

INFORMACIONES TECNICAS

Dirección General de Desarrollo Rural

Centro de Transferencia Agroalimentaria

Núm. 224 ■ Año 2010



Necesidades de frío invernal de los frutales caducifolios



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural. FEADER



**GOBIERNO
DE ARAGON**

Departamento de Agricultura
y Alimentación

1. Introducción

El reposo o dormancia (Lang et al., 1987), es la suspensión temporal visible del crecimiento de cualquier estructura de la planta que contenga un meristemo. A nivel de semillas, se utiliza el término latencia.

El reposo forma parte del ciclo anual de los frutales de hoja caduca y es inducido por las bajas temperaturas del otoño, junto al acortamiento del día.

La duración del reposo es dependiente, entre otros factores, de la especie y variedad. Dentro de un individuo, éste varía en función del tipo de yema, su ubicación en la planta y edad.

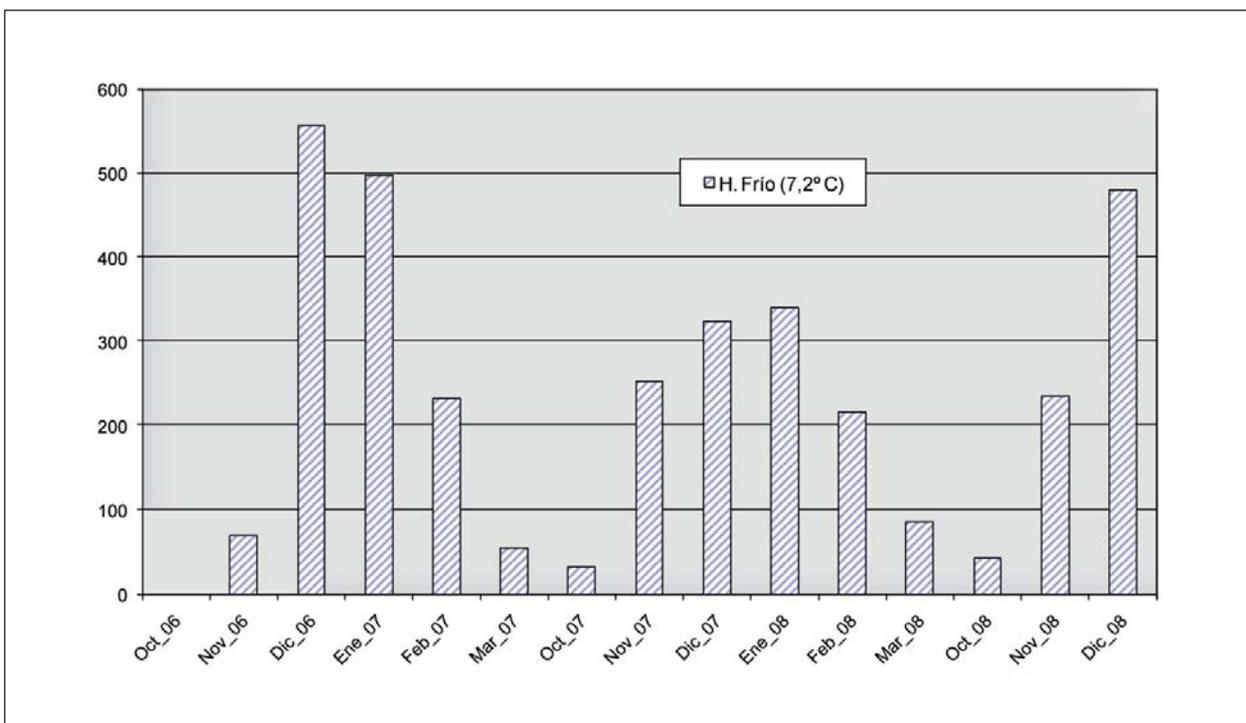
En Aragón, la preparación para el reposo puede iniciarse en Agosto, con la disminución del día (equinoccio de verano), aunque la planta sólo lo llega a percibir algunas semanas después.

En manzanos se ha propuesto que las hojas serían los órganos encargados de percibir esta señal, que es transmitida a la yema y acumulada en forma de inhibidores, en las brácteas.

Para las principales zonas de cultivo de frutales de Aragón, el recuento de horas de frío debería iniciarse cuando la planta muestre una caída de hojas significativa (sobre el 50%). Como este parámetro es difícil de cuantificar, el cómputo se inicia después de la primera helada. Posteriormente, para salir del reposo e iniciar la actividad, la planta requiere acumular una cantidad de “Horas Grado Días (GDH)” (en general, a partir de 10 °C).

En Caspe, la acumulación mensual de “horas frío”, en base a 7,2° C (HF), se indica en el **gráfico 1**.

Gráfico 1. Acumulación mensual de “horas frío” (7,2° C) en Caspe (Oct. 2006 a Dic. 2008)



(Fuente: Elaboración propia con datos de la estación climática “El Salto”).

De los datos anteriores se observa que entre los meses de Diciembre y Enero se acumula la mayor cantidad de frío.

Recordar que, en general, el tratamiento para la ruptura del reposo de variedades exigentes en frío hay que hacerlo 6-7 semanas antes de la floración, cuando más del 60% de las necesidades de frío de la variedad están cubiertas. En muchas variedades de cerezo el tratamiento se realiza antes de la segunda quincena de enero.

2. Cálculo de Horas-Frío

Existen diferentes modelos que intentan predecir la ruptura del reposo; en la actualidad esos modelos contemplan rangos de temperatura con diferente eficiencia en la acumulación de frío.

Para salir del reposo, la planta requiere acumular frío. Para el cálculo de este requerimiento se emplean diversas fórmulas, de las cuales las más utilizadas son:

- Modelo Weinberger: el término “horas de frío” (HF) se refiere a las horas transcurridas a temperaturas inferiores a 7,2 °C. En principio, el recuento de todas aquellas horas bajo 7,2 °C, se realizaba en base a los datos de un termógrafo ubicado en la propia finca. Actualmente existen modelos de cálculo a partir de los datos diarios de temperaturas de las estaciones climáticas. Cada hora acumulada bajo dicho umbral equivale a una Unidad de Frío.
- Modelo Utah, desarrollado por Richardson et al. (1974) para melocotonero, que considera un rango diferencial de acumulación de frío (**Tabla 1**).

Cada hora acumulada bajo dicho umbral equivale a una Unidad de Frío.

- Modelo Carolina del Norte, desarrollado por Shaltout y Unrath, 1983, para manzanos (**Tabla 2**).

El modelo de Utah, no se adapta a zonas con inviernos benignos, por lo que se han desarrollado modelos alternativos (Modelo dinámico, **Tabla 3**).

Tabla 1. Eficiencia en unidades de frío de diferentes temperaturas en melocotonero (Richardson et al., 1974)

Rango de Temperatura (°C)	Unidades de frío
1,4	0
1,5 - 2,4	0,5
2,5 - 9,1	1
9,2 - 12,4	0,5
12,5 - 15,9	0
16 - 18	-0,5
19,5	-1
21,5	-2

Tabla 2. Eficiencia en unidades de frío acumuladas a diferentes temperaturas en manzano “Starkrimson”.

Temperatura (°C)	Unidades de frío
-1,1	0
1,6	0,5
7,2	1
13,0	0,5
16,5	0
19,0	-0,5
20,7	-1
22,1	-1,5
23,3	-2

Tabla 3. Modelo dinámico para el cálculo de horas frío (Sudáfrica)

Rango de Temperatura (°C)	Unidades de frío
<1,4	0
1,5 - 2,4	0,5
2,5 - 9,1	1
9,2 - 12,4	0,5
12,5 - 15,9	0
16 - 18	-0,5
>18	-1



3. Requerimiento en frío de las plantas

En frutales de hoja caduca, una defoliación anticipada en el otoño, reduce el tiempo de reposo. En melocotonero, las plantas podadas florecen antes que las no podadas, por eso se deben podar al final de la estación de reposo si nos encontramos en una zona con riesgo de heladas tardías.

La necesidad de temperaturas bajas para desencadenar los procesos de desarrollo de los cereales se denomina vernalización (Karsai et al., 2005). En variedades sensibles, la vernalización reduce la cantidad de grados día que deben acumularse para alcanzar el espigado.

La respuesta de la planta es acumulativa, dependiente sobre todo de la duración de la vernalización y varía con cada variedad.

Las plantas sensibles a vernalización retrasan la floración si no son expuestas a bajas temperaturas, normalmente 4-8° C. Estas plantas normalmente germinan al comienzo de la época fría del año y permanecen en estado vegetativo hasta que las temperaturas vuelven a subir. Los mecanismos genéticos que regulan la respuesta a vernalización y el fotoperiodo, hasta hace poco tiempo, se creían inciertos. Las necesidades de vernalización para la cebada en nuestra latitud son de tipo cuantitativo, por lo que el frío únicamente estimula o acelera la iniciación floral, floreciendo más tarde si no ha habido tratamiento previo de frío.

Tabla 4: Requerimiento en frío de especies frutales de hoja caduca (n° horas <7,2°C)

Especie	Mínimo	Máximo
Almendro	100	500
Avellano	800	1600
Ciruelo europeo	700	1600
Ciruelo japonés	100-600	1000
Albaricoquero	200-500	900
Melocotonero**	100-400	1100
Cerezo	500-800	1500
Manzano	200-800	1700
Membrillero	100	500
Nogal*	400	1500
Peral	500	1500
Vid	100-500	1400

**Las variedades californianas tienen requerimientos de 300 HF

* Las más difundidas entre 600-800 HF



4. Síntomas de falta de frío

Diversos son los síntomas de la falta de frío en los frutales. Uno de los más evidentes es el retraso en la brotación, especialmente de los órganos vegetativos. Ello podría ser la causa de una alta caída temprana de fruta, al no disponer la planta de nutrientes en forma suficiente y oportuna, por falta de superficie foliar (fotosíntesis).

En árboles jóvenes se puede observar una menor brotación de yemas, las que saldrán más vigorosas, causando un retraso en la precocidad de las plantas.

Debe considerarse que no todas las plantas de una variedad ubicadas en un mismo sector de la plantación requieren la misma cantidad de frío: aquellas más vigorosas serían más exigentes que las más débiles.

Dentro de una misma planta ocurre algo similar, lo que podría significar el desfase entre la floración de los ramilletes de mayo (temprano) y de los mixtos débiles (más tarde).

La ubicación de las yemas dentro de un árbol es importante, especialmente en árboles tradicionales con gran desarrollo de copa, observándose una floración anticipada en la parte inferior de éste.

En un brote anual, las yemas laterales requieren más frío que la terminal, pues están más inhibidas por la yema apical. Esta última, a pesar de brotar más tardíamente sus hojas, posee una mayor cantidad de compuestos estimuladores del crecimiento.

En especies como el melocotonero, se ha contrastado caída de yemas por falta de frío.

5. Mecanismos para romper el reposo

En las actuales circunstancias de “Cambio climático” y ante un posible incremento de la temperatura, será necesario utilizar distintas estrategias y productos autorizados que permitan romper el reposo invernal de las variedades de frutales de hoja caduca exigentes en “frío invernal”, para que los productores puedan obtener producciones rentables.

Cianamida de Hidrógeno

La aplicación de Dormex en pomáceas no ha sido muy usual, a excepción de algunas variedades de peral. Situación opuesta se observa en cerezos, y últimamente, en la vid.

El producto, a dosis de 0,5-3,0%, sólo o mezclado con aceite mineral (1-4%), puede aplicarse de 6 a 8 semanas antes de la floración y al menos 4 semanas antes de brotación.

Nº de registro 18.122 y nombre comercial Dormex. Fecha de inscripción 1989. Fecha límite de venta 18/01/2010.

Dinitro-Orto-Cresol (DNOC)

En dosis de 0,2-0,6% + aceite mineral (2-3%), el DNOC ha sido utilizado en manzanos durante muchos años en Chile y otros países productores de fruta. La ventaja del DNOC frente al Dormex es que su aplicación puede diferirse hasta el momento de yema hinchada, situación en la cual se puede establecer con más certeza la magnitud de la falta de horas de frío. Su efecto, sin embargo, no es tan consistente como el del Dormex.

Las temperaturas reinantes después de la aplicación son cruciales, debido que el calor estimula la respiración de la yema, acelerando la condición de anaerobiosis y con ello un mayor efecto del producto. Bajo 12 °C, la efectividad es casi nula. Con temperaturas superiores a 20 °C (con un óptimo en 24 °C), se alcanzarían los mejores resultados.

ACTIV Erger

CALCIO 8%. SL. Soluciones de calcio quelatado por compuestos orgánicos.

Fórmula 7. Composición: N total 15% (N nítrico 9%, N ureico 6%); calcio 8%. Densidad 1,28 g/cc. pH 5'8. Abono nitrogenado con elevado contenido en calcio para utilizar en mezcla con ERGER D y ERGER GRAPE en tratamientos dirigidos a interrumpir la dormancia en cerezo, melocotonero, nectarino y vid.

Dosis por vía foliar:

- Asociado con ERGER D, **melocotonero y nectarino**, 7 l/ha.
- Asociado con ERGER GRAPE: en **cerezo**, 8 l/ha; en **uva de mesa y vid para vinificación**, 16 l/ha.

Los productos citados se utilizarán siguiendo las normas que el fabricante fije en cada caso.

El empleo de los productos mencionados obtiene mejor efecto en la medida que se acumule más cantidad de frío.

6. Otras opciones

- Tiourea, Nitrato de Potasio al 5-7%, e incluso Urea al 2% (en manzanos).
- Hormonas, como Giberelinas y Citoquininas (Promalina).
- Riego elevado, que permitiría un enfriamiento por evaporación en la superficie de las yemas (mayor acumulación de frío), así como un lavado de los inhibidores. De ahí que las lluvias (o densas neblinas) caídas durante el otoño-invierno, si bien están asociadas a mayores temperatura ambiente, pueden tener un efecto positivo en la salida del reposo de los frutales, situación que no ha sido debidamente evaluada y considerada.
- Poda tardía, especialmente de despunte, pues atenúa el efecto inhibitorio de la yema terminal, la cual, por poseer más promotores de crecimiento, requiere menor cantidad de frío para brotar.
- Defoliación prematura de los árboles en el otoño, con la finalidad de disminuir la cantidad de inhibidores potenciales que acumularía la yema. Para ello puede usarse Sulfato de Cobre o de Cinc a dosis elevada (3-5%).
- Cobertura de plantas con plástico a la salida de invierno, lo que si bien no ayuda a la acumulación de frío, sí lo hace con las horas de calor, homogenizando la floración y adelantándola.

9. Efectos negativos de la falta de frío sobre la producción de fruta

En variedades exigentes, la falta de frío hace que los meristemas no puedan captar el nivel de nutrientes suficientes, y los foto-asimilados y nutrientes se dirigen a otros tejidos. En consecuencia no se produce la ruptura de la latencia por no recibir suficiente estímulo de frío.

En la vegetación:

- 1) La brotación no es uniforme y se retrasa.
- 2) Muchas yemas vegetativas no brotan, quedando latentes, aunque pueden hacerlo más tarde.
- 3) Los brotes crecen más débiles.
- 4) Las yemas laterales no abren y la planta presenta un desarrollo más vertical (acrotonía).

En el árbol:

- 1) Retraso en la entrada en producción.
- 2) Desenfrenado crecimiento vegetativo.
- 3) En frutales de pepita, pocos dardos.
- 4) Excesivo uso de reservas.
- 5) Poco desarrollo foliar, con mayor daño de sol.

En las flores:

- 1) La floración se retrasa, se extiende y no es uniforme.
- 2) Como consecuencia de lo anterior, las variedades no coinciden en el tiempo de floración, afectando el cuajado.
- 3) Las flores más débiles caen antes de cuajar, tienden a ser deformes, multiovuadas.
- 4) El polen es poco viable.
- 5) En el melocotonero y otros frutales de hueso, muy sensibles a la falta de frío, se observa caída de yemas.

En la fruta:

- 1) Maduración irregular.
- 2) Menores producciones.
- 3) La calidad de la fruta se ve afectada:
 - menor tamaño.
 - pobre coloración (menor disponibilidad de carbohidratos para nutrirla).
 - menor firmeza (menor densidad celular en los tejidos en formación).



Resumen

El conocimiento de la acumulación de horas frío en un área determinada es muy importante a la hora de tomar decisiones sobre las variedades de cada especie de frutales que podemos cultivar asumiendo los mínimos riesgos.

El modelo Weinberger de horas-frío (HF), actualmente empleado como indicador agroclimático en Aragón, resulta de utilidad para contrastar efectivamente las condiciones climáticas de algunas áreas de cultivo de especies y variedades exigentes en frío invernal. Al utilizar el modelo de Utah se obtienen valores negativos, ya que precisamente, con este modelo el efecto del frío es anulado por las altas temperaturas. Sin embargo, una modificación de este modelo, denominado Unidades de Frío Positivas (UPF), en que los valores negativos se omiten, muestra diferencias en el frío acumulado entre distintas áreas de cultivo, pero las diferencias son pequeñas y se expresan sólo a partir del mes de Diciembre.

En Aragón, en las zonas mas precoces con inviernos fríos, el modelo más adecuado y sencillo para determinar las Unidades de Frío (HF) es el de Weinberger (7,2 °C).

En determinadas áreas de Aragón que se cultivan cerezos de maduración muy temprana, la obtención de producciones competitivas (cantidad y calidad) hacen necesario, algunos años, el uso de productos químicos para romper el reposo invernal de las variedades exigentes.

El total de horas frío acumuladas durante el periodo de reposo es importante, pero tiene mayor importancia su distribución a lo largo del citado periodo. En nuestras condiciones, más del 50% del total de horas frío se deben acumular antes de finalizar diciembre, ya que a mediados de enero hay que realizar tratamientos para romper el reposo de la mayoría de variedades de cerezo en zonas tempranas.

La aplicación del Modelo Dinámico, que considera que el frío se acumula en forma irreversible, como quantum o Porciones de Frío (PF), demuestra que el frío invernal acumulado en las regiones templadas es el doble que en las regiones subtropicales, y que las diferencias se expresan desde los inicios del otoño, haciéndolo así particularmente aplicable para zonas subtropicales.

Bibliografía

- DENNIS, E.G. 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.
- FRÍAS, M. 2006. Requerimiento de frío en frutales. Pomáceas. Bol. Téc. 6(4). Junio. 3 p.
- GIL, G. Fruticultura. 1997. El Potencial Productivo. Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía. P.U. Católica de Chile. 342 p.
- LAVEE, S. 1973. Dormancy and bud break in warm climates; considerations of growth regulator involvement. Acta Hort. 34:225-234.
- Los árboles frutales. Ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. 2007. Facultad de Agronomía-Universidad de Buenos Aires.
- PEEREBOOM VOLLER, C. 2002. Programando la firmeza de la manzana. Revista Frutícola 23(2): 68-69.
- YURI, J.A. 2002. El reposo en frutales. Pomáceas. Bol.Téc. 2(4), Julio. 4 p.
- VOLLER, C. y YURI, J.A. 2004. Reposo y calidad de fruta. Pomáceas. Bol.Téc. 4(3), Mayo. 4 p.

Autor:

José Luis Espada Carbó

Centro de Transferencia Agroalimentaria

Los ensayos presentados en esta Información Técnica han sido financiados con fondos de la Unión Europea (FEADER) y del Gobierno de Aragón (Programa de Desarrollo Rural para Aragón 2007-2013; Información y formación profesional, medida 111, submedida 1.7)

Los trabajos experimentales se han realizado en el marco de la RED DE FORMACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN AGRARIA DE ARAGÓN

Se autoriza la reproducción íntegra de esta publicación, mencionando sus autores y origen:
Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón.

Para más información, puede consultar al CENTRO DE TRANSFERENCIA AGROALIMENTARIA:
Apartado de Correos 617 • 50080 Zaragoza • Teléfono 976 71 63 37 - 976 71 63 44

Correo electrónico: cta.sia@aragon.es

■ **Edita:** Diputación General de Aragón. Departamento de Agricultura y Alimentación. Dirección General de Desarrollo Rural. Servicio de Programas Rurales.
■ **Composición:** Centro de Transferencia Agroalimentaria. ■ **Imprime:** Los Sitios, talleres gráficos. ■ **Depósito Legal:** Z-3094/96. ■ **I.S.S.N.:** 1137/1730.