

E. Tersoglio, G. Naranjo, O. Quiroga y N. Setien

**IDENTIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES DE INICIO DE LA ECOLATENCIA
DE CEREZOS VARIEDADES: BROOKS, NEW STAR, GARNET Y STELLA**

Separata ITEA

INFORMACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA AGRARIA, VOL. **108** N.º 2 (131-147), 2012

Identificación de las condiciones de inicio de la ecolatencia de cerezos variedades: Brooks, New Star, Garnet y Stella

E. Tersoglio^{1*}, G. Naranjo*, O. Quiroga y N. Setien

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA. Dirección San Martín 3.853 Luján de Cuyo, Mendoza. Argentina. CC3 CP 5507

Resumen

Cumplidos los requerimientos de frío de la endolatenencia aparece el efecto interacción frío-calor, iniciando la ecolatenencia, en la que las yemas adquieren gradualmente capacidad de brotar. Las necesidades de frío de ambas etapas son complementarias y su adición constituye la totalidad del requerimiento de la latencia. Para estudiar el requerimiento de frío de la endolatenencia se mide el efecto que producen cantidades crecientes de unidades de frío Utah modificado (UFUM) con reducidas cantidades de calor expresado en grados de crecimiento horario (GDH°C) sobre la brotación en yemas vegetativas de las variedades Brooks, New Star, Garnet y Stella. Los ensayos se realizan en materiales que reciben UFUM en condiciones controladas y de campo y las GDH°C en condiciones de campo e invernáculo. Los modelos estimaron convenientemente el comportamiento de la brotación. Los requerimientos de la endolatenencia son: 355, 530, 469 y 736 UFUM, mientras que los de la ecolatenencia son: 460, 480, 370 y 560 para las variedades Brooks, New Star, Garnet y Stella respectivamente. Debido a la interacción frío-calor de la ecolatenencia, los requerimientos varían con la variedad y la disponibilidad de frío invernal y de calor primaveral. Durante la ecolatenencia cuando se incrementa sólo el calor, generalmente se logra una mayor respuesta de brotación que en aquellas en las que incrementa sólo el frío (Brooks, New Star y Stella). Otras variedades como Garnet su efecto es más balanceado. Entre las variedades en estudio los requerimientos de endolatenencia poseen mayor variabilidad que los de la ecolatenencia.

Palabras clave: Endolatenencia, requerimientos de frío, requerimientos de calor.

Summary

Identification of start conditions of sweet cherry ecodormancy varieties: Brooks, New Star, Garnet and Stella

Having met the chilling requirements of endodormancy, the cold-heat interaction effect appears, and the ecodormancy stage has begun. During ecodormancy, the buds gradually acquire the ability to sprout. The chill needs of both stages are complementary and their addition is the entire requirement of latency. To study the chilling requirement of endodormancy it measured the effects that produce growing quantities of chill unit Utah modified (CU) and small amounts of growing degree hours (GDH°C) on the vegetative budbreak of Brooks, New Star, Garnet and Stella varieties. The tests were performed on materials that receive UFUM under controlled and field conditions and GDH°C under field and greenhouse condition. The models conveniently estimated the behavior of budbreak. The endodormancy requirements were 355, 530, 469 and 736 and the ecodormancy requirements were 460, 480, 370 and 560

1. Autor para correspondencia: etersoglio@mendoza.inta.gov.ar

* Laboratorio de Fruticultura. EEA Mendoza INTA. CC3. (5507) Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina.

respectively for Brooks, New Star Garnet and Stella varieties. Due to cold-heat interaction at ecodormancy stage, the requirements vary with both the variety and availability of winter chill and spring heat. During the ecodormancy, when only the heat is increased, usually achieved greater budbreak response than those in which only the cold increases (Brooks, New Star and Stella). Other variety like Garnet the effect of cold-heat is more balanced. Among these varieties endodormancy requirements have greater variability than those of the ecodormancy.

Key words: Endodormancy, chill requirement, heat requirement.

Introducción

La mayor intensidad de la endolancia se alcanza durante la abscisión de las hojas y es superada por la exposición a bajas temperaturas. Se caracteriza por la ausencia de brotación, aún con suficiente acumulación de calor. Mientras que la ecolancia se inicia una vez cumplidos los requerimientos de frío de la endolancia, comenzando el efecto interacción entre el frío y el calor. En esta etapa las yemas adquieren gradualmente la capacidad de reasumir el crecimiento a medida que reciben cierta cantidad de calor pero además captan simultáneamente el estímulo del frío reduciendo las necesidades de calor (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). La transición entre ambas fases debe ser considerada superpuestas en los extremos, es decir que algunas yemas entran en ecolancia mientras que otras permanecen en endolancia. Ello se debe tanto, a la variabilidad de la intensidad de latencia en la población de yemas, como a la naturaleza cuantitativa del proceso (Lang *et al.*, 1987; Citadin *et al.*, 2001).

Los requerimientos de frío están principalmente regulados por el genoma de la variedad (Seeley, 1996), existiendo otros factores que modulan tales necesidades de modo más limitado pero que en conjunto sus efectos pueden modificar dichas necesidades. Entre ellos la bibliografía menciona, vigor vegetativo (Erez, 1995), posición de la rama, poda in-

vernal, fertilizaciones nitrogenadas (Reeder, 1978), el portainjerto (Beckman *et al.*, 1992), diferentes tipos de estrés, calor, sequía, toxicidades (Couvillon, 1995) y tipo de yema. (Scalabrelli y Couvillon 1986; Citadin *et al.*, 2001). Además, cuando la acumulación de frío es suficiente, la brotación es más uniforme, pero a bajas latitudes esta oferta es menor, las ramas crecen más tiempo afectando tales requerimientos (Erez, 2000).

Esos factores producen variabilidad sobre la relación frío-calor-brotación aún en la misma variedad y por lo tanto la estimación de las medias poblacionales presenta cierta variabilidad entre edades, años, vigor de la planta, posición en el árbol, zonas geográficas. Por ello en la práctica, se observa que el límite entre ambas fases no es neto, ni bien definido, sino paulatino, progresivo y por lo tanto su identificación presenta dificultades (Richardson *et al.*, 1974; Lang *et al.*, 1987; Faust *et al.*, 1997; Citadin *et al.*, 2001; Dennis, 2003).

Las necesidades de frío de ambas etapas son complementarias y su adición constituye la totalidad del requerimiento de la latencia Lang *et al.*, 1987; Faust *et al.*, 1997. Egea, (2003) indica que el establecimiento del límite entre ambas etapas afecta directamente la acumulación posterior de los GDH°C y que los requerimientos están influidos por la interacción frío-calor de la ecolancia. Debido a ello, para establecer el límite entre la endolancia y la ecolancia es necesario definir las condiciones de tales mediciones.

La velocidad de formación tanto de los “inhibidores de la latencia” como los “inductores de la brotación” dependen exponencialmente de la temperatura y sigue la ley de “Arrhenius” (Fishman *et al.*, 1987a y b; Erez *et al.*, 1990; Erez y Fishman, 1998). Las unidades de frío pueden ser medidas por el sistema modificado de Utah (UFUM) que considera que el efecto es acumulativo y que además puede ser revertido por el calor (Fishman *et al.*, 1987a y b; Seeley, 1996; UC Fruit & Nut Reserch Information Center, 2.006). El calor, además de interactuar con el frío, también tiene efecto acumulativo y se mide en grados de crecimiento horario (GDH°C) (Richardson *et al.*, 1986).

Tersoglio y Naranjo (2009) propusieron que cuando el frío y el calor son expresados en UFUM y en GDH°C, la brotación sigue un modelo doble exponencial semejante al propuesto por Fishman *et al.* (1987a y b).

La identificación de la entrada en ecolatencia y el correspondiente modelo matemático permite comprender el comportamiento agronómico de cada variedad. Las variedades de altos requerimientos, en años con oferta de frío insuficiente que no alcanza a satisfacer las necesidades de la endolatencia, muestran fuertes caídas de los rendimientos. La bibliografía es escasa en información relacionada con los requerimientos de frío y de calor de ambas etapas de la latencia (Couvillon, 1995; Egea *et al.*, 2003). Generalmente los esfuerzos han sido orientados hacia la determinación de los requerimientos totales de frío.

La determinación de las condiciones de finalización de la endolatencia presenta dificultades prácticas. La metodología de estudio se basa en “lecturas de brotación”, pero durante la endolatencia las yemas son insensibles al calor y por lo tanto no brotan. Por ello, no es posible establecer el fin de la endolatencia debido a que, por definición, la brotación en esta etapa es nula (Lang *et al.*, 1987; Faust *et al.*,

1997). Por otro lado ambas fases son complementarias y la adición de sus requerimientos constituye la latencia. Pero la transición entre ambas etapas no es neta ya que ambos extremos están superpuestos (Lang *et al.*, 1987; Ciudadin *et al.*, 2001). Por estas razones, Tersoglio y Naranjo (2009) propusieron definir las condiciones de “inicio de la ecolatencia” como un estimador confiable del requerimiento de la endolatencia. El establecimiento de las necesidades de frío al inicio de la ecolatencia puede realizarse mediante valores bajos de GDH°C y de porcentaje de brotación. Ello permite garantizar que la combinación UFUM-GDH°C esté en algún punto dentro la zona de transición entre ambas etapas.

El presente trabajo tiene como objetivo establecer las necesidades de frío de la endolatencia y de los requerimientos de frío y de calor de la ecolatencia de yemas vegetativas de las siguientes variedades de cerezos: Brooks, New Star, Garnet y Stella.

Material y método

Se midió el efecto que produjeron cantidades crecientes de UFUM y de GDH°C sobre la brotación. Los ensayos se realizaron en materiales que recibieron UFUM y GDH°C en condiciones controladas de laboratorio y naturales de campo. Los materiales utilizados fueron ramas agostadas de 1 año de 30-50 cm de longitud. Cumplidas las UFUM sea en condiciones controladas o de campo, los materiales recibieron los GDH°C en túneles situados dentro de un invernáculo con ventilación forzada y refrigeración evaporativa. A su vez cada túnel posee un sistema de calefacción basal, de refrigeración con aire acondicionado y control de fotoperiodo de 16 h con un flujo fotónico fotosintético mínimo de $52 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-2}$. Dentro de cada túnel se colocaron pequeñas cámaras envueltas en polietileno de 100 μ de espesor y dentro de ellas, vasos

con 100 ml de solución de sacarosa 3%, Carbenazim 1,50 g·l⁻¹ a pH 4 regulado con ácido cítrico. Cada unidad experimental está compuesta por dos brindillas. En cada fecha de estudio se utilizaron 10 brindillas identificadas, cuyos diámetros basales oscilaron entre 6 y 12 mm. Las mismas fueron pulverizadas periódicamente con Captan 2,50 g l⁻¹. La temperatura dentro de las cámaras osciló entre 20° y 28°C, la humedad relativa fue del 100% (Faust *et al.*, 1995).

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

Se considera tanto el fin de la endolatenia, como inicio de la ecolatenia cuando el 10% de las yemas vegetativas alcanzan el estado de punta verde (0,5 mm) (Baggiolini, 1952; Seif y Gruppe, 1985; Ballard, 1986; Citadin *et al.*, 2001).

Se consideró fin de la ecolatenia cuando las brindillas alcanzaron un porcentaje de brotación del 50% (Seif y Gruppe, 1985; Werner, *et al.*, 1988; Ramina *et al.*, 1995, Denis, 2003; Gratacós *et al.*, 2005; Albuquerque *et al.*, 2008). Sin embargo a los fines de determinar completamente el comportamiento de las yemas, las lecturas de brotación continuaron hasta alcanzar el valores del 100%.

Materiales expuestos a frío en condiciones controladas

Los materiales recibieron frío en condiciones controladas, 4 a 5°C en frigorífico y calor, 20 a 28°C en los túneles de forzado. Los estudios se realizaron entre los años 2.006 y 2.010 dependiendo de la variedad en plantas adultas estabilizadas sobre el portainjerto *P. mahaleb*. Las brindillas fueron podadas, luego almacenadas a 4-5°C a partir del 50% de caída de hojas. Las muestras fueron colo-

cadadas en las cámaras cada 10 días. Las lecturas de brotación fueron realizadas cada 3-4 días. Los modelos matemáticos fueron calculados a partir de 77, 44, 37, 36 combinaciones de UFUM-GDH°C en las variedades Brooks, Garnet, New Star y Stella respectivamente. Las temperaturas horarias tanto del almacenaje como las del túnel fueron tomadas mediante termómetros digitales con acumulador de datos. El estudio permitió establecer las UFUM necesarias para alcanzar el inicio de la ecolatenia. Las UFUM y los GDH°C recibidos respectivamente en condiciones controladas a partir de la entrada en ecolatenia fueron los siguientes: Brooks 0 a 2.183 y 0 a 8.254; New Star 473 a 1.286 y 2.591 a 8.306; Garnet 264 a 1.938 y 2.265 a 8.306; Stella 308 a 2.183 y 1.259 a 8.306.

Según el modelo matemático propuesto, para establecer las UFUM de salida de endolatenia, se requiere previamente fijar la cantidad de calor y nivel de brotación. La cantidad de calor se estableció en aproximadamente 5.000 GDH°C y el porcentaje de brotación fue fijado en el 10%. La cantidad de calor se estableció como una aproximación de la media de los GDH°C (4.697 GDH°C) aplicados en todas las variedades en estudio y combinaciones frío-calor en condiciones controladas, cuyo respectivo porcentaje de brotación estuvo dentro de un rango de brotación mayor del 0% y menor del 20%.

Los materiales expuestos a frío en condiciones de campo

Fueron estudiados entre los años 2.005 al 2.008 procedentes de los distritos Carrodilla, Mayor Drumond y Las Compuertas del departamento Luján de Cuyo; Coquimbito del departamento Maipú y Giagnoni de departamento San Martín (tabla 1). Los materiales recibieron frío de campo y calor tanto de campo como de invernáculo. Las brindillas fueron podadas y colocadas en cámaras dentro del túnel cada 15

Tabla 1. Características de las zonas donde fueron extraídos los materiales de cerezos estudiados en la validación de los modelos
 Table 1. Characteristics of areas where cherry materials were removed for model validation.

Variedad	Departamento	Localidad	Latitud y Altitud	Edad	Portainjerto
Brooks	Luján de Cuyo	Carrodilla	32° 59' 875 msnm	10	<i>P. mahaleb</i> SL 64
New Star	Maipú	Coquimbito	32°58' 785 msnm	8	<i>P. mahaleb</i>
	Luján de Cuyo	Compuertas	33° 02' LS y 1.060 msnm	12	<i>P. mahaleb</i>
Garnet	San Martín	Giagnoni	33°06' 655 msnm	10	<i>P. mahaleb</i> SL 64
	Maipú	Coquimbito	32° 57' 723 msnm	7	<i>P. mahaleb</i>
Stella	Luján de Cuyo	Compuertas	33° 02' LS y 1.060 msnm	12	<i>P. mahaleb</i>

días. Las lecturas de brotación fueron realizadas cada 3-4 días. Los modelos matemáticos fueron calculados a partir de 35, 59, 49 y 40 combinaciones de UFUM-GDH°C en la variedad Brooks, Garnet, New Star y Stella respectivamente. Este estudio permitió validar el dato de UFUM de entrada en ecolatencia establecido con los materiales sometidos a condiciones controladas. Las características de las localidades de donde se extrajeron los materiales figuran en la tabla 1.

El conteo de los GDH°C se inició una vez satisfechos los requerimientos estimados de fin de endolancia. Los GDH°C receptados en condiciones de campo fueron adicionados a los recibidos en condiciones de invernáculo. Luego se estimó la relación "UFUM-GDH°C-% brotación de campo".

Las variedades en estudio recibieron respectivamente las siguientes cantidades de UFUM y de GDH°C en condiciones de campo y luego de invernáculo: Brooks 0 a 1.014 y 0 a 16.850; New Star 0 a 1.350 y 0 a 17.020; Garnet 328 a 1.353 y 2.705 a 15.120; Stella 0 a 1.377 y 0 a 14.660.

Para identificar el inicio de la ecolatencia se aplicaron técnicas estadísticas de "Anova" y "Regresión". La primera permitió identificar

el intervalo dentro del cual está el valor buscado de UFUM para las condiciones que incluyen los valores cercanos a 5.000 GDH°C y 10% de brotación. Mientras que la regresión permitió estimar el valor medio de UFUM en tales condiciones. Para encontrar la relación "UFUM-GDH°C-% de brotación" representativa se aplicó el modelo doble exponencial. El mismo permitió identificar una primera etapa en la cual tanto el frío como el calor no afectan la brotación y una segunda en la cual ambas variables interaccionaron produciendo brotación (Tersoglio y Naranjo, 2009).

Debido a la naturaleza tridimensional de los modelos doble exponenciales, los análisis de los planos de respuesta son dificultosos. Tales inconvenientes son debido a que la interacción de las variables gráfica planos de respuesta que poseen cambios de pendientes en distintos sectores del plano que no son bien visualizados. Por otro lado los gráficos de respuestas consideran, dentro de los rangos establecidos, todas las combinaciones posibles de UFUM-GDH°C. Pero en las condiciones naturales de campo de las áreas donde se realizaron los estudios, algunas combinaciones son poco probables, como altas cantidades de calor con escaso frío o viceversa. Por ello, para una mejor interpretación se recurrió a gráficos de líneas

que simulan la evolución de la brotación durante la ecolatencia, según el modelo matemático de cada variedad en referencia a las condiciones medias de disponibilidad local de UFUM y de GDH°C de cada variedad.

Los valores de la abscisa de la gráfica propuesta corresponden a una combinación frío-calor que mantiene una relación que depende de la oferta de GDH°C de la zona de estudio y para una variedad determinada. Luego, como el calor se acumula a partir de la ecolatencia, la relación frío-calor depende de cada variedad. Dicha relación es el cociente entre las tasas medias de incremento de las GDH°C y de las UFUM. De modo tal que a cada incremento de GDH°C corresponde, según variedad, uno de UFUM, que según el modelo aplicado ejerce un efecto sobre el porcentaje de brotación.

El establecimiento de esta relación afecta fuertemente los requerimientos de frío y de calor a establecer en la ecolatencia.

Para determinar esta relación se utilizaron los datos regionales de disponibilidad de frío y de calor del departamento Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina. Fueron analizados los datos históricos de oferta de frío y de calor correspondiente a cada variedad, durante el período 1.990-2.009. La media de UFUM fue calculada con datos anuales obtenidos desde 50% de caída de hojas hasta el 15-09 (Tersoglio y Naranjo, 2007). Los GDH°C medios fueron acumulados desde el fin de la endolatenencia y hasta el 15-09. La tabla 4 muestra la oferta de UFUM y GDH°C media de cada variedad, en un período de 20 años.

En la figura 7 se utilizaron las combinaciones de UFUM-GDH°C a las que se aplica el modelo correspondiente a cada variedad para estimar el porcentaje de brotación.

Todos los ensayos fueron establecidos con un diseño de parcelas completamente al azar. Todos los datos fueron sometidos al análisis de la varianza usando Infostat. La prueba

utilizada fue la comparación múltiple de medias de Scott & Knott. Se utilizó para comparar tratamientos cuando la ANOVA mostró diferencias significativas. Los datos además fueron analizados mediante TableCurve 3D mediante método iterativo de ajuste de funciones de transición con el mínimo residuo cuadrado y graficados en 3D con Surfer 6.1.

Resultados

Determinación del inicio de la ecolatencia con materiales expuestos a frío en condiciones controladas

Las figuras 1 y 2 muestran la respuesta “porcentaje de brotación” de cada variedad, luego de recibir diferentes cantidades de UFUM con una cantidad de calor de aproximadamente 5.000 GDH°C. La figura 1 muestra que Brooks alcanzó el 10% de brotación, con 5.429 GDH°C, en algún punto dentro del intervalo 308-742 UFUM. La variedad New Star con 5.336 GDH°C alcanzó el 10% de brotación en algún punto dentro de intervalo 473 y 713 UFUM. La figura 2 muestra el comportamiento de las variedades Garnet y Stella. La primera logró alcanzar el 10% de brotación luego de recibir 5.546 GDH°C y una dosis de frío que osciló entre 453 a 889 UFUM; mientras que Stella con 5.436 GDH°C lo hizo dentro de un rango de 572 a 941 UFUM. De modo tal que el valor buscado de UFUM para lograr el 10% de brotación con una reducida cantidad de calor se encontró dentro de los rangos mencionados (Erez *et al.*, 1971; Werner *et al.*, 1988; Tersoglio *et al.*, 2006). Sin embargo, la amplitud de los intervalos hallados fue grande y por lo tanto resulta inadecuada para identificar el valor de UFUM a partir del cual, se inicia la ecolatencia.

Con los datos observados en condiciones controladas de “UFUM-GDH°C-% de brotación” se calcularon los modelos de regresión doble exponencial para cada variedad. La tabla 2

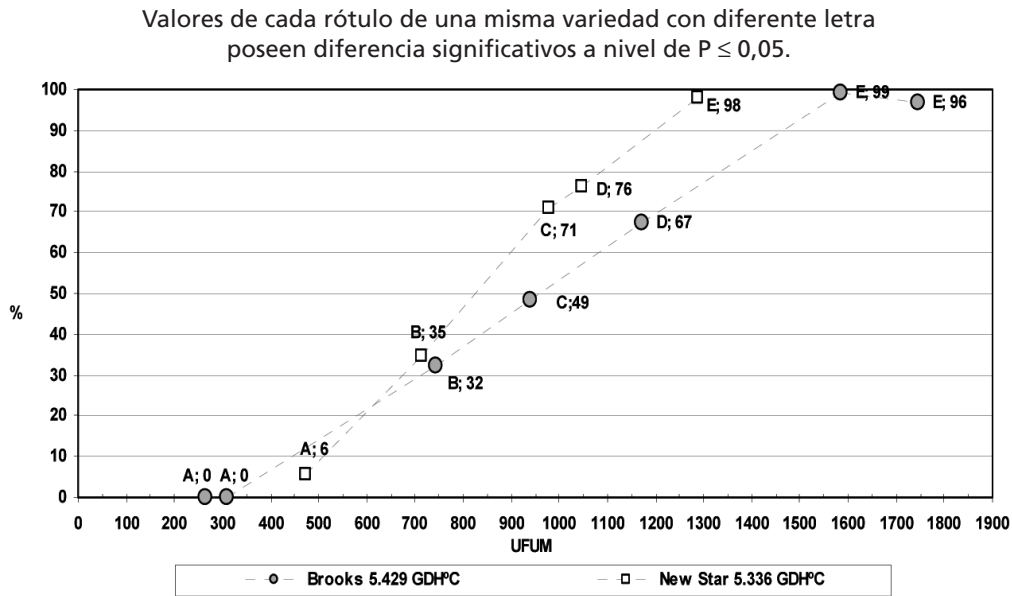


Figura 1. Efecto de las UFUM sobre el porcentajes de brotación en las variedades Brooks y New Star obtenidos con 5.429 y 5.604 GDH°C respectivamente.
 Figure 1. Effect of CU on budbreaking percentage in Brooks and New Star varieties obtained with 5,429 and 5,604 GDH°C respectively.

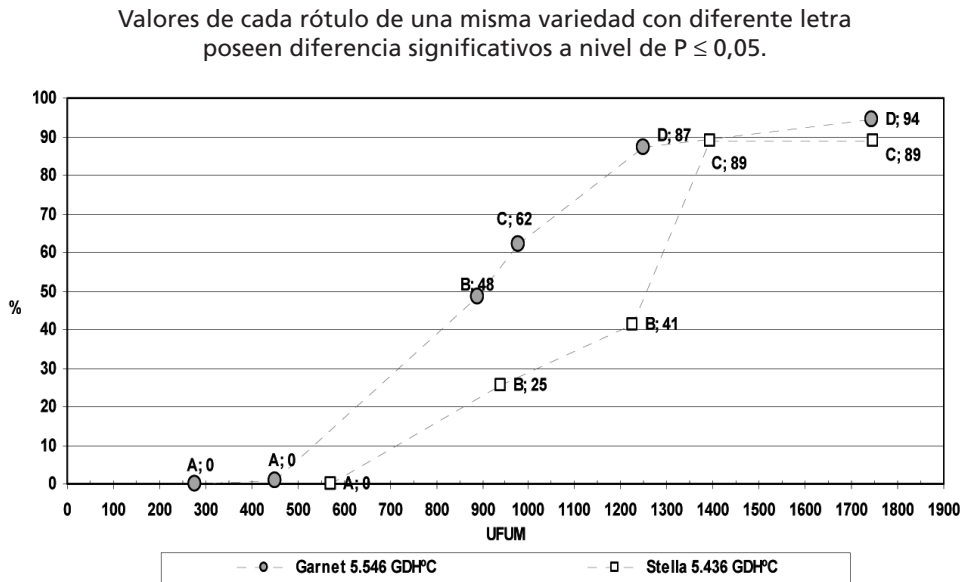


Figura 2. Efecto de las UFUM sobre el porcentajes de brotación en las variedades Garnet y Stella obtenidos con 5.546 y 5.436 GDH°C respectivamente.
 Figure 2. Effect of CU on budbreaking percentage in Garnet and Stella varieties obtained with 5,546 and 5,436 GDH°C respectively.

muestra los correspondientes estadígrafos de bondad de ajuste de cada modelo. Esta indica que la brotación de las variedades estudiadas sigue un modelo que depende exponencialmente de las UFUM y de los GDH°C (Ley de Arrhenius) (Fishman *et al.*, 1987a y b). El modelo considera también, que la brotación es el producto de las exponenciales del efecto ponderado y acumulado del frío y del calor, indicando que al menos en algún punto del plano de referencia existe interacción (Tersoglio y Naranjo, 2009). Además debido a su naturaleza exponencial y considerando que ambos factores comparten la misma base neperiana, los exponentes pueden ser adicionados, confirmando la naturaleza aditiva del modelo (Fishman *et al.*, 1987a y b; Erez *et al.*, 1990 y Erez y Fishman, 1998). La tabla 2 muestra los errores estándares de los coeficientes de los modelos propuestos indicando que los datos observados poseen variabilidad respecto de los valores medios estimados. La tabla 2 muestra las UFUM estimadas al inicio la etapa de ecolatencia. Se observan variedades cuya endolatenza finaliza con bajos requerimientos como Brooks con 355 UFUM y otras como New Star y Garnet con 530 y 469 UFUM respectivamente La variedad Stella muestra mayores requerimientos de endolatenza, 736 UFUM. En la tabla se observan que los valores de GDH°C necesarias para alcanzar el 10% de brotación son cercanos al valor prefijado.

Análisis de validación del modelo con datos provenientes de materiales expuestos a frío natural de campo

Los modelos calculados a través de los datos provenientes de materiales expuestos a frío natural de campo y sus correspondientes estadígrafos son mostrados en la tabla 3. La tabla muestra que los modelos de ajuste son exponenciales dobles, semejantes a las obtenidas con materiales expuestos a condiciones

controladas. El valor "P" de los modelos es menor de 0,001. Los coeficientes de determinación calculados para cada variedad son menores que aquellos obtenidos con materiales expuestos a condiciones controladas. La tabla 3 muestra los porcentajes de brotación obtenidos a partir de las UFUM y GDH°C estimadas con el modelo de condiciones controladas. Se observa que los porcentajes de brotación obtenidos con ambos tipos de materiales son semejantes, validando las condiciones de salida de endolatenza.

Las figuras 3, 4, 5 y 6 muestran la relación UFUM-GDH°C-porcentaje de brotación para las variedades Brooks, New Star, Garnet y Stella respectivamente. En la base de cada figura se observa una zona en la cual la respuesta de brotación es nula, cualquiera sea el frío y/o el calor aplicado. Luego aparecen ciertas combinaciones de UFUM-GDH°C que logran alguna actividad hasta llegar al primer límite (20% de brotación). Dentro del área, 0-20% de brotación, se observa una línea destacada que representa un conjunto de combinaciones de UFUM-GDH°C que logran obtener brotaciones del 10%. Sobre esta línea se observa una marca (X) que indica el punto a partir del cual los materiales vegetativos están en condiciones de captar el estímulo del calor, considerado como el inicio de la ecolatencia. Hacia la derecha del punto sobre la línea se requiere menos UFUM y más GDH°C. Tales combinaciones poseen baja probabilidad de ocurrencia en pleno invierno debido a la falta de GDH°C y la mayor oferta UFUM. Mientras que hacia la izquierda las combinaciones muestran que se requiere mayor cantidad de frío y menor de calor. Tales requerimientos de frío poseen mayores posibilidades de ser alcanzados debido a la oferta permanente de la estación invernal. Sin embargo, el inicio de la brotación puede ser observado sólo después de recibir al menos cierta cantidad de calor. Si bien los materiales vegetativos expuestos a cantidades cre-

Tabla 2. Modelos matemáticos de "UFUM-GDH°C- Porcentaje brotación" y sus estadígrafos de bondad de ajuste establecidos en condiciones controladas, según variedad y su correspondiente valor estimado de UFUM en la fase de endolatenencia
 Table 2. *Mathematical models of "CU-GDH°C- budbreaking percentage" and its statistics of fit goodness established in controlled conditions, according to varieties and their estimated value of CU at endodormancy stage*

Var.	Modelo UF-GDH°C-Porcentaje Brotación	Valor P _{modelo}	EE				GDH°C	UFUM	%
			R ²	a	b	c			
Brooks	% brot. = -153,2+119,4e ^(-UFUM / -3.861,4) · e ^(GDH°C / -24.173,9)	≥0,001	0,78	48	44	943	6.290	5.429	355
New Star	% brot. = -39,77+10,69e ^(-UFUM / -939,1) · e ^(-GDH°C / -5.483,2)	≥0,001	0,75	19	8	246	1.406	5.336	530
Garnet	% brot. = -549,7+495,1e ^(-UFUM / -9.752,5) · e ^(GDH°C / -71.432,2)	≥0,001	0,82	153	205	2.212	19.993	5.546	469
Stella	% brot. = -68,85+40,56e ^(-UFUM / -2.047,7) · e ^(-GDH°C / -17.470,1)	≥0,001	0,76	24	19	486	4.514	5.436	736

Tabla 3. Modelos matemáticos obtenidos en condiciones de frío de campo, sus estadígrafos de bondad de ajuste y correspondientes porcentajes de brotación según valores de UFUM-GDH°C obtenidos en condiciones controladas
 Table 3. *Mathematical models obtained under field chill conditions, their statistics of fit goodness and corresponding budbreaking percentages according to CU-GDH°C values obtained under controlled conditions*

Var.	Modelo UF-GDH°C-Porcentaje Brotación	Valor P _{modelo}	R ²	GDH°C	UFUM	Brotación %
Brooks	% brot. = -84,79+67,07e ^(-UFUM / -2.632,61) · e ^(GDH°C / -24.773,61)	≤0,001	0,62	5.429	355	10.77
New Star	% brot. = -164,44+141,66e ^(-UFUM / -8.906,5) · e ^(GDH°C / -31.566,8)	≤0,001	0,64	5.336	530	13.60
Garnet	% brot. = -2.186+2141,3e ^(-UFUM / -40549,5) · e ^(-GDH°C / -372728,7)	≤0,001	0,61	5.546	469	13.70
Stella	% brot. = -11,45+5,12e ^(-UFUM / -1.945,15) · e ^(-GDH°C / -5.672,57)	≤0,001	0,73	5.436	736	8.05

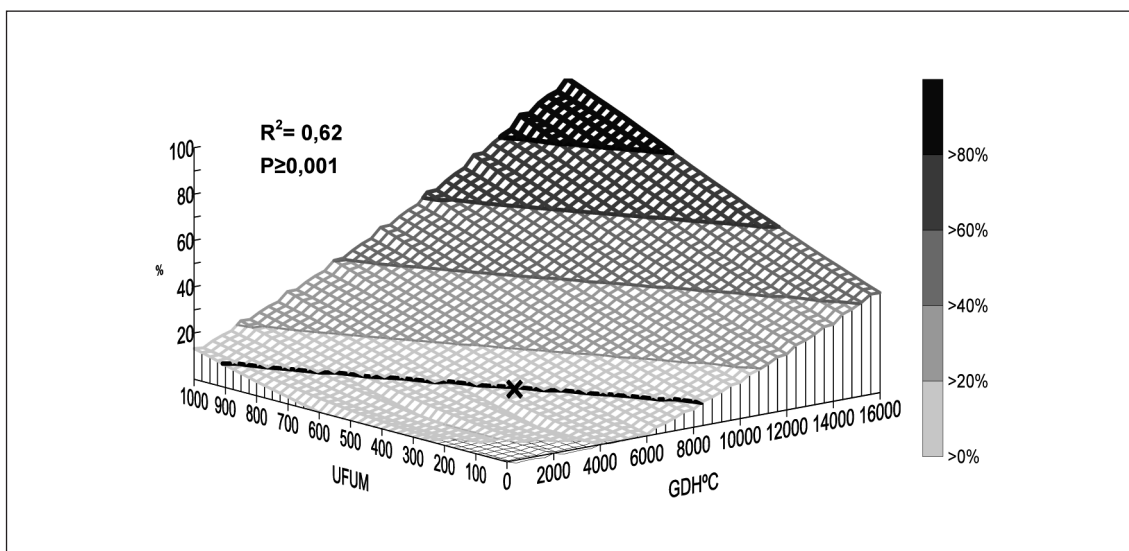


Figura 3. Representación gráfica de la relación entre UFUM y GDH°C sobre el porcentaje de brotación en materiales vegetativos expuestos a condiciones de frío natural variedad "Brooks".
Figure 3. Graphical representation of the UFUM-GDH°C relationship on budbreak percentage on vegetative materials exposed to natural chill conditions in "Brooks" variety.

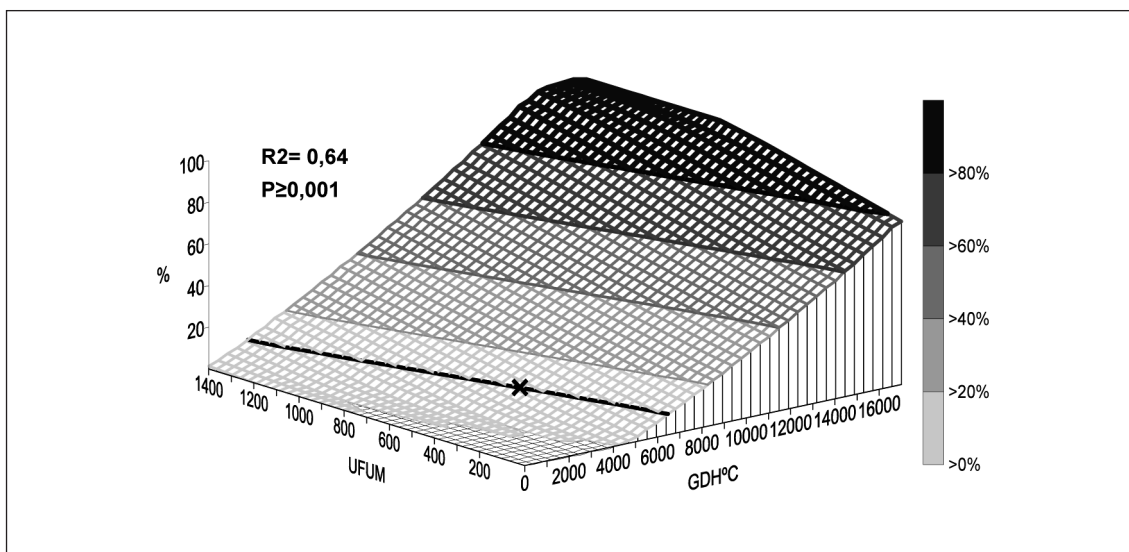


Figura 4. Representación gráfica de la relación entre UFUM y GDH°C sobre el porcentaje de brotación en materiales vegetativos expuestos a condiciones de frío natural variedad "New Star".
Figure 4. Graphical representation of the UFUM-GDH°C relationship on budbreak percentage on vegetative materials exposed to natural chill conditions in "New Star" variety.

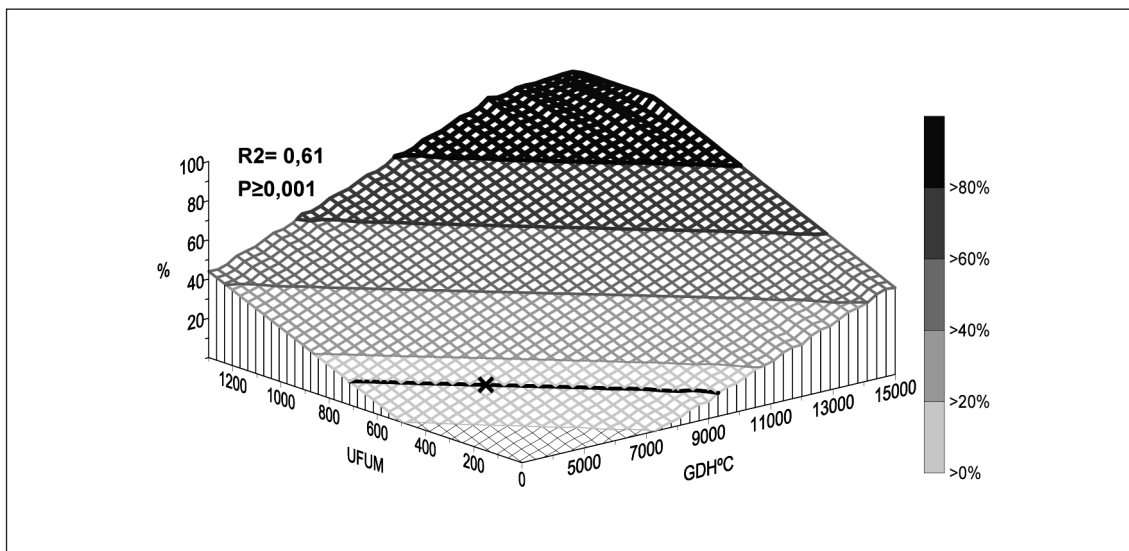


Figura 5. Representación gráfica de la relación entre UFUM y GDH°C sobre el porcentaje de brotación en materiales vegetativos expuestos a condiciones de frío natural, variedad "Garnet".
Figure 5. Graphical representation of the UFUM-GDH°C relationship on budbreak percentage on vegetative materials exposed to natural chill conditions in "Garnet" variety.

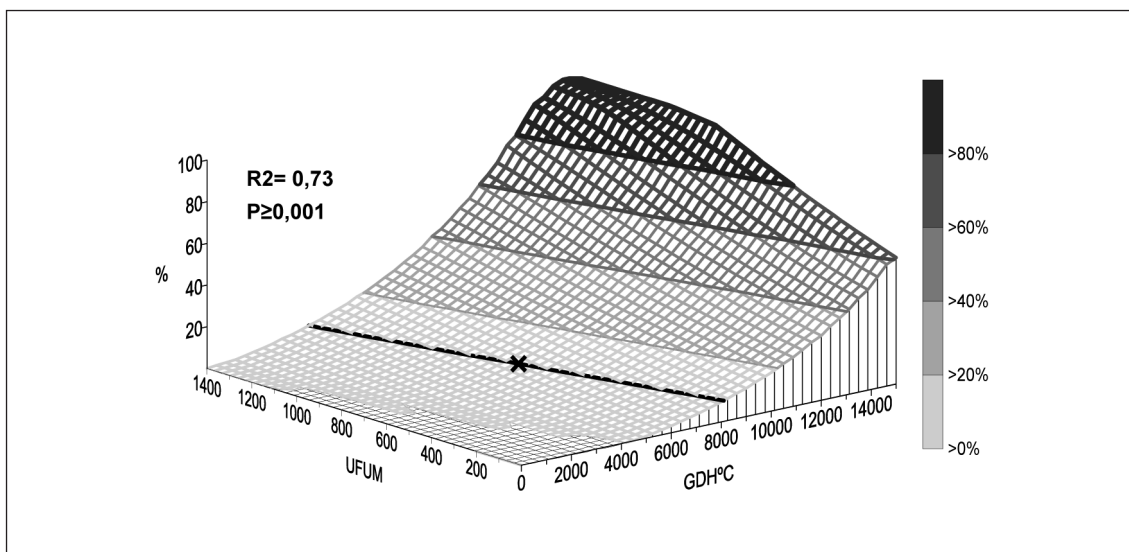


Figura 6. Representación gráfica de la relación entre UFUM y GDH°C sobre el porcentaje de brotación en materiales vegetativos expuestos a condiciones de frío natural, variedad "Stella".
Figure 6. Graphical representation of the UFUM-GDH°C relationship on budbreak percentage on vegetative materials exposed to natural chill conditions in "Stella" variety.

cientos de frío, adquieren paulatinamente la capacidad de brotar, no lo hacen en las condiciones naturales del invierno, debido a la necesidad de recibir calor en relativamente poco tiempo. Tal situación es alcanzada naturalmente durante la primavera, pero durante el invierno, sólo es posible en condiciones artificiales de invernáculo.

Las figuras 3, 4, 5 y 6 indican que las variedades poseen respuestas diferentes al frío y al calor durante la ecolatencia. La figura 5 muestra que, cuando se duplicó el frío requerido para la entrada en ecolatencia (de 355 a 710 UFUM) y se mantuvo constante la cantidad de calor la variedad Brooks incrementó su brotación en un 13,8%, mientras que cuando se mantuvo constante la cantidad de frío (355 UFUM) y se duplicó la del calor (de 5.429 a 10.858 GDH°C) se obtuvo un incremento de la brotación del 23,4%. Por lo cual la variedad Brooks responde mejor al calor que al frío una vez ingresada a la etapa de la ecolatencia.

Algo similar se observó en la variedad New Star, con el mismo incremento de frío se obtuvo un aumento de la brotación del 10,9%, mientras que duplicando sólo el calor el porcentaje de brotación se elevó un 32,8%. La variedad Garnet mostró un comportamiento más equilibrado respecto de sus requerimientos ya que en las mismas condiciones la brotación se incrementó un 25,6 y un 33,0% cuando se duplicó el requerimiento de frío y de calor respectivamente. La variedad Stella mostró una mayor diferencia, ya que duplicando el frío se incrementó sólo el 9,0%, mientras que duplicando el calor el aumento fue del 31,4%.

Las figuras 3, 4, 5 y 6 muestran la evolución de la brotación media de cada variedad según se modifican valores de UFUM y GDH°C. Pero dentro de los rangos establecidos en las figuras existen infinitos números de combinaciones posibles que causan diferentes respuestas de "brotación". Sin embargo durante la ecolatencia y en cada zona agroecológica existen ciertas combinaciones que

son más frecuentes. Para establecerlas debe ser calculada la oferta promedio de frío y de calor. La tabla 4 muestra la disponibilidad media de UFUM y GDH°C de la provincia de Mendoza, Argentina para las variedades Brooks, New Star, Garnet y Stella. La tabla muestra que las variedades con menores requerimientos de frío de endolatenza como Brooks, poseen mayor disponibilidad de calor en la ecolatencia y viceversa para las de mayores requerimientos como Stella, afectando directamente la relación de la oferta frío-calor. La tabla 4 muestra que la variedad Brooks posee una mayor disponibilidad de calor 9,46 GDH°C por cada UFUM. Mientras que New Star y Garnet tienen 8,87 y 8,68 respectivamente. La variedad Stella tiene una relación 7,58 GDH°C por UFUM. Además la tabla 4 muestra que la mayor oferta local de calor supone una relación de disponibilidad calor-frío menor a 10:1, mientras que en variedades de alta endolatenza con menor disponibilidad de calor la relación es mayor a 7:1.

Las variedades con baja endolatenza disponen de mayor cantidad de calor debido a que el cumplimiento de frío de la primera fase se anticipa, quedando una ecolatencia más extensa para la acumulación de calor. En tanto que variedades con endolatenza alta tienen menor disponibilidad de GDH°C. Consecuentemente la disponibilidad de GDH°C dependerá de la fecha de cumplimiento de la endolatenza de cada variedad.

La figura 7 muestra la evolución de la brotación durante la ecolatencia en las variedades Brooks, New Star, Garnet y Stella según cada uno de los modelos de la tabla 3. Con el objeto de representar la evolución real de la brotación durante la ecolatencia, cada unidad de la abscisa corresponde a un incremento de 10 UFUM a partir del fin de endolatenza y de 10 veces el valor de la relación GDH°C-UFUM que corresponde al de cada variedad expuesto en la tabla 4. Como ejemplo el punto 20 de la abscisa que corresponde a la variedad Brooks

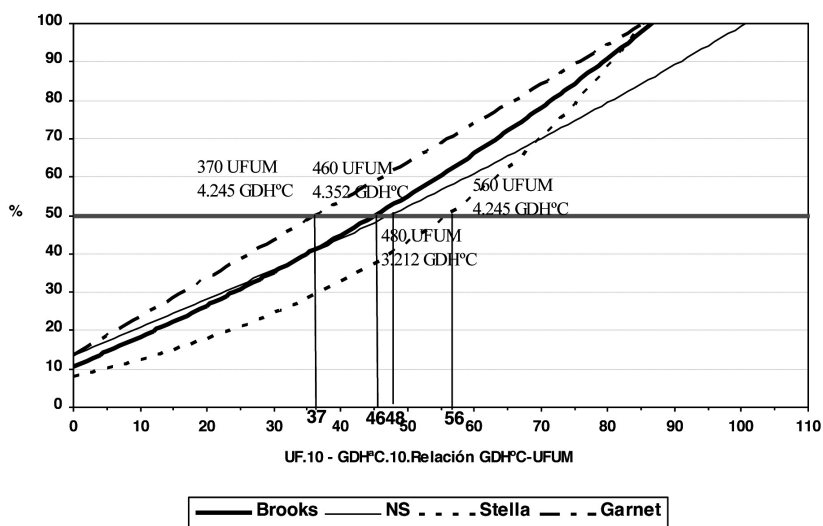


Figura 7. Efecto sobre la brotación de los incrementos conjuntos de UFUM y GDH°C según la disponibilidad de calor y de frío, durante la ecodormancia, de las variedades Brooks, New Star, Stella y Garnet expuestas a condiciones naturales de Luján de Cuyo, Provincia de Mendoza, Argentina.
 Figure 7. Effect on budbreak percentage of CU increments in conjunction with GDH°C, according to the heat and chill availability, during ecodormancy, in Brooks, New Star, Stella and Garnet varieties, exposed to natural conditions of Luján de Cuyo, Mendoza Province, Argentina.

Tabla 4. Disponibilidad media de frío y de calor y la correspondiente relación GDH°C-UFUM (1990-2009) de la Provincia de Mendoza, Argentina
 Table 4. Average chill and heat availability and the corresponding GDH°C-CU relationship (1990-2009) in the Mendoza Province, Argentina

Variedad	UFUM media acumulada anual	GDH°C medio acumulado anual	Relación media GDH°C-UFUM
Brooks		10.555	9,46
New Star		9.884	8,87
Garnet	1.116	9.680	8,68
Stella		8.464	7,58
Promedio		9.646	8,65

indica que para ese nivel de brotación fueron aplicados 200 UFUM además de las 355UFUM de endolatenia y a 10 veces el producto de 20 y 9,46 es decir 1.892 GDH°C, además de los

5.429 GDH°C aplicados inicialmente. El punto 0 de la abscisa corresponde a las condiciones establecidas de fin de la endolatenia para cada una de las variedades (tabla 3).

La figura 7 muestra que las variedades en estudio poseen un comportamiento similar durante la ecolatencia en función de la disponibilidad de frío-calor de la zona. Las variedades alcanzaron el 50% de brotación en los puntos 46, 48, 37 y 56 de la abscisa que corresponden a Brooks, New Star, Garnet y Stella.

Ello indica que Brooks, además de las 355 UFUM de la endolatenencia (tabla 3), requirió en ecolatenencia, una media de 460 UFUM, estableciendo un requerimiento medio total de 815 UFUM. Además, para completar los requerimientos de calor, a los iniciales 5.429 GDH°C (tabla 3), fueron necesarios adicionar 4.352 GDH°C constituyendo un total de 9.781 GDH°C (figura 7 y tabla 5).

La latencia total de New Star es de 1.010 UFUM, compuesta por 530 UFUM que corresponden a la endolatenencia y 480 UFUM de la ecolatenencia. Su requerimiento total de calor es de

9.594 GDH°C compuesto por los iniciales 5.336 GDH°C necesarios para alcanzar el 10% de brotación (tabla 3) a los que se adicionó 4.258 GDH°C requeridos para lograr el 50% de brotación (figura 7 y tabla 5).

La variedad Garnet posee para la zona de Luján de Cuyo un requerimiento de endolatenencia de 469 UFUM y de ecolatenencia de 370 UFUM que hace un total de 839 UFUM y de 8.758 GDH°C formado por el aporte inicial de 5.546 y el requerido para alcanzar 50% de brotación 3.212 GDH°C (figura 7 y tabla 5).

La variedad Stella alcanza el 50% de brotación en el punto 56 de la figura 7 lo que indica que conjuntamente con las iniciales 736 UFUM de la endolatenencia necesitó un suplemento de 560 UFUM en la ecolatenencia, constituyendo un requerimiento medio de latencia de 1.296. Mientras que el requerimiento total de calor es de 9.681 GDH°C compuesto por los inicia-

Tabla 5. Requerimiento medio de frío de endolatenencia y la fecha de cumplimiento según la variedad y el año. Necesidades medias de UFUM y de GDH°C de ecolatenencia y sus requerimientos totales (latencia)

Table 5. Average chill requirement endodormancy and the compliance date by variety and year. CU and GDH°C average requirement to fulfil ecodormancy and total requirements (latency)

Variedad	Año	Endolatenencia		Ecolatenencia		Latencia
		Fecha de cumplimiento	UFUM	UFUM	GDH°C	UFUM
Brooks	2007	15/06/2007	355	460	9.781	815
	2008	22/06/2008				
New Star	2006	10/07/2006	530	480	9.594	1.010
	2005	24/06/2005				
	2007	26/06/2007				
Garnet	2005	20/06/2005	469	370	8.758	839
	2006	02/07/2006				
Stella	2005	12/07/2005	736	560	9.681	1.296
	2006	28/07/2006				
	CV		49	13	23	50

les 5.436 GDH°C necesarios para alcanzar el 10% de brotación (tabla 3) a los que se adiciona 4.245 GDH°C requeridos para lograr el 50% de brotación (figura 7 y tabla 5).

La tabla 5 muestra también la fecha en la cual se cumple el requerimiento de endolatenia por variedad y por año. Se observa que para un mismo año (2.007) Brooks y Garnet cumplen la endolatenia el 15-06 y 26-06 respectivamente. Mientras que en el 2.006 New Star, Garnet y Stella lo hacen el 10-07, 02-07 y el 28-07 respectivamente. La fecha en la cual se cumple el requerimiento de la endolatenia de cada variedad cambia con los años ya que depende de la disponibilidad de frío del año en curso.

La tabla 5 muestra los coeficientes de variación (CV) de los requerimientos de frío y de calor de ambas fases de latencia según variedad. Se observa que el requerimiento de frío de la latencia varía entre cultivares (50%). Pero las mayores diferencias entre las variedades se deben al requerimiento de la endolatenia (49%) y no a los de la ecolatenia (13%) ya que presentan valores más homogéneos.

Discusión

La brotación de las yemas de cerezos posee requerimientos críticos de frío ya que necesita primero el cumplimiento de un mínimo de UFUM para luego depender de la interacción UFUM-GDH°C (Richardson *et al.*, 1974; Couvillon, 1995; Erez, 1995; Faust *et al.*, 1997; Tersoglio *et al.*, 2006; Tersoglio y Naranjo, 2009).

Los análisis de ANOVA muestran que el valor buscado de UFUM de entrada en la ecolatenia está dentro de un intervalo cuya amplitud es grande. Sin embargo dicho rango orienta sobre los valores de tales requerimientos. Luego, el análisis de regresión, permite establecer los valores medios de brota-

ción a través de modelos doble exponencial. La evaluación de la calidad de ajuste de los modelos, a través de los coeficientes de determinación y valor "P", indica que en ambos tipos de modelos (obtenidos en condiciones controladas y naturales) existe una variabilidad residual. Ello puede deberse a que existen otras fuentes de variabilidad además del factor genético, las cuales en conjunto, modulan fuertemente los requerimientos y la respuesta "brotación".

Los valores de UFUM de entrada en ecolatenia hallados en ambos modelos (condiciones controladas y naturales) son coincidentes. Sólo, se observan algunas diferencias entre los porcentajes de brotación obtenidos con ambos tipos de materiales y con las mismas cantidades de frío y de calor. Como tales diferencias son pequeñas respecto del valor prefijado del 10% existe consistencia en la información que aportan ambos modelos.

El efecto interacción frío-calor aplicado durante la ecolatenia difiere entre variedades. Pero en general las combinaciones UFUM-GDH°C en las que se incrementa sólo el calor, logran mayor respuesta de brotación que en aquellas en las que se incrementa sólo el frío. En tal sentido se destacan Brooks, New Star y Stella.

La tabla 5 muestra que la variedad Brooks presenta menores exigencias en endolatenia que Garnet. Por lo que en años de baja disponibilidad de frío, Brooks posee mejor comportamiento agronómico que Garnet. El modelo también explica la foliación más temprana de Garnet respecto de Brooks, ya que la primera posee menores requerimientos tanto de frío, como de calor durante la ecolatenia.

La foliación más tardía de New Star respecto de Brooks se debe a que la primer variedad posee mayores requerimientos de endolatenia y semejantes de ecolatenia.

Comparando los datos de disponibilidad de frío y de calor de la región (tabla 4), con los

de requerimientos de frío-calor de cada variedad de la (tabla 5) se observa que las variedades Brooks, New Star y Garnet en promedio pueden satisfacer sus necesidades para las condiciones locales. Pero la variedad Stella muestra un déficit, ya que requiere 1.296 UFUM y dispone en promedio de sólo 1.116 UFUM. Además necesita 9.681 GDH°C y dispone de una media de sólo 8.464 GDH°C.

Las variedades de altos requerimientos, en años con oferta de frío insuficiente, que no alcanza a satisfacer las necesidades de la endolancia, muestran fuertes caídas de los rendimientos. Mientras que en años cuya oferta de frío satisface sólo algo más que la endolancia, la dependencia del calor de primavera es muy alta, el lapso para acumular calor durante la ecolancia se reduce, el valor de los GDH°C acumulado es bajo y como consecuencia la floración es extendida y se reduce el porcentaje de cuaje. Ello implica una situación altamente dependiente de la cantidad de calor recibida durante la primavera y por lo tanto los resultados son variables. Además, con altos requerimiento de latencia, para experimentar una adecuada brotación las yemas deben obligadamente recibir frío durante la ecolancia. Esta situación parece difícil de ser alcanzada en zonas de baja latitud. Ello explicaría parte del comportamiento inestable de variedades de altos requerimientos.

Esta información es consistente con el comportamiento agronómico de las variedades en estudio. Por lo tanto los modelos obtenidos estiman convenientemente el comportamiento poblacional de la brotación de las yemas vegetativas, identifican adecuadamente el requerimiento de frío de la endolancia y establecen que tales requerimientos difieren entre variedades. Tanto el establecimiento de las UFUM de endolancia, como los modelos UFUM-GDH°C-% de brotación son herramientas que contribuyen a mejorar la comprensión del comportamiento de las especies frutales exigentes en frío invernal.

Bibliografía

- Albuquerque N, F García-Montiel, A Carrillo, L Burgos, 2008. Chilling and Heat requirements of sweet cherry cultivars and the relationship between altitude and the probability of satisfying the chill requirements. *Environmental and Experimental Botany* 64 162-170.
- Baggiolini, 2009. Fenología del cerezo <http://www.fruticultura.udl.es/> (consulta 2010).
- Ballard J, 1986. Cherries. Critical Temperatures for blossom buds. *Extension Bulletin* 1128. WSU USA.
- Beckman TG y SC Meyers, 1992. Rootstocks affect bloom date and fruit maturation of Red Haven peach. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117(3): 377-379.
- Citadin I; MCB Raseira and FG Herter, 2001. Heat requirement for blooming and leafing in Peach. *HortScience* 36(2): 305-307.
- Couvillon GA, 1995. Temperature and stress effects on rest in fruit trees: a review. *Acta Hort.* 395: 11-19.
- Couvillon GA, and A Erez, 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, E Ortega, P Martínez y F Dicenta, 2003. Chilling and heat requirement of almond cultivars for flowering. *Environmental and Experimental Botany* 50: 79-85.
- Erez A and S Fishman, 1998. The dynamic model for chilling evaluation in peach buds. *Acta Hort.* 465: 507-510.
- Erez A, 1995. Means to compensate for insufficient chilling to improve bloom and leafing. *Acta Hort.* 395: 81-95.
- Erez A, S Fishman and G Lindley-Noakes, 1990. The Dinamic Model for rest completion in peach buds. *Acta Horticulturae* 276: 165-174.
- Erez A, S Lavee and RM Samish, 1971. Improved methods for breaking rest in the peach and other deciduous fruit species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96(4): 519-522.

- Erez A, 2000. Bud Dormancy: a suggestion for the control mechanism and its evolution, pp. 23-33. In: Temperatures fruit crops in warm climates. Viemont J. and J. Crabbe (Eds.), 385 pp. Ed. CABI.
- Faust M, A Erez, L Rowland, S Wang and H Norman, 1997. Bud dormancy in perennial fruit trees: physiological basis for dormancy induction, maintenance and release. *HortScience* 32(4): 623-629.
- Faust M, D Liu, S Wang and G Stutte, 1995. Involvement of apical winter dormancy of apple buds. *Acta Horticulturae* 395: 47-56.
- Fishman S, A Erez and GA Couvillon, 1987a. The temperature dependence of dormancy breaking in plants: Two steps model involving cooperative transitions. *J. Theor. Biol.* 124: 473-483.
- Fishman S, A Erez and GA Couvillon, 1987b. The temperature dependence of dormancy breaking in plants: Computer simulation of process studied under controlled temperatures. *J. Theor. Biol.* 126: 309-322.
- Gratacós E and Cortés A, 2005. Chilling requirements of ten sweet cherry cultivars in a mild winter location in Chile. *Acta Hort.* 667: 1-6 Bursa Turkey.
- Lang GA, JD Early, GC Martin and RL Darnell, 1987. Endo-, para-, and eco-dormancy physiological terminology and classification for dormancy research. *HortScience* 22: 371-377.
- Naranjo G y E Tersoglio, 2010. Estimación de la disponibilidad de frío invernal para cerezos de la zona norte de la provincia de Mendoza, Argentina. *AGRISCIENTIA*, vol 27:35-42.
- Ramina A, M Colauzzi, A Masia, A Pitacco, T Caruso, R Messina and G Scalabrelli, 1995. Hormonal and climatological aspects of dormancy in peach buds. *Acta Horticulturae*: 395: 35-46.
- Reeder BD y Bowen HH, 1978. Effect of nitrogen applications on bloom delay and levels of abscisic acid, carbohydrates and nitrogen in Peach buds. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103 :6 745-749.
- Richardson E, SD Seeley and DR Walter, 1974. A model for estimating the completion of rest for "Redhaven" and "Elberta" Peach Trees. *HortScience* 9(4): 331-332.
- Richardson EA, JL Anderson and RH Campbell, 1986. The omnidata biophenometer (TA45-P): A chill unit growing degree hour accumulator. *Acta Hort.* 184: 95-100.
- Scalabrelli G y GA Courvillon, 1986. The effect of temperature and bud type on rest completion and the GDH°C requirement for bud break y Redhaven peach. *J. Amer Soc. Hort. Sci.* 111: 537-540.
- Seeley SD, 1996. Modelling climatic regulation of bud dormancy, p. 361-376. En: Lang GL (Ed.) *Plant Dormancy: Physiology, biochemistry, and molecular biology.* CAB Int. Wallingford, Oxon, UK.
- Seif S and W Gruppe, 1985. Chilling requirements of sweet cherries (*Prunus avium*) and interespecific cherry hybrids. *Acta Horticulturae* 169: 289-294.
- Tersoglio E y G Naranjo, 2007. Características del frío invernal de las zonas productoras de cerezas de la provincia de Mendoza, Argentina. Parte I. *ITEA* 103(4): 186-197.
- Tersoglio E, G Naranjo, L Rivero y M Quiroga, 2006. Requerimientos de frío invernal y de calor en variedades de cerezos. *ITEA* 102 (3): 251-259.
- Tersoglio E y G Naranjo, 2009. Identificación del inicio de la ecodormancia en cerezo var. Bing. *ITEA*, vol. 105 (4), 272-281.
- UC Fruit & Nut Research Information Center, 2006. About chilling unit, hours and portions. University of California. Disponible: <http://fruit-sandnuts.ucdavis/weather/aboutchilling.shtm> (consulta 2007).
- Werner D, B Mowrey and E Young, 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 7 de febrero de 2012)