



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

CURSO FISIOLÓGÍA DE CULTIVOS
MÓDULO FRUTALES

DORMANCIA EN FRUTALES DE HOJA CADUCA

Nicolás Cunda
Alfredo Gravina

2008

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	3
2. ASPECTOS FISIOLÓGICOS Y REGULACION	4
3. REQUERIMIENTOS DE FRÍO EN FRUTALES DE HOJA CADUCA	7
4. FRÍO EFECTIVO: MÉTODOS PARA CUANTIFICARLO	9
5. COMPENSADORES DE FRÍO.....	12
BIBLIOGRAFIA	14

DORMANCIA EN FRUTALES DE HOJA CADUCA

1. INTRODUCCIÓN

La detención del crecimiento en las plantas leñosas en general y en los frutales en particular, ha sido objeto de una gran cantidad de estudios a lo largo del último siglo, aunque todavía siguen existiendo numerosos aspectos sin dilucidar.

El receso o dormancia es parte del ciclo de los frutales de hoja caduca y su inducción coincide con el inicio de las bajas temperaturas del otoño junto al acortamiento del largo del día (Yuri, 2002; Gardner, 2006). La duración de este período depende entre otras cosas de la especie y la variedad. A su vez, dentro de un individuo, varía en función del tipo de yema, su ubicación en la planta y la edad (Yuri, 2002). Powell *et al.* (2002), coinciden en la caída de la temperatura como un indicador de la entrada en dormancia y agregan como síntomas, la caída de las hojas y al cese de crecimiento visible, señalando además la ocurrencia de otros cambios menos visibles.

Según Frias (2006) el requerimiento de un período de frío en invierno en frutales de hoja caduca se le conoce de varias formas, como ser dormancia, receso o latencia. Sugiere que éste último término estaría expresando en mejor forma al estado de reposo de la planta ya que ésta sigue manteniendo actividad referida al desarrollo de yemas y movimiento de reservas. De todas formas considera oportuno utilizar el término receso con el fin de homologar terminología.

Saure (1985) establece que la principal característica de la verdadera dormancia, sería que las plantas pueden entrar en este estado en forma independiente de las condiciones ambientales, pero son incapaces de salir de ella autónomamente. Este comportamiento no se da en todas las plantas, pero es común en los árboles frutales de hoja caduca. A su vez agrega que la dormancia puede considerarse iniciada, cuando al provocar defoliación o decapitación artificial en brotes y en condiciones ambientales favorables para el crecimiento, no ocurre el brotado de yemas.

Con el propósito de establecer una definición concisa de la dormancia, y uniformizar la terminología, Lang (1987) y Lang *et al.* (1987) resumen a este proceso como una suspensión temporal del crecimiento visible de cualquier estructura de una planta que contenga un meristemo. Esta definición basada en una extensa revisión sobre la nomenclatura del tema, incluye varios aspectos a tener en cuenta. En primer lugar deja en claro que al referirse a la suspensión del crecimiento visible no está implicando que no pueda existir actividad metabólica o desarrollo de tejidos a una escala bioquímica o metabólica, por lo cual, reconoce la posible subjetividad de la medida del

estado de crecimiento durante ese período. En segundo término reserva la definición de dormancia a estructuras donde existen tejidos meristemáticos (embriones, yemas, ápices radicales y cambium). Por último aparece la característica de ser un proceso reversible al referirse a una suspensión temporaria.

La anterior definición es acompañada por una clasificación de la dormancia, en base a los factores que estarían regulándola. Se proponen entonces los términos de *Paradormancia*, *Ecodormancia* y *Endodormancia*.

La *Paradormancia* se refiere a una reacción que promueve el control del crecimiento, donde una señal bioquímica es originada en una estructura diferente a aquélla en donde se manifiesta la detención del crecimiento. La señal bioquímica puede ser disparada, como en el caso de la dominancia apical, por la continua producción de inhibidores en órganos cercanos a los afectados (Lang *et al.*, 1987).

La *Ecodormancia* ocurre cuando uno o más factores ambientales se hacen inapropiados para el metabolismo general de la planta como es el caso de déficit de agua, nutrientes, temperaturas extremas entre otros (Lang *et al.*, 1987).

El término *Endodormancia* es usado cuando la reacción que lleva al control del crecimiento, es percibida exclusivamente por la estructura afectada a través de una señal endógena. Estaría en definitiva siendo regulada por factores fisiológicos dentro de dicha estructura (Lang *et al.*, 1987).

2. ASPECTOS FISIOLÓGICOS Y REGULACIÓN

Como requerimientos básicos para un mecanismo de control de la dormancia, Erez (2000) sugiere que se deben verificar las siguientes características:

- Los cambios que ocurren en el tiempo deben ser lentos de forma de no saturar el sistema en relativamente corta exposición.
- El mecanismo debe responder al nivel y duración del frío en una manera cuantitativa.
- Su actividad debe coincidir con la curva óptima de efecto de la temperatura.
- Debe incluir correctamente el efecto de altas temperaturas en la negación del frío y la fijación del efecto del frío.
- El mecanismo de control debe residir en la yema ya que las conexiones con otros órganos son interrumpidas durante la dormición.
- Los cambios ocurridos debidos al frío deben predisponer a las yemas a brotar cuando las altas temperaturas regresan

Yuri (2002), señala propuestas en el sentido que las hojas serían los órganos encargados de captar las señales ambientales que inducen la dormancia. Estas señales serían transmitidas a las yemas y acumuladas en forma de inhibidores en las brácteas. Por su parte, Cook *et al.* (2005), indican la percepción de las señales ambientales por parte de las propias yemas.

La dormancia en una yema específica por ejemplo, se asocia inicialmente con la paradormancia (ej., dominancia apical) posiblemente por medio de una señal de tipo hormonal. Posteriormente en la ontogenia, la regulación residiría solamente dentro de la propia yema y respondería a una combinación específica de baja o moderada temperatura o fotoperíodo. Esta etapa considerada como endodormancia, estaría siendo mediada por señales bioquímicas desconocidas. De esta forma se puede concluir que la regulación de la dormancia es controlada por factores ambientales y el estado de desarrollo del meristemo y tejidos asociados y que se manifiesta por procesos pobremente conocidos (Lang, 1994).

Arora *et al.* (2003), establecen que para estudiar la inducción y regulación de la dormancia se hace necesario separar dos procesos que ocurren simultáneamente: los específicos de la inhibición del crecimiento y los procesos que envuelven la preparación de la planta para tolerar la deshidratación o las temperaturas de congelamiento durante el invierno. Asimismo creen necesario distinguir las relaciones causa-efecto entre estos procesos. En este marco, investigaciones utilizando diferentes genotipos de duraznero, concluyen que se pueden asociar ciertas proteínas y cambios en la expresión genética específicamente con el proceso de aclimatación y otros con el de endodormancia, diferenciando de esta forma ambos mecanismos (Arora *et al.*, 1992; Arora y Wisniewski, 1994; Artlip *et al.*, 1994, citados por Arora *et al.*, 2003).

En este sentido, Powell (1987) señala que la habilidad de plantas leñosas perennes para sobrevivir a inviernos con temperaturas de congelamiento incluye mecanismos en los cuales las plantas entran en estado de dormancia y al mismo tiempo desarrollan lo que llama el endurecimiento o aclimatación en el otoño.

Erez (2000) refiriéndose a la aclimatación señala que el mecanismo básico para resistencia al stress en plantas, involucra desaturación de lípidos, cambios de viscosidad, hidratación y como resultado el mantenimiento de la funcionalidad de las membranas en un ambiente hostil. Sugiere que estos mecanismos han sido adoptados por las plantas para mantener un estado de actividad metabólica reducida en la yema durante el período de bajas temperaturas.

Por su parte Dennis (1994) en su revisión sobre el tema, establece que hay varias escuelas de pensamiento referente a los mecanismos que la regulan. El autor señala que la escuela clásica considera que la dormancia es controlada por hormonas, ejemplificando a través de las siguientes citas:

- “El inicio de la dormancia, su control, y su finalización son aparentemente regulados por un balance de promotores e inhibidores de crecimiento” (Amen, 1968).
- “Los cambios de fase (de inactiva a activa y viceversa) en las plantas perennes no se comprenden completamente. Sin embargo, es posible que estos cambios sean iniciados por señales ambientales y que esas señales sean trasladadas por hormonas de la planta, como por ejemplo AIA, GAs, ABA y Etileno” (Seeley, 1990).

Por otra parte el mismo autor cita a Champagnat (1983) como ejemplo de la “escuela francesa” la cual considera la dormancia como un fenómeno más complejo en el cual las hormonas juegan un rol marginal. Su punto de vista referente a la dormancia de yemas es resumido como “un factor morfogénico bajo el control de varias influencias correlativas”

La escuela clásica prefiere hipótesis simples basadas sobre el supuesto que la dormancia sería controlada relativamente por pocos factores. La escuela francesa ve a las hormonas con escepticismo y jugando un rol secundario en la dormancia, no apareciendo como el factor clave. Cabe destacar que la escuela clásica esta basada principalmente en investigación en dormición en semillas, donde muchas de las hipótesis asumen que el frío remueve un inhibidor , estimula un promotor o ambos; en cambio la escuela francesa ha enfatizado en la dormancia de yemas (Dennis,1994).

En cuanto a la regulación hormonal, Spiers y Braswell (1995) investigando cambios en ABA e IAA en yemas de arándanos, concluyen que el quiebre de la dormancia en yemas florales parece estar asociado con balances relativos entre promotores e inhibidores de crecimiento endógenos. A su vez sugieren que el ABA libre no gobierna la dormición de estas yemas florales por si sola. Saure (1985) menciona que varios reportes sugieren que la concentración de ABA libre se incrementa en otoño, luego alcanza un máximo al principio del invierno y posteriormente disminuye hacia un mínimo en el momento de la brotación de las yemas, después del cual comienza un nuevo ascenso. El mismo autor señala a su vez, que existe mucha evidencia de que las auxinas, además de estar involucradas en el desarrollo de inhibición de yemas laterales, participan también en la inducción de la dormancia. A su vez sugiere que la dominancia apical puede estar jugando un rol en el mantenimiento de la no expresión de crecimiento, incluso en el invierno. En cuanto a las giberelinas menciona que en algunas investigaciones se observó un aumento de las GAs endógenas en yemas, después de algo de frío, por lo que dichas hormonas han sido consideradas muy relacionadas con el levantamiento de la dormancia. En este sentido, Reinoso *et al.* (2002) observaron que aplicaciones tempranas con GA₃ a yemas florales de duraznero (en estacas) retrasan su desarrollo, mientras que aplicaciones tardías provocan lo contrario, acelerando el desarrollo y maduración de dichas yemas.

Ha sido propuesto que el estado de profundidad de la dormancia se encuentra asociado con el estado del agua en la yema (Arora *et al.*, 2003). Faust *et al.* (1991) encontraron que yemas de manzano en estado de endodormancia contienen menos agua libre que aquellas que se encuentran en ecodormancia, sugiriendo que los requerimientos de frío para la salida de la dormición, estarían asociados con la conversión del agua en estado ligada (no congelable) a libre. Sin embargo Parmentier *et al.* (1998) indican una conexión mas estrecha entre el status de agua en las yemas y su aclimatación, que con su dormancia.

Faust *et al.* (1997) y Erez (2000) sugieren que los mecanismos de control de la dormancia estarían asociados con cambios en los constituyentes de las membranas, principalmente lípidos, permitiendo permeabilidad incluso a bajas temperaturas.

Neiva y Zanette (2004a), estudiaron el contenido de carbohidratos durante la dormancia de yemas de ramas de manzano, encontrando que el aumento de la intensidad de la misma que ocurre en el otoño, está acompañado por una reducción de los carbohidratos solubles en yemas. Sin embargo, Marquat *et al.* (1998), observaron que durante la dormancia las yemas exhibieron un bajo potencial de absorción y aumentó su concentración de sacarosa por hidrólisis del almidón, a la vez que se acumularon azúcares solubles durante el invierno. Durante la salida de la dormancia, las yemas fueron capaces de absorber carbohidratos permitiendo la acumulación de carbono. Por su parte Bonhomme *et al.* (2005), sugieren que la disponibilidad de carbohidratos no parece ser un factor clave en el comportamiento de la salida de la dormancia, sino que la capacidad de utilizar azúcares solubles parece ser mas crítico.

Tao (2005) estudiando la expresión genética en la regulación de la dormancia en cultivares de *Prunus mume* con diferentes requerimientos de frío, identifica la proteína que es inducida durante este proceso y que se suprime a la salida. La secuencia peptídica mostró que la proteína en cuestión codifica una dehidrina y que cultivares con similares requerimientos de frío presentan similar actividad de expresión en respuesta a la acumulación de frío, lo cual revelaría su implicancia en la tolerancia al frío.

El conocimiento de la base genética de la dormición debería proporcionar información para poder avanzar en establecer su control fisiológico. Aparentemente el control parece ser multigénico y varía dentro y entre especies (Dennis ,1987).

3. REQUERIMIENTOS DE FRÍO EN FRUTALES DE HOJA CADUCA

Existen numerosas investigaciones acerca de las necesidades de frío y las temperaturas óptimas durante la endodormancia, para el cultivo comercial de muchas especies y cultivares de frutales de hoja caduca. Cuando se refiere a requerimientos de frío en frutales de hoja caduca el

objetivo es determinar o cuantificar las necesidades de frío efectivo para una adecuada brotación en la primavera.

Las investigaciones tendientes a evaluar los requerimientos de horas de frío o unidades de frío en determinadas especies y cultivares, en términos generales se basan en la utilización de ramas (estacas) las cuales son colectadas y sometidas a diferentes combinaciones de tiempo y temperatura de acumulación de frío. Posteriormente es evaluada su brotación en condiciones favorables para su crecimiento (forzado) y de allí se concluye cual es el tratamiento que satisface en mejor forma las necesidades de frío (Citadin *et al.*, 2002; Putti *et al.*, 2003 a,b; Neiva y Zanette, 2004b; Herter *et al.*, 2001).

Los métodos para evaluar el estado de dormancia de una planta en forma experimental pueden ser a través de registrar el porcentaje de yemas brotadas en un período de tiempo, o el tiempo necesario para que una yema alcance cierto estado de desarrollo (Dennis, 2003; Herter *et al.*, 2001). Jacobs *et al.* (2002) evaluaron la tasa de brotación de yemas como el inverso del tiempo de ocurrencia de brotación de al menos una yema por estaca en el 50% de las estacas evaluadas en el experimento (1/días a 50% de brotación). Lorenzo *et al.* (2003), estudiando los eventos de diferenciación floral durante la dormancia en duraznero en el Uruguay, señalan que los resultados de su trabajo sugieren que el criterio más adecuado dentro de los utilizados para la determinación de los requerimientos de frío, sería el que define la finalización de la dormancia cuando el 50% de las yemas florales brotan a los 20 días de forzado. A su vez encontraron que para todos los cultivares evaluados en el ensayo, el requerimiento de frío de las yemas vegetativas fue superior al de las yemas florales. Asociado a esto, Saure (1985) señala que yemas terminales, si no están sometidas a dominancia apical requieren menor cantidad de acumulación de frío para salir de la dormancia que las laterales.

Jacobs *et al.* (2002), evaluando requerimientos de frío para dos cultivares de manzano concluyeron que la duración del período de acumulación de frío tiene mayor efecto que la temperatura en sí para la salida del receso. Establecieron que temperaturas entre 1 y 13°C afectaron en igual forma el porcentaje de brotación de yemas como medida de la salida del receso, mientras que el efecto del tiempo de exposición a dichas temperaturas fue la variable que determinó mayores tasas de brotación a mayor exposición.

Es necesario tomar en consideración, al comparar resultados de investigación asociados a evaluar requerimientos de frío, la metodología utilizada en cuanto al tipo y manejo del material vegetal así como a los métodos utilizados como estimadores de la cuantificación del frío acumulado.

El frío insuficiente puede causar numerosos síntomas tanto en el árbol como en la fruta. En el árbol se puede observar entre otras cosas una pobre y tardía brotación de yemas laterales, una alta brotación de yemas terminales con mayor vigor y crecimiento final sobre el resto, pocos dardos, un retraso y prolongación de período de floración y un retraso en la entrada en producción

del árbol. También aparecen yemas florales abriendo antes que las vegetativas y se puede producir un uso excesivo de las reservas de la planta. Mientras que en fruta es posible observar menor tamaño, maduración irregular y un potencial de almacenaje alterado (Peerboom y Yuri, 2004).

Perry (1971), establece que la temperatura fría efectiva y la duración del período de frío requerido para satisfacer el receso dependen de la genética de la planta y posiblemente de las condiciones ambientales de la estación precedente. La característica de bajo requerimiento de frío es heredable y puede ser utilizada en mejoramiento para lograr mejor adaptación de cultivares a regiones cálidas, no obstante se conoce poco acerca de la genética de los requerimientos de frío (Saure, 1985).

4. FRÍO EFECTIVO: MÉTODOS PARA CUANTIFICARLO

Weinberger en 1950, correlacionó el comportamiento de algunos cultivares de duraznero a determinada cantidad de horas acumuladas a temperaturas menores a 45 °F (7.2 °C), a lo que designó como “horas de frío”. A partir de entonces y a pesar de haber sido fijado dicho umbral para el duraznero, fue adoptado para diversas especies. Se definió “necesidades de frío” para el levantamiento de la dormancia de un cultivar determinado, como el “número de horas acumuladas a temperaturas menores a 7.2 °C”. Este índice ha sido utilizado no solo para la evaluación de los requerimientos de frío de cultivares, principalmente de frutales de carozo, sino también para la evaluación del clima (Egea, 1989).

En 1974, Richardson *et al.*, proponen un nuevo modelo para estimar la salida de la dormancia en dos cultivares de duraznero, el que fue denominado método de Utah o modelo de Richardson. Este modelo matemático relaciona la temperatura ambiental con el tiempo necesario para completar la salida de la dormancia. El modelo se basa en la acumulación de unidades de frío (UF) de tal forma que se puede predecir con alto grado de precisión en que momento se completa el receso. Una unidad de frío (1 UF) equivale a una hora de exposición a 43°F (6°C). Cada hora ocurrida a determinada temperatura es convertida en su valor equivalente de unidades de frío, asignada por el modelo a cada temperatura o rango de temperaturas, en función del nivel de eficacia para contribuir a la salida de la dormancia.

Las equivalencias se presentan en la siguiente tabla:

Temperatura (°C)	Unidades de Frío (UF)
<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

Richardson *et al.*, (1974)

La acumulación de UF se inicia a fines de verano y es función del tiempo. En ese momento la temperatura generalmente es superior a 5.6°C y por lo tanto se generan UF negativas. Las UF positivas comienzan a acumularse justo después del día en que se experimenta una gran acumulación negativa (Richardson *et al.*,1974).

En Uruguay fue realizada una evaluación de los métodos de medida de frío invernal para las condiciones del país, la cual se llevó a cabo en el período 1979-1985. En dicho trabajo, Contarin y Curbelo (1987) compararon como estimadores del frío invernal los métodos de Weinberger y de Richardson, con el objetivo de explicar el comportamiento de las especies y cultivares de frutales de hoja caduca, así como elaborar una zonificación relativa del país en base al frío efectivo. Las conclusiones sugieren la utilización del método de Richardson como el más adecuado para explicar el comportamiento de especies y cultivares de frutales de hoja caduca así como para establecer una zonificación relativa del país teniendo en cuenta la ocurrencia de frío invernal efectivo para la salida de la dormancia.

Shaltout y Unrath (1983) proponen un modelo que fue desarrollado para manzano 'Starkrimson Delicious' bajo un rango amplio de temperatura y altitud en Carolina del Norte. El mismo se conoce como Modelo Carolina del Norte, el cual propone un amplio rango de temperaturas efectivas e incorpora un gran efecto negativo cuando las temperaturas superan los 21°C durante el período de receso. Las equivalencias de Temperatura (°C) a UF se muestran en el cuadro siguiente:

Temperatura (°C)	Unidades de Frío
-1.1	0
1.6	0.5
7.2	1
13	0.5
16.5	0
19	-0.5
20.7	-1
22.1	-1.5
23.3	-2

Shaltout y Unrath, 1983.

La principal diferencia entre el modelo Utah y el de Carolina del Norte se da en el rango entre 7.2°C y 19.5°C, segmento que es muy importante en climas cálidos, puesto que durante el invierno las temperaturas frecuentemente entran dentro de este rango. Esta podría ser la razón por la cual el modelo de Utah sea considerado poco efectivo bajo condiciones cálidas (Shaltout y Unrath, 1983).

En 1988, Erez *et al.*, proponen un nuevo modelo al que denominaron modelo Dinámico. El mismo tiene como supuesto que la dormancia es una serie indefinida de reacciones dependientes de la temperatura. Está basado en la hipótesis que el nivel de salida de la dormancia depende de un cierto factor de quiebre de la misma, el cual se acumularía en un proceso de dos pasos. El primer paso se asume que es dinámico al ser reversible en cuanto a formación o destrucción de un producto termolábil intermedio, formado a partir de un precursor promovido por bajas temperaturas, mientras que altas temperaturas favorecen el paso reverso de la reacción. Cuando un nivel crítico o “quantum” del intermediario es formado, es transferido en forma irreversible al segundo paso como un “quantum” estable de factor de quiebre de dormancia llamado porción de frío (Chilling portion). Una vez formado, esta porción de frío no puede ser revertida por altas temperaturas, de manera que queda fijado.

Allan (1999), compara el modelo Dinámico con el modelo Utah, donde establece que el primero proporciona buenos resultados en zonas con inviernos fríos y suaves, mientras que el segundo es exacto únicamente en áreas con inviernos fríos.

Del Real Laborde (1987) concluye en base a diversos estudios que similares temperaturas deberían tener actividad diferente en distintos momentos durante el período de dormancia y eso estaría explicando porque en años en los cuales las plantas reciben menor cantidad de unidades de frío que en otros, presentan mayores porcentajes de brotación de yemas. En base a lo anterior propone el concepto de unidad de frío variable (VCU), en donde diferentes valores de actividad son asignados a la temperatura a diferentes intervalos durante el receso. Este modelo radica en la importancia de conocer cuando, como y cuantas unidades de frío ha recibido la planta.

Fuchigami y Wisniewski (1997) señalan que los métodos para determinar los estados de la dormición basados en acumulación de unidades de frío, no toman en cuenta el estado fisiológico de la planta, por lo que los consideran no realísticos ya que no tienen en cuenta el estado fisiológico de la planta. A partir de esto proponen una línea de investigación con el objetivo de desarrollar un modelo numérico conceptual que describa en forma precisa el desarrollo ontogénico de plantas leñosas de zonas templadas.

Sin importar el método que se utilice para medir la acumulación de frío para la salida del receso, es necesario tomar en consideración la especie y el cultivar y realizar ajustes apropiados. La utilización de distintas metodologías para evaluar modelos que determinan el estado de la dormancia, presentan

inconvenientes debido a la falta de estandarización o protocolos en cuanto a material utilizado (estacas simples, estacas enraizadas, planta entera), la fuente del material y las condiciones ambientales. Esto determina a veces resultados diferentes en experimentos similares (Dennis, 2003).

5. COMPENSADORES DE FRÍO

El levantamiento artificial del período de receso en órganos en reposo es una práctica común desde principios del siglo pasado (Erez *et al.*, 1971). Arora *et al.* (2003), señalan que la búsqueda de tratamientos químicos para el quiebre de la dormancia ha recibido mucha atención y tiene una importancia significativa en el impacto económico en la producción de cultivos frutales en climas templados.

QUÍMICOS

Entre los reguladores de crecimiento, las giberelinas aparecen como las más efectivas en levantar el período de receso de duraznero (Luna *et al.*, 1991). El efecto de las citoquininas es mucho menos pronunciado y no hay un efecto evidente de las auxinas en el levantamiento de la dormancia en yemas de plantas leñosas caducas (Erez *et al.*, 1971). Estos autores afirman que el período de receso en yemas de duraznero es quebrado con la aplicación de compuestos o mezclas, entre los cuales las combinaciones más eficientes serían: DNOC-aceite mineral + thiourea; DNOC-aceite mineral + ácido giberélico y nitrato de potasio + thiourea. El nitrato de potasio y kinetina provocan un adelanto en la apertura de yemas florales, mientras que la thiourea muestra un efecto más pronunciado en la apertura de las yemas vegetativas. Concluyen que la combinación de los tres compuestos, DNOC-aceite mineral, thiourea y nitrato de potasio serían los más adecuados para el uso comercial.

Las emulsiones de DNOC-aceite presentan efectos variables año a año. Esto se debe a variaciones de acumulación de frío donde mayor respuesta es esperable en yemas que están próximas a la salida de la dormancia (Erez, 1979).

Fuchigami y Nee (1987), evaluando diferentes hipótesis sugieren que la cianamida hidrogenada es un agente efectivo en el levantamiento de la dormancia. Relacionan su aplicación como un factor de stress sub letal que al provocar un aumento en la permeabilidad de las membranas estaría favoreciendo el quiebre de la dormancia.

La cianamida hidrogenada y el thidiazuron aparecen en las publicaciones más recientes como los compuestos químicos más evaluados para favorecer el quiebre de la dormancia en localidades donde el frío invernal no es suficiente para cubrir los requerimientos de determinadas especies y cultivares. Muchas investigaciones al respecto evalúan el efecto

de aplicaciones de este producto en variables como la uniformidad y nivel de brotación y floración, fructificación, producción, calidad y anticipo de la cosecha entre otras. Los resultados en general son variables dependiendo principalmente de las dosis y los momentos de aplicación, la combinación de estos productos con aceites minerales y la acumulación de frío ocurrida en el año evaluado (Alvarado *et al.*, 2000; Citadin *et al.*, 2006; De Oliveira y Ayub, 2002; Palladini y Petri, 1999; Arduino *et al.*, 2006; Bound y Jones, 2004; Vasconcelos *et al.*, 2002; Da Silva *et al.*, 2001).

Vasconcelos y Marques (2007) evaluaron el efecto del extracto de ajo para el quiebre de la dormancia en manzano del cultivar 'Fuji Kiku' como alternativa al uso de Cianamida hidrogenada. Los tratamientos con extracto de ajo y aceite mineral presentaron similares efectos a los tratamientos convencionales con Cianamida hidrogenada y aceite mineral alcanzando más del 90% de brotación de yemas en comparación con un 42.7% alcanzado por el testigo. En base a los resultados recomiendan su utilización como una alternativa de producción orgánica.

CULTURALES

Han sido propuestas otras opciones para provocar la salida completa de la dormancia. Entre ellas se incluye una poda tardía de despunte con el objetivo de atenuar el efecto inhibitorio de las yemas apicales. Otra opción sería un deshoje prematuro de los árboles en el otoño con el fin de disminuir la cantidad de inhibidores potenciales que acumulará la yema. También existe la propuesta de realizar un riego elevado el que permitiría un enfriamiento evaporativo de las yemas así como un lavado de los inhibidores (Yuri, 2002).

BIBLIOGRAFÍA

- ALLAN, P.1999. Measuring winter chilling in areas with mild winters. *Deciduous Fruit Grower*, 49(10): S1-S10.
- ALVARADO, H.; RODRÍGUEZ, J.; CALDERÓN, G. and CÁRDENAS, E. 2000. El Thidiazurón, la brotación floral y las dimensiones del ovario en ciruelo japonés (*Prunus salicina* L.) 'Shiro'. Universidad Autónoma Chapingo. México. *Agrociencia* 34: 321-327
- ARDUINO, G.B.; SALVATI, D.; DVORANOVSKI, D.L.; ARGENTA F.y GRASSELLI, V. 2006. Brotação e produção das videiras 'cabernet sauvignon' e 'pinot noir' submetidas a diferentes concentrações de cianamida hidrogenada. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP*, 28 (3): 406-409
- ARORA, R.; ROWLAND, L.J. and TANINO, K. 2003. Induction and Release of Bud Dormancy in Woody Perennials: A Science Comes of Age. *HortScience*, 38 (5): 911-921.
- BONHOMME, M.; RAGEAU, R.; LACOINTE, A. and GENDRAUD, M. 2005. Influences of cold deprivation during dormancy on carbohydrate contents of vegetative and floral primordia and nearby structures of peach buds (*Prunus persica* L. Batch). *Sci. Hortic.*, 105 (2): 223-240
- BOUND S. A. and JONES K. M. 2004. Hydrogen cyanamide impacts on flowering, crop load, and fruit quality of red 'Fuji' apple (*Malus domestica*). *New Zeland J. Crop and Hort. Sci.*, 32: 227-234
- CITADIN, I.; BASSANI, M.H.; DANNER M.A., MAZARO, S.M. y GOUVÊA, A. 2006. Uso de cianamida hidrogenada e óleo mineral na floração, brotação e produção do pessegueiro 'Chiripá'. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP*, 28 (1): 32-35
- CITADIN, I.; BASSOLS, M.C.; HERTER F.G. y POSSER, C.A. 2002. Avaliação da necessidade de frio em pessegueiro. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP*, 24(3): 703-706
- CONTARIN, S.E. y CURBELO, L.A. 1987. Aporte para la regionalización del cultivo de frutales de hoja caduca en el país según la ocurrencia de frío invernal para el rompimiento del receso. Facultad de Agronomía. Uruguay. Tesis Ing. Agr., 116p.
- COOK, N.C.; BELLEN, A.; CRONJE, P.J.R.; DE WIT, I.; KEULEMANS, W.; PUTTE, A.V. and STEYN, W. 2005. Freezing temperature treatment induces bud dormancy in "Granny Smith" apple shoots. *Sci. Hortic*, 106 (2): 170-176

DA SILVA, J.L.; ARDUINO, G. y SARTORI, I.A. 2001. Cianamida hidrogenada, Thidiazuron e óleo mineral na quebra da dormência e na produção do pessegueiro cv. Chiripá. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, 23(3): 493-496

DEL REAL LABORDE, J. I. 1987. Estimating chill units at low latitudes. HortScience, 22(6): 1227-1231.

DENNIS, F.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

DENNIS, F.G. 1994. Dormancy - What we know (and don't know). HortScience, 29(11):1249-1255.

DENNIS, F.G. 1987. Two Methods of studying Rest: Temperature Alternation and Genetic Analysis. HortScience, 22: 820-824

DE OLIVEIRA, A. y AYUB, R.A. 2002. Quebra de dormência de gemas de macieira cv. eva tratadas com cianamida hidrogenada. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, 24 (2): 576-578

EGEA, J. 1989. Necesidades de frío en frutales de hoja caduca; estado de la cuestión. Fruticultura Profesional, 24:19-25.

EREZ, A. 2000. Bud dormancy: A suggestion for the control mechanism and its evolution. CAB International 2000. Dormancy in plants. p 23-33

EREZ, A. 1979. The Effect of Temperature on the Activity of Oil + Dinitro-o-cresol Sprays to Break the Rest of Apple Buds. HortScience, 14 (2): 141-142

EREZ, A.; FISHMAN, S.; GAT, Z. and COUVILLON, G.A. 1988 Evaluation of winter climate for breaking bud rest using the dynamic model. Acta Hort. (ISHS) 232: 76-89

EREZ, A.; LAVEE, S. and SAMISH, R.M. 1971. Improved methods for breaking rest in the peach and other deciduous fruit species. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 96 (4): 519-522.

FAUST, M.; EREZ A.; ROWLAND, L.J.; WANG, S.Y. and NORMAN, H.A. 1997. Bud dormancy in perennial fruit trees. Physiological basis for dormancy induction, maintenance and release. HortScience, 32: 623-629.

FAUST, M.; LIU, D.; MILLARD, M.M. and STUTTE, G.W. 1991 Bound versus free water in dormant apple buds – A theory for endodormancy. HortScience 26: 887-890

FRIAS, M. 2006. Requerimiento de frío en frutales. Universidad de Talca, Chile. Pomáceas (6) 4: 4p.

- FUCHIGAMI, L.H. and NEE, C. 1987. Degree Growth Stage Model and Rest-breaking Mechanisms in Temperate Woody Perennials. *HortScience*, 22 (5): 836-844
- FUCHIGAMI, L.H. and WISNIEWSKI, M.E. 1997. Quantifying bud dormancy. Physiological approaches. *HortScience*, 32: 618-623
- GARDNER, J. 2006. Winter rest and the breaking of dormancy in fruit trees. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Ontario. USA. 2p.
- HERTER F.G.; MACHADO, L.B.; DE FREITAS, M. y BATISTA DA SILVA, J. 2001. Efeito do frio na brotação de gemas de pereira (*Pyrus communis* L.) cv. carrick, em Pelotas, RS. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, 23 (2): 261-264.
- JACOBS, J.N.; JACOBS, G. and COOK, N.C. 2002. Chilling period influences the progression of bud dormancy more than does chilling temperature in apple and pear shoots. *J. Hort. Sci. & Biotech.*, 77 (3): 333-339
- LANG, G.A. 1994. Dormancy – The Missing Links: Molecular Studies and Integration of Regulatory Plant and Environmental Interaction. *HortScience*, 29 (11): 1255-1263
- LANG, G.A. 1987. Dormancy: A new universal terminology. *HortScience*, 22(5): 817-820.
- LANG, G.A.; EARLY, J.; MARTIN, G. and DARELL, R. 1987. Endo-, Para-, and Ecodormancy: Physiological Terminology and Classification for Dormancy Research. *HortScience*, 22(3): 371-377.
- LORENZO, M.E.; MARTINEZ, N. y VIDART, M.V. 2003. Estudio de la diferenciación floral y el requerimiento de frío invernal en cuatro cultivares de duraznero (*Prunus persica* (L.) Batsch). Facultad de Agronomía. Uruguay. Tesis Ing. Agr., 126p.
- LUNA, V.; REINOSO, H.; LORENZO, E.; BOTTINI, R. and ABDALA, G. 1991. Dormancy in peach (*Prunus persica* L.) flower bud. II. Comparative morphology and phenology in floral and vegetative buds, and the effect of chilling and gibberellin A₃. *Trees*, 5: 244-246
- MARQUAT, C.; VANDAMME, M.; GENDRAUD, M. and PÉTEL, G. 1998. Dormancy in vegetative buds of peach: relation between carbohydrate absorption potentials and carbohydrate concentration in the bud during dormancy and its release. *Sci. Hortic.*, 79: 151-162
- NEIVA, R.I. y ZANETTE, F. 2004a. Variações do conteúdo de carboidratos em gemas e ramos de dois anos de macieira em região de baixa ocorrência de frio. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, 27(3): 352-355

- NEIVA, R.I. y ZANETTE, F. 2004b. Dinâmica da dormência de gemas de dois anos de macieira 'imperial gala' em região de baixa ocorrência de frio. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, 26(3): 392-394
- PALLADINI, L.A. y PETRI, J.L. 1999. Eficiência de diferentes volumes e concentrações de calda para quebra de dormência na macieira cultivar 'gala'. Pesq. agropec. bras., Brasília, 34 (8): 1491-1495
- PARMENTIER, C.M.; ROWLAND, L.J. and LINE, M.J. 1998. Water status in relation to maintenance and release from dormancy in blueberry flower buds. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 123: 762-769
- PEERBOOM, C.F. y YURI, J.A. 2004. Receso y calidad de fruta. Universidad de Talca, Chile. Pomáceas (4) 3: 4p.
- PERRY, T.O. 1971. Dormancy of trees in winter. Science, 171: 29-36
- POWELL, L.E. 1987. Hormonal aspects of peach and seed dormancy in temperate –zone woody plants. HortScience, 22(5):845-850.
- POWELL, A.; DOZIER, W. and HIMELRICK, D. 2002. Winter chilling requirements. Alabama A&M and Auburn Universities. USA. 4p.
- PUTTI, G.L.; PETRI J.L. y MENDEZ, M.E. 2003a. Efeito da intensidade do frio no tempo e percentagem de gemas brotadas em macieira. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, 25 (2): 199-202
- PUTTI, G.L.; PETRI J.L. y MENDEZ, M.E. 2003b. Temperaturas efetivas para a dormência da macieira (*Malus domestica* Borkh). Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, 25 (2): 210-212
- REINOSO, H.; LUNA, V.; DAURIA, C.; PHARIS, R.P. and BOTTINI, R. 2002. Dormancy in peach (*Prunus persica*) flower buds. VI. Effects of gibberellins and an acylcyclohexanedione (trinexapac-ethyl) on bud morphogenesis in field experiments with orchard trees and on cuttings. Can. J. Bot., 80: 664-674
- RICHARDSON, E. A.; SEELEY, S. D. and WALKER, D. R. 1974. A model for estimating the completion of rest for "Redhaven" and "Elberta" Peach trees. HortScience, 9(4):331-332.
- SAURE, M. C. 1985. Dormancy release in deciduous fruit trees. Hortic. Rev., 7: 239-300.
- SHALTOUT, A.D. and UNRATH, C. R. 1983. Rest completion prediction model for "Starkrimson Delicious" apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 108(6): 957-961.
- SPIERS, J.M. and BRASWELL, J.H. 1995. Changes in Abscisic Acid and Indoleacetic Acid Levels in "Climax" Blueberry During Dormancy. In: Blueberries: A century of Research. The Haworth Press, Inc. 61-72

TAO, R. 2005. Studies on the gene expression of dormant buds of Japanese apricot (*Prunus mume*). ACIAR Technical Reports Series, 61: 48-53. Tomado de CAB Abstracts.

VASCONCELOS, R. y MARQUES, M. 2007. Extrato de alho como alternativa na quebra de dormência de gemas em macieiras cv. Fuji Kiku. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, 29(1): 037-041

VASCONCELOS, R.; PAIOLI E.J. y MONTEIRO, M. 2002. Brotação e produtividade de videiras da cultivar centennial seedless (*vitis vinifera* L.) tratadas com Cianamida hidrogenada na região noroeste do estado de São Paulo. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, 24(3): 611-614

WEINBERGER, J.H. 1950. Chilling requirements of peach varieties. Proc.Amer.Soc.Hort.Sci., 56: 122-128

YURI, J.A. 2002. El receso en frutales. Universidad de Talca, Chile. Pomáceas (2) 4: 3p.