancia y los requerimientos de frío y de calor de la ecodormancia. Se observó que con más de 677 UFUM las yemas de la variedad 'Bing' brotan con cantidades medias de calor. El efecto de las unidades de calor y de frío sobre la brotación sigue la ley de Arrhenius. El modelo doble exponencial seleccionado explica convenientemente el efecto interacción frío-calor sobre la brotación. Además permite determinar con mayor certeza el límite, a partir del cual, los tejidos son sensibles a los productos reemplazantes de frío, permitiendo evaluar sus efectos con una base eco-fisiológica más sólida.

**Palabras clave:** Endodormancia, Ecodormancia, Requerimientos de Frío, Requerimientos de Calor, Cerezo.

### Summary

#### Identification of the beginning of the ecodormancy in "Bing" sweet cherry variety

The endodormancy is the tree inability to restart budbreak even with moderate temperatures. Meanwhile in the ecodormancy the lack of budbreak is observed only when temperatures are not favorable for growing. Both, the chill and the heat, have cumulative effect. They are measured in modified Utah Chill Units (UFUM) and Growing Degree Centigrade Hours (GDH°C) respectively. The ecodormancy beginning allows setting up the GDH°C requirements. This study was carried out in two locations and during three years. The objective was: to determine the endodormancy chilling requirements and ecodormancy chilling and heat necessities. It was observed that with more than 677 UFUM the buds of "Bing" variety were sensitive to middle amount of heat. The UFUM and GDH°C effect on budbreak follows the Arrhenius law. The double exponential mathematical model selected explains conveniently the heat-cold effect on budbreak. It also allows determining when vegetative tissue begins to be sensitive to chemical products that replaces chill unit and allow assessing their effects with a more solid ecophysiological base.

**Key words:** Endodormancy, Ecodormancy, Chill Requirement, Heat Requirement, Sweet Cherry.

## Introducción

Según Lang *et al.* (1987) la dormición es una suspensión temporal del crecimiento visible de las estructuras de la planta que poseen meristemas. En consecuencia queda determinado que tanto el crecimiento como el desarrollo se reduce o detiene y que además es posible reiniciar la actividad meristemática. En la dormición se diferencian tres etapas. La paradormancia que no necesita frío y se inicia durante la estación de crecimiento. La endodormancia que se inicia después de la abscisión de las hojas y sólo es superada por la exposición a bajas temperaturas se caracteriza por la ausencia de brotación, aún con suficiente acumulación de calor. La ecodormancia se inicia una vez cumplida parte de las necesidades de frío y comienza el efecto de interacción frío-calor sobre la brotación. Las yemas adquieren gradualmente la capacidad de reasumir el crecimiento a medida que reciben cierta cantidad de calor y captando, simultáneamente, el estímulo del frío (Richardson *et al.*, 1974; Couvillon y Erez, 1985; Couvillon, 1995; Faust *et al.*, 1995; Faust *et al.*, 1997; Egea *et al.*, 2003; Tersoglio *et al.*, 2006).

El frío por sí mismo, no provoca brotación, sino que sólo "sensibiliza" los tejidos permitiendo captar el calor.

Fishman *et al.* (1987a y b), elaboraron un modelo experimental, con el objeto de explicar el proceso de cumplimiento de los requerimientos de frío. El mismo se fundamenta en que la velocidad de formación de los inhibidores de la dormancia dependen exponencialmente de la temperatura y que este proceso sigue la ley de "Arrhenius". Además establecieron que un incremento de la temperatura por encima de un máximo provoca la reversibilidad del proceso. El sistema establece que la unidad de medición se denomina "porción de frío" (PF) (Fishman *et al.*, 1987a y b; Erez *et al.*, 1990; Erez y Fishman, 1998).

Existe cierta similitud entre la metodología del cálculo de las PF y el de las unidades de frío (UF) ya que ambas consideran que el fenómeno puede ser revertido por el calor (Fishman *et al.*, 1987a y b; Seedley, 1996; UC Fruit & Nut Reserch Information Center, 2006).

El calor también tiene efecto acumulativo y se mide en unidades de calor (GDH°C). Estas se definen como la sumatoria de las temperaturas horarias entre 4,5°C y 25°C. Por encima 36°C no hay acumulación. El método considera que el efecto del calor no es reversible (Richardson *et al.*, 1986).

Generalmente los esfuerzos fueron orientados hacia la determinación del total de los requerimientos de frío. Pero la bibliografía es escasa en información relacionada con los requerimientos de calor de la ecodormancia y menor aún con los requerimientos de frío de la endodormancia. (Couvillon, 1995; Egea *et al.*, 2003).

Desde el punto de vista de la dormición, las yemas de la planta poseen un grado variable de inhibición y por lo tanto el nivel de dormancia de todo huerto, se estima mediante de la media poblacional. Es por ello que los límites entre ambas fases no son netos, sino progresivos y por lo tanto la identificación del límite entre endodormancia y ecodormancia presenta dificultades (Richardson *et al.*, 1974; Lang *et al.*, 1987; Faust *et al.*, 1997; Citadin *et al.*, 2001; Dennis, 2003).

Desde el punto de vista del frío ambos conceptos, endodormancia y ecodormancia, son complementarios ya que su adición constituye la totalidad del requerimiento, la dormancia. El establecimiento del límite entre ambas etapas afecta directamente la acumulación posterior de los GDH°C. Ello se debe a que un retraso en el inicio de la ecodormancia (inicio de la acumulación de GDH°C) aumenta las UF de la endodormancia y en consecuencia reduce las UF y las GDH°C de la ecodormancia y viceversa (Egea

et al., 2003). El comienzo de la ecodormancia puede ser identificado a través del inicio de la brotación. Pero para que ella se manifieste es necesario una cantidad de calor mínima que debe ser preestablecida.

Existen numerosos trabajos que determinan los requerimientos de toda la dormancia pero son escasos aquellos que los discriminan en endodormancia y ecodormancia (Mielke y Dennis, 1975; Shaltout y Unrath, 1983; Werner et al., 1988; Ramina et al., 1995; Mahmood et al., 2000; Egea et al., 2003; Cortéz y Gratacós, 2008).

El presente trabajo tiene como objetivo establecer las necesidades de frío de la endodormancia y los requerimientos de frío y de calor de la ecodormancia en yemas vegetativas de cerezos de la variedad 'Bing'.

## Material y método

Los estudios se realizaron con materiales extraídos de plantas de 12 años de edad de la variedad 'Bing' sobre portainjerto *Prunus mahaleb* L. de dos cultivos ubicados en el departamento Luján de Cuyo, Mendoza en los distritos Carrodilla (33° de LS y 950msnm) y Las Compuertas (33°LS y 1.100msnm). Ambas localidades poseen UFUM y GDH°C diferentes debido a la diferencia de altitud.

Se midió el efecto que producen diferentes cantidades de UFUM y de GDH°C sobre la brotación. Los ensayos se realizaron sobre dos clases de materiales aquellos que recibieron UFUM y GDH°C en condiciones controladas y los de campo. El primero recibió frío de heladera y calor sólo en los túneles de forzado, mientras que el segundo tomó frío y calor, de campo y de invernáculo.

Los materiales expuestos a condiciones controladas fueron estudiados en los años 2006 y 2007 provenientes del departamento de Carro-

dilla. Mientras que los materiales expuestos a condiciones de campo fueron estudiados 2.005-2.006-2.007 procedentes de Carrodilla y Las Compuertas.

Los materiales utilizados fueron ramas agostadas de 1 año de 30-50 cm de longitud. Cumplidas las UFUM, los materiales recibieron los GDH°C en túneles situados en un invernáculo con ventilación forzada y refrigeración evaporativa. Dentro de cada túnel se colocaron pequeñas cámaras envueltas en polietileno de 100 µ de espesor y dentro de ellas los vasos con 100 ml de solución de sacarosa 3%, Carbendazim 1,50 g l<sup>-1</sup> a pH 4 con ácido cítrico. En cada uno de los 5 vasos (bloque/repetición), se colocaron 4 brindillas identificadas (unidad experimental), clasificadas por su diámetro basal en menores de 8 mm, entre 8 y 12 mm y mayores de 12 mm. Las mismas fueron pulverizadas periódicamente con Captan 2,50 g l<sup>-1</sup>.

La temperatura de las cámaras osciló entre 18° y 22°C, la humedad relativa fue del 100% y el fotoperiodo de 16 h con un flujo fotónico fotosintético mínimo de 52 µEm<sup>-2</sup>s<sup>-2</sup> (Faust et al., 1995).

El método utilizado para medir el efecto del frío invernal sobre la brotación es el de unidades de frío Utah modificado (UFUM) por la UC Davis (Seedley, 1996; UC Fruit & Nut Reserch Information Center, 2006; Tersoglio y Naranjo, 2007).

El comienzo de la endodormancia, corresponde al inicio del conteo de UFUM, que se realiza cuando la caída de las hojas alcanzó el 50% (Richardson, 1975; Couvillon, 1995; Ramina et al., 1995; Faust et al., 1997). Durante la ecodormancia el calor fue medido en GDH°C (Richardson et al., 1986).

El inicio de la brotación es considerado cuando el 10% de las yemas alcanzan el estado de punta verde (Baggiolini, 1952; Seif y Gruppe, 1985; Ballard, 1986; Upov, 1995; Vallejo et al., 2002).

En ambos estudios, los tratamientos aplicados fueron combinaciones crecientes de UFUM y de GDH°C.

El análisis de las brotaciones obtenidas de materiales expuestos a condiciones controladas de UFUM y GDH°C permiten calcular las UFUM necesarias para iniciar la ecodormancia con un 10% de brotación. Los materiales fueron expuestos a temperatura constante de 4,5°C. A cada tratamiento primero se aplicó 0; 242; 473; 650; 713; 886; 1.106 y 1.274 UFUM. Luego las brindillas de cada tratamiento recibieron un forzado a una temperatura media de 20°C lo que correspondió a 2.622; 4.156; 5.336 y 7.031 GDH°C. Luego se evaluó la proporción de yemas brotadas en cada tratamiento.

Las brotaciones observadas en los materiales expuestos a condiciones ambientales de campo permitieron calcular la relación UFUM-GDH°C-% brotación en condiciones naturales, posibilitando la validación del mismo. Para ello, en ambas localidades y en los años 2.005-2.006-2.007, se evaluó el porcentaje de brotación de brindillas que fueron expuestas entre 0 a 1.450 UFUM y entre 432 y 14.259 GDH°C.

El diseño experimental utilizado fue el de bloque completamente aleatorizados. La prueba de comparación múltiple de medias utilizada fue Tukey. Los datos fueron analizados y graficados mediante Infostat, TableCurve 3D.

## Resultados

Modelo matemático UFUM-GDH°C-% obtenido con materiales expuestos a condiciones controladas

Luego de superado el umbral de frío, se observó un incremento en la brotación debido tanto al aumento de UFUM como al

de GDH°C (interacción frío-calor). La tabla 1 y la figura 1 muestran que las aplicaciones iniciales entre 0 y 650 UFUM no indujeron brotación con la aplicación de 5.336 GDH°C. Sin embargo, luego de recibir la misma cantidad de calor, pero con 713 UFUM, hubo inicio de actividad meristemática. A partir de las 713 UFUM se observa la misma brotación, con mayor UFUM pero con menor requerimiento de calor. Cuando el frío recibido se acercó al máximo, a igual cantidad de calor, la brotación fue cercana al 90%.

La tabla 1 indica que en algún punto, situado entre los 650 y 713 UFUM las yemas comienzan a adquirir capacidad de brotar y se inicia la interacción frío-calor.

La tabla 1 y figura 1 mostraron que aún con elevadas cantidades de frío, 1.106 a 1.274 UFUM, pero con poco calor, 2.622 GDH°C, las yemas no brotaron. Ello indica que también existe un valor mínimo o "umbral de calor" a partir del cual es posible observar brotación. En tal sentido la tabla 1 indica que con 713 UFUM, se inicia la brotación cuando los GDH°C recibidos oscilan entre 4.156 y 5.330.

De modo tal que el inicio de la brotación estará dado por los umbrales térmicos de frío y de calor, en algún punto de la relación UFUM-GDH°C cuyos límites serán 650-713 y 4.156-5.330 para las unidades de frío y de calor respectivamente (Erez *et al.*, 1971; Werner *et al.*, 1988; Tersoglio *et al.*, 2006).

Para estimar las cantidades de UFUM y de GDH°C necesarias para producir inicio de brotación, los datos observados se ajustaron, mediante regresión a un modelo matemático doble exponencial cuyo plano de respuesta muestra las brotaciones medias estimadas para las posibles combinaciones estudiadas de frío y de calor.

Tabla 1. Efecto interacción UFUM-GDH°C-% brotación en yemas expuestas a condiciones controladas, variedad "Bing"  
 Table 1. Effect of UFUM-GDH°C-% budbreak on buds exposed to controlled condition, cherry "Bing" cultivar

UFUM	Unidad	GDH°C	Brotación (%)
0			0
242			0
473			0
650			0,71
713			15,55
886			23,89
1.106			78,36
1.274			87,8
		2.622	2,76
		4.156	12,99
		5.336	30,48
		7.031	76,5
0		7.031	0 a
242		5.336	0 a
242		7.031	0 a
473		4.156	0 a
473		5.336	0 a
473		7.031	0 a
650		4.156	0,71 a
650		5.336	0,71 a
713		2.622	0 a
713		4.156	1,1 a
886		2.622	4,44 a
886		4.156	9,17 a
1.106		2.622	2,08 a
1.274		2.622	2,82 a
713		5.336	20,82 b
1.106		4.156	24,27 bc
886		5.336	32,8 bc
713		7.031	40,28 cd
1.274		4.156	46,52 d
886		7.031	74,4 d
1.106		5.336	79,72 e
1.274		5.336	88,61 e

Valores dentro de la columna seguidos por la misma letra no son estadísticamente significativos a nivel de  $P \leq 0,05$ .

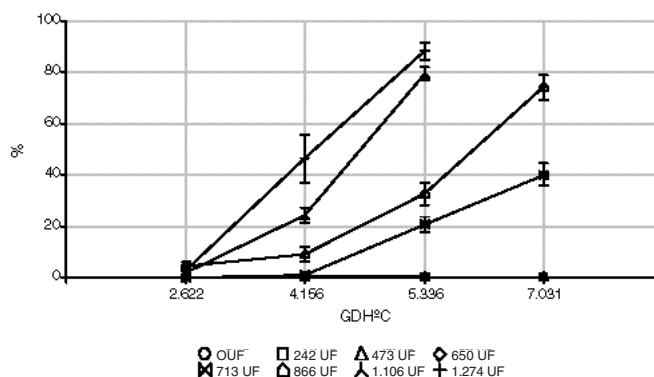


Figura 1. Porcentaje de brotación según UFUM y GDH°C en yemas expuestas a condiciones controladas, variedad "Bing".  
 Figure 1. Budbreak percentage according to UFUM and GDH°C on buds exposed to controlled condition "Bing" variety.

La tabla 2 muestra el modelo y los correspondientes estadígrafos de bondad de ajuste, indicando que siguen la Ley de Arrhenius. El modelo seleccionado muestra interacción, ya que se trata del producto de exponenciales que consideran la acumulación de los efectos ponderados del frío y del calor. También el modelo indica que existe aditividad, ya su resultado es un producto de –ambas exponenciales– que poseen la misma base y por lo tanto sus exponentes pueden ser adicionados (Fishman *et al.*, 1987a y 1987b; Erez *et al.*, 1990 y Erez y Fishman, 1998).

La figura 2 muestra un plano de respuesta que representa el modelo matemático seleccionado. La figura muestra dos fases. La primera en la cual hay ausencia de brotación, cualquiera sea el calor aplicado, satis-

faciendo la definición de endodormancia. La segunda en la cual aparece el "efecto interacción" UFUM-GDH°C ya que es posible obtener el mismo nivel de brotación con diferentes cantidades de frío y de calor, pero además un "efecto aditivo" ya que a mayor frío y calor aplicado le corresponde mayor brotación, todo lo cual conforma la definición de ecodormancia.

Si bien el inicio de la brotación se encuentra en algún punto entre los límites 650-713 y 4.156-5.330 para las unidades de frío y de calor respectivamente, son suficientes 5.336 GDH°C (tabla 1) para alcanzar más del 10% de brotación. Por lo tanto puede ser fijado en 5.336 el valor de GDH°C para calcular las UFUM necesarias para lograr el 10% de brotación. Con el modelo (tabla 2) se calculó la

Tabla 2. Modelos de ajuste UFUM-GDH°C- porcentaje de brotación, variedad "Bing"  
 Table 2. Fitting model UFUM-GDH°C- budbreak percentage, "Bing" variety

Modelo UF-GDH°C porcentaje de brotación	Valor P <sub>modelo</sub>	R <sup>2</sup>	EE			
			a	b	c	d
% de brotación = -8,145 + 0,140 · e <sup>(-UFUM / -337,83)</sup> · e <sup>(-GDH°C / -1861,89)</sup>	0,000	0,85	3,1	0,09	34	197

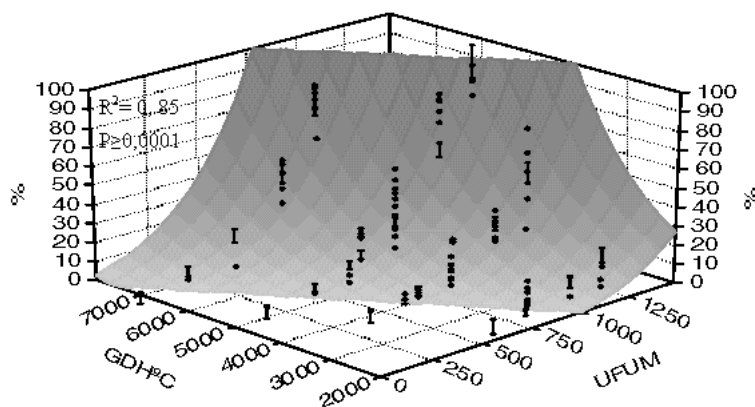


Figura 2. Efecto de la interacción de las UFUM-GDH°C-porcentaje de brotación en materiales en condiciones controladas, variedad "Bing".

Figure 2. Interaction effect of the UFUM-GDH°C-budbreak percentage on materials exposed to controlled condition, "Bing" variety.

cantidad de UFUM para obtener 10% de brotación. Aplicando el modelo, se estima que son necesarias 677 UFUM para iniciar la ecodormancia (10% de brotación) luego de recibir 5.336 GDH°C.

Validación del modelo con datos provenientes de materiales expuestos a condiciones de campo

La tabla 3 muestra los estadígrafos que definen la calidad de ajuste del modelo UFUM-GDH°C-%. El modelo obtenido es un doble exponencial cuyas GDH°C fueron adicionadas a partir de las 677 UFUM. La tabla 3 indi-

ca que el modelo posee un valor  $P \leq 0.001$  y que el 79% de la variabilidad observada en los datos es explicada por los valores estimados por el modelo. El modelo calculado responde a la ley de Arrhenius, ya que la brotación es exponencialmente proporcional a las UFUM y a las GDH°C.

La tabla 4 muestra el efecto de las zonas y de los años sobre la relación UFUM-GDH°C-% de brotación. La misma establece que no existen diferencias entre los datos aportados por las diferentes zonas indicando que el cálculo de las UFUM y de las GDH°C "absorben" su variabilidad. Mientras que el efecto "año" aporta información al modelo, sugi-

Tabla 3. Modelos de ajuste UFUM-GDH°C-porcentaje de brotación en materiales expuestos a condiciones de campo, variedad "Bing"

Table 3. Fitting model UFUM-GDH°C-budbreak percentage on materials exposed to field conditions, "Bing" cultivar

Modelo UFUM-GDH°C porcentaje de brotación	Valor $P_{\text{modelo}}$	$R^2$	EE			
			a	b	c	d
$-39,75+22,84.e^{(UFUM/-2861,33)}.e^{(GDH°C/-9557,52)}$	< 0,001	0,79	8	6	565	1.073



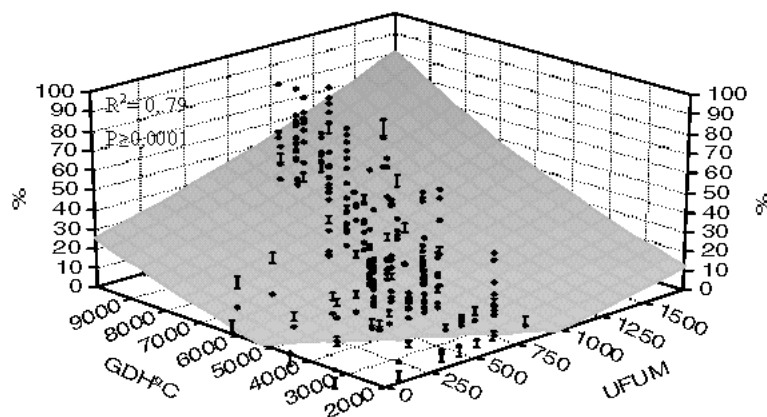


Figura 3. Efecto medio de las UFUM-GDH°C sobre la brotación de yemas vegetativas de la variedad "Bing" durante la dormancia experimentada a campo.

Figure 3. Average effect of UFUM-GDH°C on vegetative budbreak of "Bing" variety during field dormancy.

Tabla 4. Efecto año y zona de producción sobre la brotación de la variedad "Bing"  
Table 4. Effect of the year and farm location on budbreak of cherry "Bing" cultivar

Efecto	Descripción	Brotación (%)
Año	2.005	15,34a
	2.006	20,36b
	2.007	34,47c
Zona	Compuertas	27,26a
	Carrodilla	29,27a

Valores dentro de la columna seguidos por la misma letra no son estadísticamente significativos a nivel  $P \leq 0,01$ .

riendo que tal inestabilidad puede deberse al particular perfil climático de cada año o a diferencias entre el grado de dormición inicial de las yemas (Mendenhall *et al.*, 1995; Tersoglio *et al.*, 2006; Tersoglio y Naranjo, 2007).

A partir del modelo de la tabla 3 se calcula que el porcentaje de brotación obtenido con 677 UFUM y 5.336 GDH°C es del 10,8% valor que difiere sólo ligeramente del resultado esperado (10%).

## Discusión

La brotación de las yemas de cerezos requiere primero el cumplimiento de un mínimo de UFUM para luego depender de la interacción UFUM-GDH°C. Estos resultados son consistentes con los de otros trabajos (Richardson *et al.*, 1974; Couvillon, 1995; Erez, 1995; Faust *et al.*, 1997; Tersoglio *et al.*, 2006).

El modelo utilizado estima convenientemente el comportamiento poblacional de la

brotación de las yemas, identificando adecuadamente el requerimiento de frío del inicio de la ecodormancia. Los resultados obtenidos indican que, tanto en condiciones controladas como de campo, el modelo de brotación sigue un comportamiento doble exponencial semejante al propuesto por Fishman *et al.* (1987a y 1987b). Ambos modelos indican que la entrada en la ecodormancia se produce una vez alcanzados aproximadamente 677 UFUM para una cantidad fijada en 5.336 GDH°C.

Para superar la fase de endodormancia la única forma es mediante la aplicación de frío. Por lo tanto, el establecimiento de esa mínima cantidad de frío necesaria permitirá determinar el límite, a partir del cual, los tejidos son "sensibles" a productos reemplazantes de frío como la cianamida hidrogenada lo cual permitirá evaluar sus efectos y eventuales recomendaciones con una base ecofisiológica más sólida (Lang *et al.*, 1987; Faust *et al.*, 1997).

## Bibliografía

- Baggiolini A, 1952. Les estades reperés dans le developpment annuel de la vigne et leur utilization pratique. Station fed Essais agric. Lousanne (Switzerland) Publ. 12. p.3.
- Ballard J, 1986. Cherries. Critical temperatures for blossom buds. Washington State University Cooperative Extension. Bulletin 1128.
- Citadin I, MCB Raseira and FG Herter, 2001. Heat requirement for blooming and leafing in Peach. HortScience 36(2): 305-307.
- Cortés A, Gratacós E, 2008. Chilling requirement of ten sweet cherry cultivars in a mild winter location in Chile. Acta Hort. (ISHS) 795: 457-462.
- Couvillon G, 1995. Temperature and stress effects on rest in fruit trees: a review. Acta Hort. 395: 11-19.
- Couvillon GA, Erez A, 1985. Effect of level and duration of high temperature on rest in the peach. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110: 579-581.
- Dennis FG, 2003. Problems in standardizing Methods for evaluating the chilling requirements for the breaking of dormancy in buds of woody plants. HortScience 38(3): 347-350.
- Egea J, Ortega E, Martinez P, Dicenta F, 2003. Chilling and heat requirement of almond cultivars for flowering. Environmental and Experimental Botany 50: 79-85.
- Erez A, 1995. Means to compensate for insufficient chilling to improve bloom and leafing. Acta Hort. 395: 81-95.
- Erez A, Fishman S, 1998. The dynamic model for chilling evaluation in peach buds. Acta Hort. 465: 507-510.
- Erez A, Fishman S, Lindley-Noakes G, 1990. The Dinamic Model for rest completion in peach buds. Acta Horticulturae 276: 165-174.
- Erez A, Lavee S, Samish RM, 1971. Improved methods for breaking rest in the peach and other deciduous fruit species. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96(4): 519-522.
- Faust M, Erez A, Rowland L, Wang S, Norman H, 1997. Bud dormancy in perennial fruit trees: physiological basis for dormancy induction, maintenance and release. HortScience 32(4): 623-629.
- Faust M, Liu D, Wang S, Stutte G, 1995. Involvement of apical winter dormancy of apple buds. Acta Horticulturae 395: 47-56.
- Fishman S, Erez A, Couvillon GA, 1987a. The temperature dependence of dormancy breaking in plants: Two steps model involving cooperative transitions. J. Theor. Biol. 124: 473-483.
- Fishman S, Erez A, Couvillon GA, 1987b. The temperature dependence of dormancy breaking in plants: Computer simulation of process studied under controlled temperatures. J. Theor. Biol. 126: 309-322.
- Lang GA, Early JD, Martin GC, Darnell RL, 1987. Endo-, para-, and eco-dormancy physiological

- terminology and classification for dormancy research. *HortScience* 22: 371-377.
- Mahmood K, Carew J, Hadley P, Battey N, 2000. The effect of chilling and post-chilling temperatures on growth and flowering of sweet cherry. *J. Hort. Sci. Biotech.* 75(5): 598-601.
- Mendenhall W, Sincich T, 1995. *Statistics for engineering and the sciences*. Fourth edition. New Jersey, Prentice hall. (741-749) p 787.
- Mielke EA, Dennis FG, 1975 Hormonal control of flower bud dormancy in sour cherry (*Prunus cerasus* L.). II. Levels of Abscisic Acid and its water soluble complex *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100(3): 287-290.
- Ramina A, Colauzzi M, Masia A, Pitacco A, Caruso T, Messina R, Scalabrelli G, 1995. Hormonal and climatological aspects of dormancy in peach buds. *Acta Hort.* 395: 35-46.
- Richardson E, 1975. Comments on a model for estimating the completion of rest for Red Haven and Elberta peach trees. *HortScience* 10(6): 559-562.
- Richardson EA, Anderson JL, Campbell RH, 1986. The omnidata biophenometer (TA45-P): A chill unit growing degree hour accumulator. *Acta Hort.* 184: 95-100.
- Richardson E, Seeley SD, Walter DR, 1974. A model for estimating the completion of rest for "Red-haven" and "Elberta" Peach Trees. *HortScience* 9(4): 331-332.
- Schmidt H, Vittrup-Christensen J, Watkins R, Smith RA, 1985. *Cherry Descriptors*. IBPGR 85/37. ECSC, EEC, EAEC, Brussels, Luxemburg and International Board for plant Genetic Resources, Rome. Italy. 28p.
- Seeley SD, 1996. Modelling climatic regulation of bud dormancy. P361-376 En: Lang GL (Ed.) *Plant Dormancy: Physiology, biochemistry, and molecular biology*. CAB Int. Wallingford, Oxon, UK.
- Seif S, Gruppe W, 1985. Chilling requirements of sweet cherries (*Prunus avium*) and interspecific cherry hybrids. *Acta Hort.* 169: 289-294.
- Shaltout AD, Unrath CR, 1983. Rest completion prediction model for Starkrimson Delicious Apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108: 957-961.
- Tersoglio E, Naranjo G, Rivero L, Quiroga M, 2006. Requerimientos de frío invernal y de calor en variedades de cerezos. *ITEA* 102 (3): 251-259.
- Tersoglio E, Naranjo G, 2007. Características del frío invernal de las zonas productoras de cerezas de la provincia de Mendoza, Argentina. Parte I. *ITEA* 103(4): 186-197.
- UC Fruit & Nut Reserch Information Center, 2006. About chilling unit, hours and portions. University of California. Disponible: <http://fruit-sandnuts.ucdavis/weather/aboutchilling.shtm> (consulta 2007).
- UPOV, 1995. Guidelines for the conduct of test for distinctness uniformity and stability. Cherry. TG/35/7 Union Internationale pour la Protection des obtentions Végétales. Switzerland, 25p.
- UPOV. 2006. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. [www.upov.int/es/publications/tg-rom/tg035/tg-35-7.pdf](http://www.upov.int/es/publications/tg-rom/tg035/tg-35-7.pdf)
- Vallejo V, Mestre J, Roca M, 2002. Organografía y fenología de frutales. Depart. de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería. Univ. de Lleida. <http://www.fruticultura.udl.es/fenologia/cer.htm>.
- Werner D, Mowrey B, Young E, 1988. Chilling requirement and post-rest heat accumulation as related to difference in time of bloom between peach and western san cherry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113: 775-778.

(Aceptado para publicación el 21 de julio de 2009)