

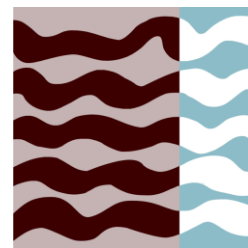
Bases de la producción vegetal

Tema IV La radiación luminosa y térmica sobre los cultivos

Ingeniería agrónoma grado en hortofruticultura y jardinería



Universidad
Politécnica
de Cartagena



ETSIA
Cartagena

Jorge Cerezo Martínez

1. Introducción (constante heliotérmica)

En la etapa: Nascencia-floración, se produce prácticamente todo el desarrollo vegetativo, hay una influencia de otros factores además de la temperatura, como la luz, el fotoperiodismo, termoperiodismo, frío estimulador, etc.

Para tener en cuenta la acción combinada de la temperatura y la duración del día se ha propuesto la utilización en la constante heliotérmica, calculada sumando los productos: temperatura media diaria por la duración del día en minutos.

2. El frío estimulador

El frío disminuye la actividad vital de una planta mientras que está actuando. Su acción estimuladora aparece bastante después.

- Acción estimuladora sobre la planta:
 - Acción del fotoperiodismo
 - Interrupción de letargos
 - Inducción a la floración
 - Interrupción de letargos

Ruptura del letargo de semillas y yemas con la acción del frío (alternancia de temperaturas altas y bajas).

Latencia o letargo expresa la falta de actividad vegetativa de los órganos de la planta, estos letargos pueden ser:

- Letargos verdaderos: O estados de reposo provocados por causas endógenas a las yemas o embriones de las semillas. Inhibición de la brotación o floración y germinación.
- Falsos letargos: La inhibición procede de causas externas, ajenas a la propia yema o embrión.

Los casos de letargo pueden ser:

- En yemas:
 - Estados de quiescencia: debidas a factores ambientales desfavorables, falta de frío invernal, insuficiente humedad. Es un letargo obligado.
 - Inhibiciones por correlación
- En semillas
 - Dureza de tegumentos: Aún estando en condiciones adecuadas, pueden no germinar por la suberización de sus tejidos externos, en cuyo caso pueden aplicársele distintos tratamientos:
 - Tratamiento mecánico: Inmersión en agua fría o caliente.
 - Tratamiento químico: Ablandamiento de membranas.
 - Insuficientemente maduras: recolección muy prematura de las semillas.
 - Inhibidores de la germinación de los embriones: Se eliminan con un lavado con agua clara o con soluciones de NO_3K (0,2%).

3. Inhibidores por correlación

Motivan la incapacidad para la brotación de las yemas basales o axilares, mientras que está en actividad la yema terminal o apical (Fig. 1).

Entonces las yemas que están por debajo de la yema apical están en reposo mientras que está activa aquella. Basta amputarla para que comiencen su brotación.

Este fenómeno se denomina dominancia apical, y es un caso de falso letargo. La acción del frío sólo se manifiesta sobre los letargos verdaderos, y las temperaturas que ejercen estimulación son bajas, pero superiores a 0°C. Estas temperaturas son diferentes para cada especie vegetal, generalmente entre 3-7°C.

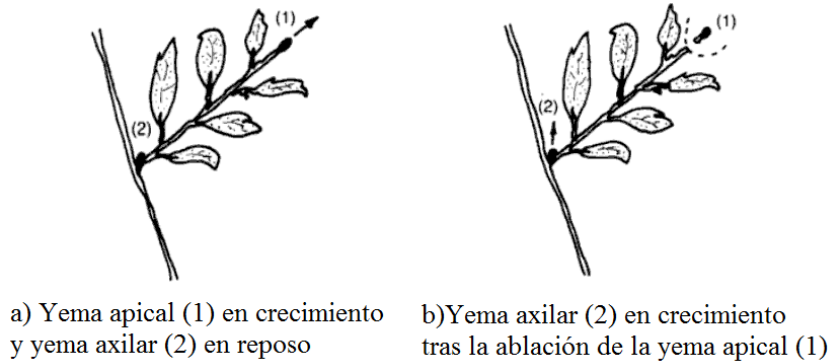


Fig.1.- Falso letargo por la dominancia apical

4. Carácter hormonal del proceso

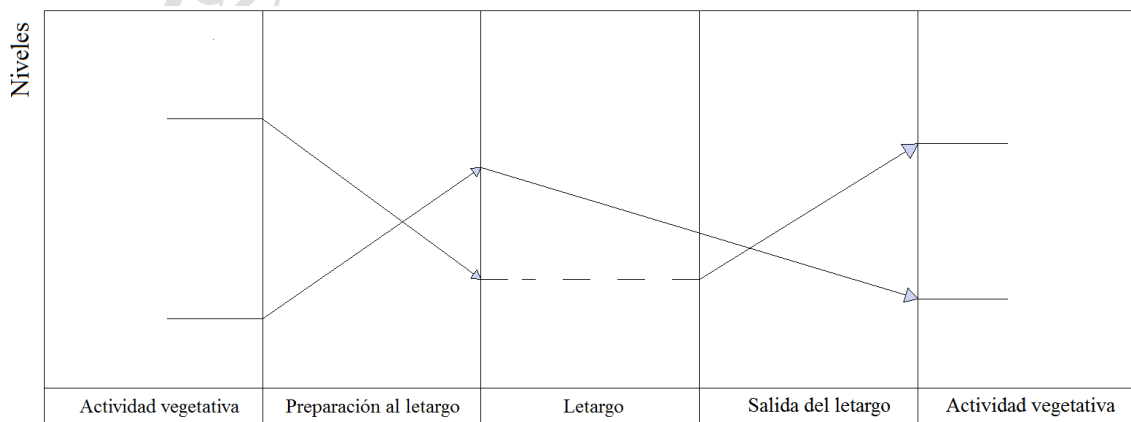
La acción del frío se produce por la destrucción de sustancias inhibidoras, permitiendo la acción de otras sustancias de naturaleza estimuladora, ya que análisis efectuados sobre yemas que han soportado la acción del frío ponen de manifiesto menor contenido en inhibidores del crecimiento.

En las yemas y en las semillas en reposo se comprueba la existencia de elevados niveles de sustancias inhibidoras del crecimiento vegetal, como *ácido abscísico* (ABA), *hidrácida maleica* (MH), *cumarina*, etc.

Por el contrario, en los órganos en crecimiento activo se encuentran elevados niveles de sustancias promotoras del crecimiento vegetal, como *auxinas*, *giberelinas*, *citoquininas*, etc. Es necesario, además, considerar que estos niveles son diferentes para los distintos órganos, siendo, generalmente, mayores en las yemas caulinares, menores en las radicales y, finalmente, mínimos en semillas.

Puede estimularse, asimismo, el crecimiento mediante la aplicación de sustancias químicas de síntesis, emparentadas con las hormonas vegetales: *ácido indolbutírico* (IBA), *indolpropiónico* (IPA), *naftilacético* (NAA), *diclorofenoxiacético* (2,4 D), etc.

En todo momento, el estado de reposo o de desarrollo responde a la interacción de estimulantes e inhibidores. No es el nivel absoluto de uno de ellos el que caracterizará el reposo o el crecimiento activo, sino el nivel relativo de todos ellos. La figura 2 cómo va reduciéndose el nivel de promotores y aumentando el de inhibidores del crecimiento cuando el órgano estudiado se dispone para entrar en letargo. Durante éste, los inhibidores superan a los promotores y sus niveles se invierten para la salida del letargo.



Niveles relativos de promotores e inhibidores del crecimiento vegetal

Promotores del crecimiento: Auxinas, citoquininas, giberelinas, etc.

Inhibidores del crecimiento: Ácido abscísico, hidrácida maleica, cumarina, etc.

Fig. 2.- Niveles relativos de promotores e inhibidores del crecimiento vegetal

Estas sustancias ejercen acción hormonal, ya que puede estimularse la salida del letargo de yemas de ramas no sometidas a la acción del frío con tal que lo hayan sido otras de la misma planta. El carácter puede, asimismo, transmitirse por injerto de ramas estimuladas sobre madera que no haya sido refrigerada.

Asimismo, puede estimularse la germinación de semillas de letargo mediante riego con extractos obtenidos de embriones de semillas previamente refrigeradas.

5. Periodo de reposo en árboles frutales

En los climas templados como el del Sureste y Levante español, el ritmo de crecimiento estacional de los frutales está condicionado fundamentalmente por las temperaturas, pudiendo distinguirse durante su ciclo anual dos periodos claramente distintos:

- El periodo de actividad vegetativa: Empieza al final del invierno o al principio de la primavera con el inicio de la actividad vegetativa y que termina en otoño con el cese aparente de toda actividad, cayendo las hojas en los frutales caducifolios y permaneciendo vestidos los perennes pero sin mostrar ningún tipo de crecimiento.
- El periodo de reposo: Se inicia a finales del otoño y acaba al finalizar el invierno o principios de primavera, con el comienzo de la actividad vegetativa de la planta, caracterizándose porque durante él no muestra actividad aparente alguna, si bien algunos procesos fisiológicos como la respiración continúan realizándose aunque de forma poco intensa.

El periodo de reposo, en los diversos frutales, empieza un tiempo después de haber cesado el crecimiento de verano; y cuando se reproduce la caída de las hojas las yemas están en un estado profundo del que no salen hasta que han experimentado suficiente cantidad de frío invernal.

En la actualidad es aceptado por la mayor parte de los fisiólogos que el mecanismo directo que regula los procesos de actividad/reposo es un balance, en el interior del vegetal, entre promotores e inhibidores del crecimiento. Parece ser que los factores externos al árbol, en especial los climáticos, influyen de manera notable sobre la fisiología de éste, dictándole instrucciones sobre la síntesis de sustancias promotoras o inhibidoras; cuando las cantidades de promotores son altas, los árboles son inducidos a crecer, mientras que si la predominancia es inhibidora se induce al descanso. El papel regulador del ABA en el reposo de yemas y semillas parece ligado al cambio de los niveles de GA y otros promotores, que se elevan marcadamente cuando se han cubierto las necesidades de frío y ha terminado el periodo de reposo.

El acortamiento de la longitud del día al final del verano desencadena el cese del crecimiento en muchas especies. Los periodos de entrada en reposo, reposo, y salida del reposo están acompañados de cambios en reguladores endógenos de crecimiento en el metabolismo, como puede verse en las figuras siguientes 3 y 4, donde se explica cómo durante la entrada en reposo se produce un incremento de los inhibidores al mismo tiempo que se reduce la concentración de promotores del crecimiento; el proceso inverso ocurre durante la salida del reposo, lo que permite la brotación cuando además se dan condiciones de temperatura y humedad favorables.

Se considera que el *periodo de reposo* comienza en los árboles desde el momento en que se detiene el crecimiento vegetativo anual, aún antes del desprendimiento de las hojas. A partir de ese momento las distintas actividades fisiológicas van disminuyendo hasta parar casi totalmente. Esta detención es casi total en la parte aérea pero parece ser que no tiene lugar de manera tan acentuada en la parte subterránea, en la que el crecimiento y otras funciones continúan presentándose aunque a ritmo menor. En efecto, la actividad del sistema radicular se prolonga durante 2-3 semanas después de la parada otoñal y se inicia 2-3 semanas antes del desborre.

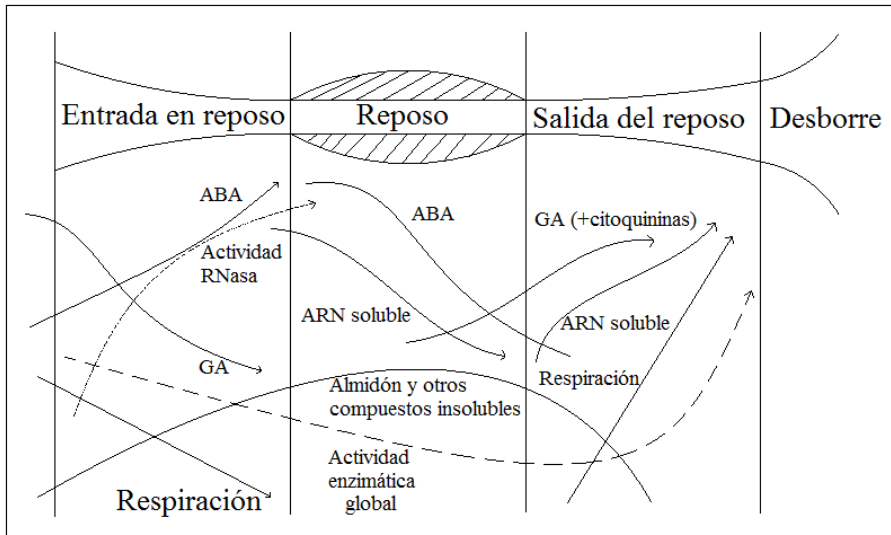


Fig. 3.- Descripción esquemática de la actividad metabólica en relación con el estado de reposo

Las especies caducifolias proceden de climas con estaciones definidas, siendo el periodo de reposo un mecanismo de defensa a las bajas temperaturas invernales. Aquellas se defienden de éstas mediante el agostamiento y endurecimiento de su madera a medida que se acercan al otoño y mediante la caída de las hojas, estado fenológico que nos muestra la entrada en reposo de la planta.

Algunos términos utilizados frecuentemente como sinónimos de reposo presentan matices diferenciales que conviene aclarar. Así, el término **latencia**, es un término general utilizado para denotar el período de inactividad, distinguiéndose varias clases según la causa que la produce:

1. **Quiescencia:** Cuando las yemas permanecen latentes a causa de condiciones externas desfavorables al crecimiento (por ejemplo, temperatura, agua disponible, fotoperíodo).
2. **Inhibición por correlación:** Cuando las yemas no crecen por la acción inhibitoria de otra parte de la planta (por ejemplo, latencia de yemas laterales debido a la dominancia del brote terminal o dominancia apical).
3. **Reposo:** Cuando las yemas están latentes a causa de condiciones fisiológicas internas que impiden el crecimiento incluso si las condiciones externas son favorables al mismo. Temperaturas bajas por encima de 0°C conducen a la salida del reposo.
4. **Entrada en reposo:** La transición de quiescencia a reposo profundo en otoño.

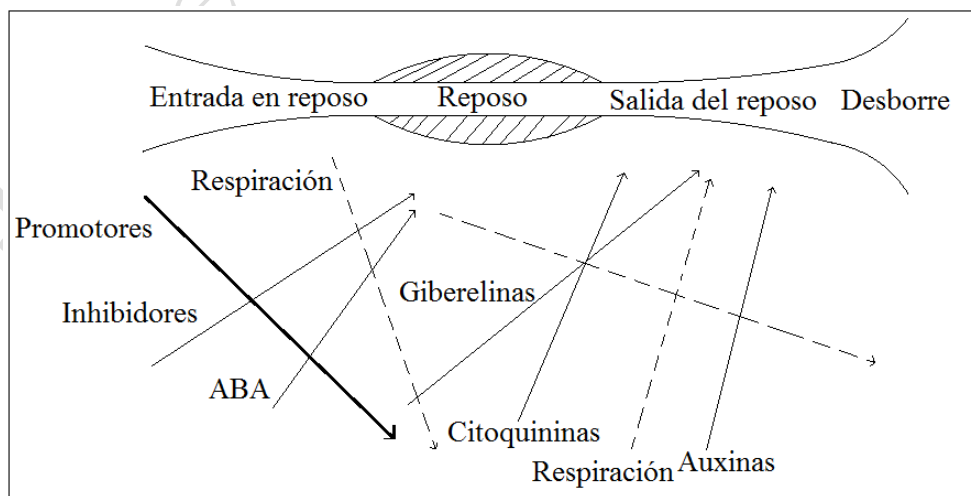


Fig. 4.- Descripción esquemática de la actividad metabólica en relación con el estado de reposo

6. Consecuencias prácticas

La exigencia de frío de yemas o embriones para salir del letargo puede ser un mecanismo de defensa particularmente interesante para los vegetales de la zona templada, ya que unos días benignos en inviernos o primavera podrían inducir la brotación o germinación dejando después los brotes o plántulas indefensas ante la acción de las heladas tardías.

Es un hecho comprobado que cada especie, y para mayor precisión aún, cada variedad cultivada, exige haber recibido durante su reposo invernal cierto tiempo de exposición a la acción de temperaturas bajas estimuladoras. Este tiempo se mide como "horas frío" las que la planta está sometida a su acción, considerándose como temperaturas estimuladoras las inferiores a 7°C.

Las horas-frío pueden determinarse acudiendo a fórmulas empíricas que permiten estimar aquéllas a partir de datos meteorológicos:

- Según Mota, el número mensual de horas bajo 7 °C; estudia la correlación entre las horas-frío y la temperatura media de los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero. Puede calcularse mediante la expresión:

$$Y = 485,1 - 28,52X$$

Donde:

Y = Número mensual de horas bajo 7°C

X = Temperatura mensual del mes considerado

- Método de Crossa-Raynaud

$$hf = 24 \cdot \frac{7 - m}{M - m}$$

hf = horas – frío (horas por debajo de 7°C)

M = Temperatura máxima de un periodo de un día (°C)

m = Temperatura mínima de un periodo de un día (°C)

Necesidades de horas-frío de algunas especies

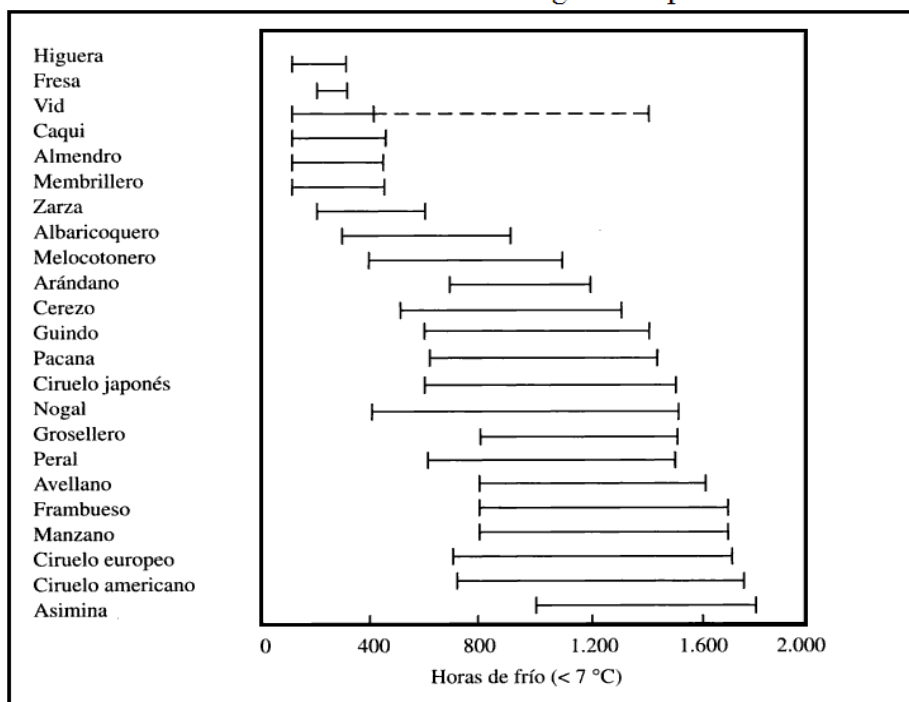


Fig. 5.- Necesidades horas frío de algunas especies frutales.

Así, en el melocotonero la variedad Flordasun presenta requerimientos del orden de 300 a 350 horas-frío, mientras que la variedad May Flower los tiene del orden de 1000 a 1300. Igualmente, en el manzano, la variedad Winter Banana necesita solamente de 400 a 450 horas-frío, siendo las necesidades e la variedad Northern Spy de 1200 horas-frío aproximadamente. Del mismo modo también puede decirse que una misma variedad puede tener distintas necesidades de frío para salir del reposo en zonas distintas, lo que pone de manifiesto la influencia de otros factores distintos de la temperatura para salir del reposo.

Ciertas variedades muestran una gran labilidad respecto a sus necesidades de horas frío, vegetando aceptablemente en un amplio intervalo de valores de horas frío disponibles.

Finalmente, hay que resaltar que otros parámetros ambientales, distintos de las bajas temperaturas, pueden tener una influencia sobre la salida del reposo invernal de los frutales de hoja caduca, aunque sean las temperaturas y el régimen de éstas el factor que mayor peso específico parece tener en el proceso, ya que no todas la temperaturas por debajo de 7°C tienen el mismo efecto, incluso pueden contrarrestar horas-frío cuando superan un determinado nivel durante el periodo de reposo. La influencia ambiental manifiesta claramente al contrastar que una misma variedad puede tener distintas necesidades de frío en distintas regiones o ecologías.

Por último también resulta interesante indicar que la acción de las bajas temperaturas invernales para romper el periodo tiene un efecto puramente local sobre cada yema del árbol, no transmitiéndose éste de una parte a otra de él.

7. Fenómenos que ocasiona la deficiencia de frío invernal

Si las necesidades de frío invernal de cada árbol no son satisfechas, se representarán en la siguiente época de crecimiento desórdenes fisiológicos más o menos importantes, que serán función del déficit de frío que la planta haya sufrido, aunque otros factores como insolación, heladas invernales, etc., pueden disminuir o aumentar los daños propios atribuibles a este déficit de frío en los inviernos templados. Cuando las especies frutales se cultivan en zonas templadas, de inviernos suaves, a las que no están totalmente adaptadas o cuando aún estando adaptadas en ellas se produce un invierno anormalmente suave, en los frutales de hoja caduca se pueden presentar los siguientes síntomas típicos como consecuencia de falta de frío invernal, estudiados por distintos investigadores en multitud de variedades y que se pueden resumir del siguiente modo:

- a) **Retraso en la apertura de las yemas:** Es el efecto menos grave de los que se pueden producir, pudiendo incluso en ocasiones llegar a ser beneficioso para variedades ubicadas en zonas donde las heladas primaverales podrían dañar la floración o la brotación.

Sin embargo, cuando estos retrasos en la apertura de las yemas son excesivos o se produce un desfase entre las brotaciones de las yemas de madera y las de flor, su efecto puede ser perjudicial con mayor o menor gravedad. Considerando que normalmente la apertura de las yemas de madera se realiza con posterioridad a la apertura de las de flor, cuando el retraso en la apertura de las yemas de madera es importante, habiéndose producido la floración, puede llegarse a un agotamiento de las reservas, antes de que la nueva foliación sea capaz de aportar los nutrientes necesarios a los frutos recién cuajados. Por último, un retraso en la apertura de las yemas de flor puede afectar tanto a la polinización, si se utilizan variedades distintas en la parcela, como provocar un cambio en el orden de floración entre las variedades de una zona, como provocar un retraso en la maduración de los frutos respecto a su época normal con lo que incluso su valor comercial podría devaluarse notablemente por entrar en competencia con otras variedades.

- b) **Brotación irregular y dispersa:** Cuando la deficiencia de frío es mayor que en el caso anterior, los retrasos en la apertura de las yemas pueden ir acompañados de irregularidades, pudiendo originarse una brotación irregular y dispersa, tanto en las yemas de flor como en las de madera, debido a las diferentes necesidades de frío de las distintas yemas, según su naturaleza y situación. Resulta normal que las yemas de flor tengan menores necesidades de

frío que las de madera, y dentro de éstas que las terminales abran antes que las laterales y tanto las yemas de flor como las de madera situadas en ramos débiles, abran antes que las que se encuentren en ramos vigorosos.

También irregularidades de crecimiento son más evidentes en manzano y peral que en melocotonero y albaricoquero, ya que en los últimos un tanto por ciento elevado de yemas de flor cae como consecuencia de la falta de frío invernal.

- c) **Caída de yemas:** Es el efecto más grave que puede provocar la falta de frío en los inviernos suaves. Son más sensibles a esta caída melocotoneros y albaricoqueros en los que puede llegar a caer el 100% de las yemas de flor, en menor grado resultan afectados ciruelos japoneses y europeos y, por último, el peral y, aún menos, manzano. Esta caída de yemas no siempre resulta totalmente explicada por la suavidad del invierno. El estado nutricional adecuado o inadecuado puede mejorar o agravar el problema de la caída de yemas; la sequía en otoño o a finales del invierno o la defoliación por el ataque de plagas o enfermedades pueden agravar también el problema de la caída de yemas.

A pesar de la gravedad que sí supone la caída de las yemas, si un 10-20% de las yemas de flor persisten y cuajan en buenas condiciones, la producción puede llegar a ser tan rentable o más que con porcentajes de cuajado superiores en árboles más pequeños en otras zonas.

- d) **Otras anomalías de crecimiento provocadas por falta de frío invernal:** También se han encontrado diferentes anomalías de crecimiento provocadas por la falta de frío invernal como el aborto del estilo, alteraciones en el desarrollo del polen, deformaciones de hojas, aparición de pistilos múltiples que originan frutos múltiples, “chamuscado” de yemas, etc.

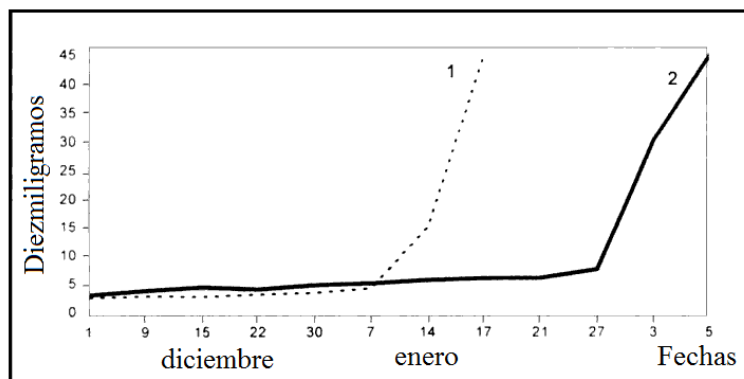
8. Salida del reposo

Para que un árbol frutal de hoja caduca brote con normalidad en primavera, se requiere:

1. Que hayan sido satisfechas sus necesidades de frío invernal
2. Que se presenten condiciones favorables al crecimiento

Como métodos que permiten determinar el momento en que los frutales han superado las necesidades de frío invernal pueden utilizarse la relación entre promotores e inhibidores del crecimiento, el incremento del porcentaje de floración y el incremento del peso seco de las yemas de flor. En la siguiente gráfica puede verse la variación de peso seco en yemas de albaricoquero:

Gráfico 1
Variación del peso seco en yemas de albaricoquero



Un método para determinar el momento en que los frutales han superado las necesidades de frío invernal es el incremento del peso seco de las yemas de flor, saliendo del reposo.

9. Influencia del patrón en las necesidades de frío

Altas necesidades de frío de una determinada variedad pueden ser compensadas mediante la utilización de un patrón de muy escasas necesidades, un cultivo factible en regiones de inviernos benignos.

- Compensadores de frío:
 - Técnicas de cultivo
 - Técnicas de mejora genética

10. Horas-frío (hf)

Las horas frío se definen como el número de horas que pasa la planta, durante el periodo de reposo invernal, a temperaturas iguales o inferiores a un umbral, siendo frecuente que esta temperatura se fije en 7°C. Este umbral, ha sido considerado, en otras ocasiones, dependiendo de la zona y de la especie, entre 4 y 10°C.

Uno de los primeros problemas que se plantean cuando se quieren realizar conteos de horas-frío es: ¿A partir de qué fecha iniciamos el conteo de las horas que pasan los frutales por debajo del umbral fijado y hasta que fecha hemos de seguir contabilizando? La respuesta no es siempre fácil, tomándose, generalmente, como fecha para el inicio del conteo el estado fenológico de “caída de hojas”, aunque se sabe que en este momento la planta ya puede estar en proceso de reposo y, por tanto, acumulando frío para la salida del mismo; también puede tomarse como fecha el inicio del reposo y, por tanto, el inicio del conteo el 1 de noviembre o la fecha media de primera helada. Por otro lado, el conteo de horas-frío finaliza cuando la planta ha cubierto sus necesidades de frío invernal, pero la determinación de esta fecha también puede conducirnos a cierto error, sobre todo si esperamos ver síntomas externos como el desborre, ya que éste se producirá un tiempo después de haberse cubierto las necesidades de frío; por tanto, otros métodos como el rápido incremento de peso seco que sufren las yemas tras cubrir sus necesidades de frío invernal resultan adecuados para marcar la fecha final del reposo. Esta fecha se sitúa, admitiendo un cierto error, en las diversas zonas frutícolas:

- El 1 de febrero en zonas templado-cálidas.
- El 15 de febrero en zonas templadas.
- El 1 de marzo en zonas frías continentales.

11. Inducción a la floración por acción del frío

• **Vernalización**

Se observó que entre los factores invernales, son las bajas temperaturas las determinantes de la floración de los cereales de invierno. Se comprueba que aquélla se produce en las razas de invierno con más precocidad si han sido sometidas, previamente, a tratamientos con temperaturas bajas. Después de una serie de investigaciones se fija el nombre de Vernalización a un proceso fisiológico que permite a los vegetales, bajo la acción del frío, adquirir la aptitud para formar posteriormente sus flores.

Algunas especies pueden vernalizarse en estado de semillas, desde los primeros momentos de su desarrollo son sensibles a la acción de las bajas temperaturas. Otras no son vernalizables en estado de semillas.

Los modelos de vernalización pueden esquematizarse de la siguiente forma:

1. Especies monocárpicas
 - 1.1. Vernalizables en semillas
 - 1.2. No vernalizables en semillas
 - 1.2.1. Bisanuales en roseta
 - 1.2.2. Bisanuales caulescentes

2. Especies policárpica

En las especies del primer grupo, monocárpicas, una vez satisfechas sus necesidades de frío, y cumplida cualquier otra exigencia relacionada con la floración se produce ésta y la planta no sobrevive a la fructificación: son plantas de una sola fructificación.

- **Especies monocárpicas vernalizables en semillas**

Pertenecen a ellas los cereales de invierno (trigo, cebada, centeno y avena). Aceptan la acción del frío desde los primeros momentos de desarrollo, un ejemplo es el trigo con tratamiento artificial.

- Se provoca el inicio de la germinación de las semillas: Sustrato húmedo (50-55% de absorción de agua con respecto a su peso seco) y a temperatura entre 10-15°C.
- Al iniciarse la germinación, se interrumpe ésta colocándola a 2°C (40-45 días) para una variedad de invierno; (15 días) si es de primavera.
- El efecto del frío es acumulativo: es igual al tratar la semilla durante 30 días consecutivos o durante 3 periodos de 10 días, separados por tiempos de reposo.
- En los tiempos de reposo las temperaturas a las que se somete la plántula pueden ser:
 - Temperaturas neutras. No inductoras de floración pero no negativas.
 - Temperaturas desvernalizantes. Borran la acción de las bajas temperaturas sobre la inducción floral.

Para cereales de invierno se consideran neutras las temperaturas hasta 15-16°C, mientras que superiores a 18°C son desvernalizantes. En ellos es posible una revernalización.

- **Especies monocárpicas no vernalizables en semillas**

La característica general de este grupo de plantas es su incapacidad para recibir el efecto del frío estimulador en el estado de semilla, ya que requieren un cierto desarrollo vegetativo, es necesario que hayan superado su “fase juvenil” y alcanzado su “madurez para la vernalización”.

Por su diferente comportamiento, conviene distinguir entre las especies bisanuales en roseta y caulescentes. En las primeras solamente se formará la raíz y una roseta de hojas durante el primer año, siendo necesario esperar al segundo año para que se formen tallo y las flores. En las especies en roseta la aparición del tallo es prelude inmediato de floración.

En las especies bisanuales caulescentes pueden formarse, durante el primer año, la raíz, hojas y tallo sin que la aparición de éste sea prelude inequívoco de floración. Las flores aparecerán durante el segundo año y, con ellas, se continuarán las fases reproductoras hasta completar el ciclo vital de la planta en dos años.

El estudio detallado del comportamiento de estas especies ante el frío estimulador permite hacer las siguientes consideraciones:

- **Especies bisanuales en roseta**

La más representativa de las especies de este grupo es la remolacha (*Beta Vulgaris L.*). La remolacha forma durante el primer año la raíz y una corona de hojas y, ya en el segundo año, emite el tallo floral. Para el aprovechamiento industrial de este cultivo interesa producir raíces voluminosas de alto contenido en materia seca y ricas en azúcares.

En consecuencia, no interesa que aparezca el tallo, pues la formación de flores y posterior fructificación se hace, en buena parte, a expensas de los azúcares acumulados en la raíz. En el cultivo de la remolacha azucarera se denomina “subida” y se considera un accidente el que la planta emita el tallo y florezca durante el primer año. Se ha comprobado que temperaturas relativamente bajas (10 a 12°C) sufridas por la planta en los inicios de su desarrollo, unidas a una duración prolongada del periodo de iluminación (día largo) favorecen la subida.

– **Especies bisanuales caulescentes**

A este grupo pertenecen las especies cultivadas del género *Brassica*. En estas especies el tallo puede formarse durante el primer año y el alargamiento de sus entrenudos no es preludio de floración inmediata.

De los primeros estudios realizados se aplicó a las coles de Bruselas (*Brassica oleracea L.*), llegando a las siguientes conclusiones en relación con los factores que regulan su floración:

- La refrigeración de semillas es ineficaz.
- La aptitud de la planta para ser estimulada por el frío vernalizante se adquiere a partir de la 10-11ª semana.
- Algunas pueden vernalizarse por injerto y algunas florecen por tratamiento con giberelinas.

Factores y condiciones de vernalización	En roseta		Caulescentes	
	<i>Hyosciamus niger</i>	<i>Cenothera biennis</i>	<i>Campanula medium</i>	<i>Brassica oleracea/grammifera</i>
Temperatura	Siempre tibio: No florece	Siempre tibio: No florece	Siempre tibio: Llega a florecer	Siempre tibio: Llega a florecer
Necesidad de frío	Absoluta	Absoluta	No absoluta: Puede sustituirse por días cortos	Absoluta
Acción del frío sobre las semillas	Ineficaz	Ineficaz	Ineficaz	Ineficaz
Madurez para la vernalización	10 días	50-60 días en día largo 5-6 meses en día corto	16 semanas	10-11 semanas
Duración del tratamiento por frío	6 semanas	6-10 semanas	12-16 semanas	9 semanas
Iluminación	Día largo absoluto	Día largo absoluto	Día largo preferente	Indiferente
Disperíodo	Devernaliza	No devernaliza	No devernaliza	No devernaliza
Vernalización química	Sí	Sí	Sí	
Vernalización por injerto	Sí	Sí	Sí	En algunos casos
Temperaturas de vernalización a partir de:	5°C	11°C } 3°C } termoperiodismo	5°C	5-10°C

– Especies policárpicas y vivaces

Mecanismos que aseguran la perennidad de estas especies:

- Hay yemas que no se vernalizan por estar en reposo o insuficientemente formadas cuando actúa el frío.
- Hay yemas que están cubiertas por escamas protectoras.
- La dominancia apical impide la floración generalizada asegurando el estado vegetativo de la planta por el crecimiento de las yemas basales.
- Antivernalización: Temperaturas elevadas o la sequía en verano impiden acciones estimuladoras posteriores de bajas temperaturas invernales.

12. Bibliografía

- Pedro Urbano Terrón. 2ª Edición 2001, grupo Mundi Prensa; Tratado de fitotecnia general. 44-53 p.
- Pablo Melgarejo Moreno. 1ª Edición 2000. Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas, volumen 1, grupo Mundi Prensa; 47-76 p.