



LA JUSTA MEDIDA

La brotación en cerezos depende de la acumulación de frío y de calor, en un proceso continuo y dinámico. Análisis del efecto de inviernos más cálidos y primaveras más frías



Álvaro Sepúlveda
Ingeniero Agrónomo



Loreto Arenas
Ingeniero Agrónomo



Daniela Simeone
Ingeniero Agrónomo



Mauricio Fuentes
Ingeniero Agrónomo

Centro de Pomáceas **Universidad de Talca**

El título le hace un guiño a la célebre frase atribuida a Aristóteles: “La salud es la justa medida entre el calor y el frío”. Una buena brotación de árboles caducifolios es el resultado de la exposición a determinada cantidad de frío invernal y calor en primavera. Sin embargo, en las temporadas recientes no se ha dado esa combinación en la medida requerida, con efectos negativos en el avance de la fenología de los frutales.

A raíz de los cambios previstos en el clima, diversas zonas productoras del mundo, así como en el centro sur de Chile, han experimentado inviernos menos fríos a los habituales. Esto ha despertado el interés en la aplicación de modelos en base al concepto de interacción frío/calor que permitan explicar el efecto de estos cambios en el comportamiento de los frutales.

Las variaciones extremas que ha experimentado el clima en años recientes, dado por los ciclos naturales, como la Oscilación del Sur El Niño, y efecto del cambio climático, han generado incertidumbre acerca de cómo se comportarán los árboles en cada temporada. Hace más de una década se preveía que uno de los efectos del cambio climático sobre la fruticultura sería una menor disponibilidad de frío en invierno en distintas zonas productivas, lo que tendría un impacto negativo sobre la producción en la medida que la exposición de frío no fuera suficiente para suplir las necesidades mínimas de determinada especie frutal, es decir su requerimiento por frío.

LAS TRES ETAPAS DEL RECESO

Durante el invierno los árboles de hoja caduca eliminan sus hojas y entran en receso. En este estado cesan su crecimiento como mecanismo de sobrevivencia frente a las condiciones desfavorables del invierno. Es un proceso continuo en el que se distinguen tres etapas que ocurren en forma secuencial. En una primera fase, los árboles se preparan para la entrada en receso: captan el acortamiento de los días y las bajas temperaturas, movilizan nutrientes y otros compuestos, entre ellos inhibidores como ácido abscísico (ABA), desde las hojas hacia las ramillas.



Desde **1986**

*Cuidamos tu fruta
para que el mundo
disfrute sus sabores y
desde ahora también*



**ATS
AGRO**

UNA DIVISIÓN DE ATS - INTECH

www.atsintech.com

Figura 1: Curva que representa la relación entre las cantidades de frío y calor necesarias para floración (Pope et al., 2014).

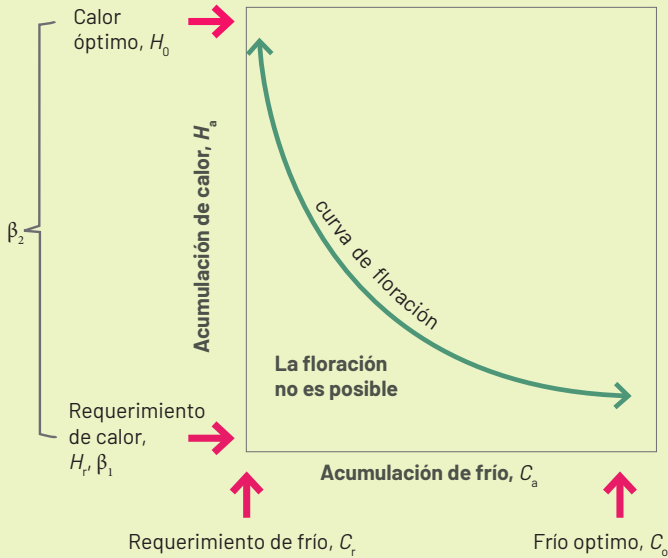
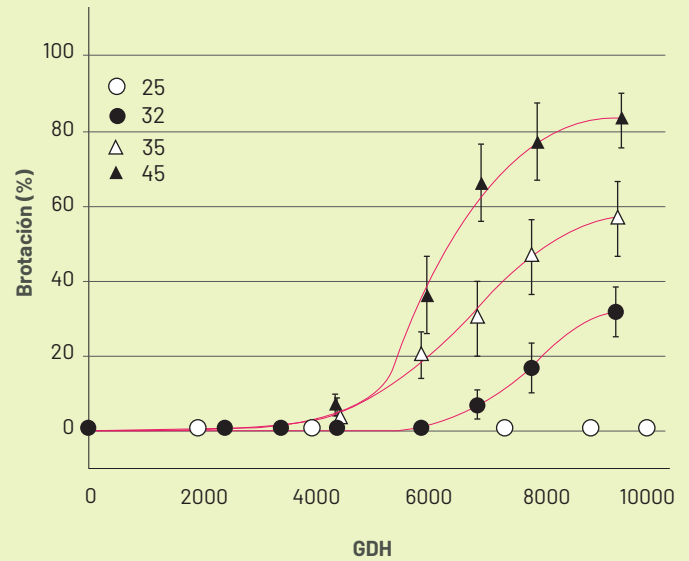


Figura 2: Porcentaje de brotación de ramillas de cerezos Santina recolectadas expuestas a diferentes porciones de frío y sometidas a calor (GDH) en cámara de crecimiento.



El cese de la actividad fotosintética, la polimerización de azúcares, el bloqueo del transporte y la acumulación de inhibidores como ABA, con la subsecuente caída de hojas marcan el inicio de la fase de endodormancia o dormancia profunda. En este estado no hay crecimiento por condiciones internas de la yema, por lo que no brotarán aún en ambientes favorables. La exposición a condiciones propias del invierno degrada los inhibidores, se reduce su síntesis, y la yema pasa al estado de eco dormancia, es decir, esta tiene capacidad de brotar, pero no lo hará mientras se mantengan las condiciones invernales. Las yemas crecerán una vez que los días sean más cálidos y luminosos en primavera.

La forma de seguir el avance del receso es mediante la cuantificación del frío invernal. Para ello se dispone de diversos modelos, los

más utilizados son: Horas de frío bajo 7°C, Unidades de frío Richardson o Utah, y Porciones de frío según el modelo Dinámico. Especies y cultivares tendrán diferente umbral de frío para alcanzar la capacidad de brotar. Luego, necesitan acumulación de calor, la que puede ser cuantificada con modelos como Grados día (GD) y Grados hora de crecimiento (GDH).

MODELO FRÍO-CALOR

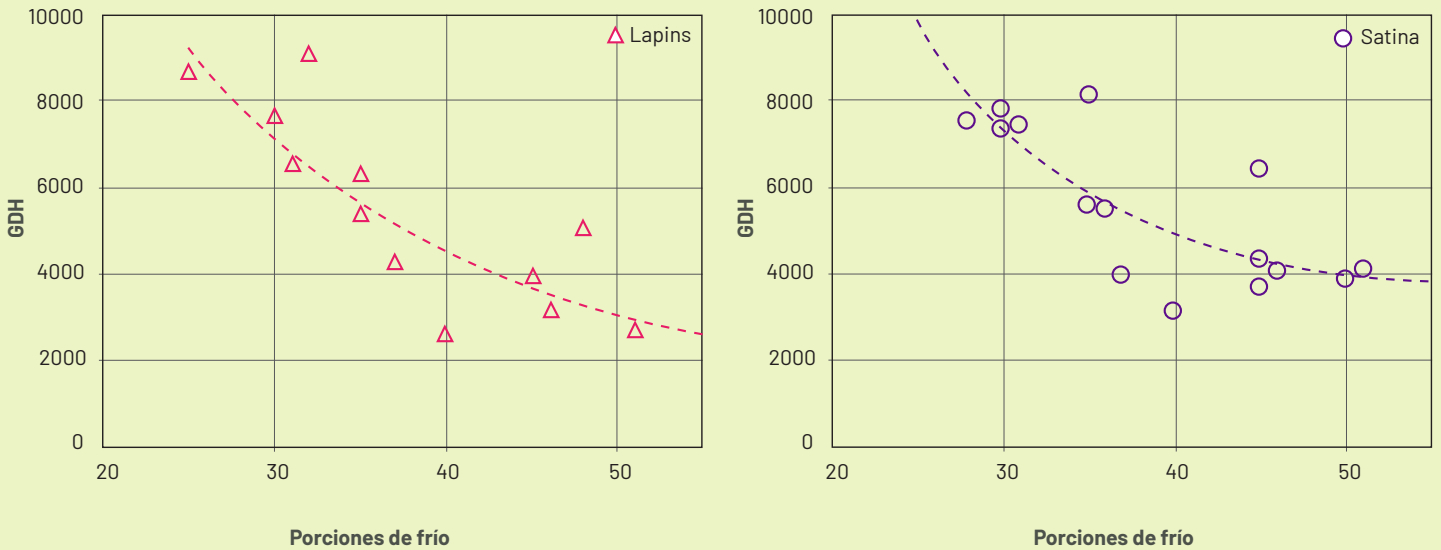
Antes del cambio de siglo, las cantidades de frío en receso y calor en post receso de los árboles frutales de hoja caduca se expresaban como eventos sucesivos e independientes.

En los 2000, el investigador Eduardo Tersoglio del INTA, en Mendoza, mostró que yemas de cerezos Bing con más exposición a frío en invierno requerían menos calor para brotar. En 2010, inves-

tigadores del US Forest Service, liderados por Connie Harrington, propusieron un modelo de interacción o compensación entre la cantidad de exposición de frío y calor para la salida de la dormancia de una especie conífera. Este modelo posteriormente se aplicó a frutales por el grupo de investigación liderado por el profesor Ted DeJong, en California, y publicado en 2014 (Figura 1).

El modelo indica que a medida que aumenta la exposición a frío en la endodormancia, las yemas aumentan su capacidad de brotar, lo que se consigue con la posterior exposición a calor. Sin embargo, cuanto más frío experimenten las yemas, menos calor requerirán para lograr su brotación. Asumiendo que el paso entre la endo y la ecodormancia ocurre cuando el 50% de las yemas son capaces de brotar, en esta interacción se

Figura 3: Cantidades de frío en dormancia y calor en eco dormancia para alcanzar el 50% de brotación de ramillas de cerezos Lapins y Santina.



pueden reconocer dos parámetros claves en el proceso: requerimiento de frío y de calor. La mínima cantidad de frío para que el 50% de las yemas puedan brotar sin limitación de calor (con máximo calor), sería el requerimiento de frío. Por otro lado, la mínima cantidad de

calor para el 50% de brotación con la máxima cantidad de frío sería el requerimiento de calor.

El modelo de interacción frío/calor permite entender el receso como un proceso continuo y dinámico. Además, sugiere una compensación en el avance fenológico. Es decir,

una primavera cálida compensará una eventual baja acumulación de frío en invierno, y viceversa.

Con apoyo de FIC Maule, y mediante la técnica de brotación forzada en cámara de crecimiento, se están determinando los requerimientos de frío y calor de cultiva-

¡Cuida tus cultivos y reduce el descarte de fruta!



SunReflex



Protección
Protección contra quemaduras por golpe de sol y estrés por calor



Formulación
Formulado con carbonato de calcio micronizado, biosilicio y pigmentos minerales reflectantes



Rendimiento
Mayor rendimiento en condiciones de estrés y vida postcosecha de la producción



Sustentable
Optimiza el uso de agua



www.atsa.cl



Foto 1. Recolección de ramillas y brotación forzada en cámara de crecimiento.



Foto 2. Floración extensa de cerezos en 2023 resultado de un invierno limitado de frío seguido de una primavera de temperaturas moderadas.

AGRADECIMIENTOS

Al Gobierno Regional del Maule, por su apoyo mediante el Proyecto FIC (BIP 40.047.267-0) "Inteligencia Artificial aplicada al monitoreo del comportamiento de nuevos cultivares de cerezos y manzanos en potenciales zonas productivas de la Región.

REFERENCIAS

Harrington, C.A., Gould, P.J., St.Clair, J.B. 2010.

Modeling the effects of winter environment on dormancy release of Douglas-fir. *Forest Ecology and Management* 259: 798-808.

Pope, K.S., Da Silva, D., Brown, P.H., DeJong, T.M. 2014.

A biologically based approach to modeling spring phenology in temperate deciduous trees. *Agricultural and Forest Meteorology* 198-199: 15-23.

Tersoglio, E., Naranjo, G. 2009.

Identificación del inicio de la ecodormancia en cerezo variedad "Bing". *ITEA* 105: 272-281.

res de cerezos y manzanos de reciente introducción (Foto 2). Se eligieron porciones de frío y GDH para cuantificarlos, en línea con la preferencia de la mayor parte de los expertos por estos modelos. Así, es posible construir curvas de respuesta al calor para ramillas recolectadas con diferente cantidad de frío en el invierno, con diferente exposición a frío (Figura 2). Con las cantidades de frío y calor para el 50% de brotación se puede ajustar, a su vez, una curva con la cual estimar los requerimientos de frío y calor para cada cultivar. Si bien, el factor más determinante en el valor del requerimiento de frío está dado por la especie y el cultivar, también variará dependiendo del vigor del árbol (portainjerto, edad).

En el huerto, se debe establecer el momento de entrada a la endodormancia para iniciar el recuento de frío y comparar la acumulación de frío actual con el requerimiento de frío de cada cultivar. En manzanos se ha establecido y medido que el inicio de la endodormancia es cuando el árbol exhibe el 50% de caída de hojas. En cerezos hay diferentes posiciones para fijar el inicio del recuento de frío. Quizás sea menos relevante que en manzanos, en los que se pueden encontrar a la vez cultivares sin hojas y otros sin cosechar en otoño. La entrada en receso de cerezos, que se hace patente con la caída de hojas, está regulada por el acortamiento de los días y las bajas temperaturas.

Con datos de dos temporadas y cuatro huertos de la Región del Maule, se ajustaron las curvas de frío y calor de Santina y Lapins (Figura 3). Si bien, con mayor cantidad de datos se podrá obtener un ajuste más aproximado, con las tendencias graficadas se puede dimen-

sionar el comportamiento de ambos cultivares. Santina, pese a mostrar requerimientos de frío en endodormancia similares a Lapins, su necesidad de calor para brotar cuando contó con abundante frío es mayor. Así, Santina expresará su potencial para el avance fenológico en zonas con primaveras cálidas. A su vez, Lapins podrá cultivarse en localidades con menor acumulación de calor en primavera.

USO DE CUBIERTAS

En las últimas temporadas las condiciones meteorológicas fueron contrastantes: el invierno 2023 fue de limitada acumulación de frío y la primavera fue fría hasta diciembre. Ocurrió la peor combinación, puesto que no hubo compensación entre frío y calor para normalizar el avance fenológico. Los cerezos en cuarteles con algún sistema de modificación ambiental, como malla sombra en receso, túneles o cubiertas con cierres perimetrales, que favorecieron la acumulación térmica en primavera, tuvieron mejores cifras productivas.

En 2024, con condiciones invernales más típicas (días nublados y lluvias hasta junio, bajas temperaturas y niebla), los sistemas de modificación ambiental no marcaron la diferencia, y en ocasiones, por el contrario, fueron contraproducentes. Con bajas temperaturas, árboles bajo malla sombra pueden mostrar levemente más temperatura que al aire libre. Asimismo, las cubiertas plásticas desplegadas en primavera no producirán la diferencia al disponer de alta acumulación de frío en invierno, y sin ese aporte, su uso puede ser cuestionado, dada la reducción en la radiación solar que generan. ☹

COMAGRO AMÉRICA



CHILE



USA



COLOMBIA



ECUADOR



PERU



MEXICO



GUATEMALA



HONDURAS