



ZENET SOBRE EL QUIEBRO DE LA DORMANCIA.



INFORME ZENET

EFFECTO CIENTÍFICO ZENET, QUIEBRE DE
DORMANCIA



Tavan

Fisiología del letargo

El letargo en árboles frutales de hoja caduca y en otras especies perennes leñosas, es una fase de desarrollo que ocurre anualmente y permite en los climas templados la sobrevivencia de dichas especies a las condiciones adversas del invierno (Saure, 1985).

Las especies frutales de hoja caduca se han adaptado naturalmente a lugares con estaciones climáticas bien marcadas, con primavera y verano de temperaturas adecuadas para el crecimiento vegetal, pero también con otoño y/o invierno de temperaturas bajas, que no permiten el crecimiento, incluso, destruyen tejidos tiernos.

El letargo de yemas y la dureza de los tejidos posibilitan la supervivencia de las plantas en condiciones de frío adversas (Pinto et al., 2003). El letargo puede definirse como un estado de un organismo vivo con aparente signo de inactividad, cuyo crecimiento visible ha sido suspendido temporalmente por cualquier causa.

Sin embargo, este estado de aparente inactividad para las yemas se caracteriza por ser fisiológica y bioquímicamente muy activo, en el cual existen cambios en el peso fresco, 24 peso seco, reguladores de crecimiento y otros compuestos químicos que han sido observados (Or et al., 2000).

Asimismo, la tasa de respiración observada por Pinto et al., (2003), permite relacionar que el consumo energético es mínimo, debido a que en su totalidad estaría destinado a los procesos de manutención, entendiéndose por estos, todo aquello relacionado con la reposición de moléculas preexistentes (proteínas), manutención metabólica y de estructuras celulares. Los términos y definiciones reportados en la literatura para describir el letargo en especies caducifolias han sido desde siempre numerosos y confusos.

Por esto Lang (1987), al integrar las distintas apreciaciones al respecto, desarrolló una terminología, que obtuvo consenso universal, para caracterizar las distintas etapas del letargo, siendo éstas las siguientes:

- Paraletargo o paradormancia, sinónimo de inhibición correlativa, letargo de verano y pre-letargo.
- Endoletargo o endodormancia, sinónimo de reposo, letargo invernal y letargo profundo.
- Ecoletargo o ecodormancia, sinónimo de quiescencia y letargo impuesto.

Como lo describe Saure (1985), el paraletargo correspondería a la fase donde las yemas son directamente impedidas de brotar por el crecimiento de una yema apical y/o hojas adyacentes. De acuerdo con esto, dicha etapa puede ser considerada como una expresión directa o indirecta de inhibición correlativa.

Durante la segunda fase o endoletargo, la fuente de inhibición está localizada dentro de las yemas, por esto dicha etapa puede ser considerada como una expresión de inhibición endógena.

Agricultura, Biotecnología y Naturaleza

Su intensificación se produce generalmente en el otoño y disminuye a finales de dicha estación, y en el invierno, cuando los requerimientos de frío por parte de los tejidos vegetales están pronto a cumplirse (Lang, 1987).

Faust et al. (1997), además ha propuesto una subdivisión del endoletargo en dos subetapas, una primera, llamada endoletargo profundo (d-endoletargo), caracterizada por la incapacidad natural de yemas para brotar, y una segunda etapa de endoletargo poco 25 profundo (s-endoletargo), caracterizada por ser sensible a la aplicación de tratamientos artificiales para terminar el letargo invernal. Posteriormente puede haber o no, una inhibición en el crecimiento de las yemas por causa de las condiciones ambientales adversas, principalmente bajas temperaturas.

Esta condición corresponde a la fase de ecodormancia o ecoletargo, que puede ser considerada como la expresión de una inhibición exógena y ocurre generalmente al finalizar el período invernal (Saure, 1985). El curso resultante del letargo puede variar considerablemente de un lugar a otro, debido a las diferentes proporciones de inhibiciones endógenas y exógenas. Como lo señala Saure (1985), esto conlleva a que la división del letargo en fases distintas sea algo artificial, producto del traslape que estas experimentan.

En la práctica es imposible fijar precisamente el inicio y el término de cada una de ellas, debido a que en la transición de una etapa a otra no hay características específicas observables que permitan una clasificación inequívoca. Es generalmente aceptado que las especies frutales de hoja caduca deben ser sometidas a bajas temperaturas por un cierto período de tiempo, para que la ruptura del letargo se lleve a cabo.

Dicho requerimiento de frío está determinado genéticamente, y es recibido durante la fase de endoletargo (Fuchigami et al., 1987). En regiones frías, donde los requerimientos de frío son alcanzados sin inconvenientes, la fase de endoletargo termina bastante pronto.

Sin embargo, la ruptura del letargo es impedida, temporalmente por un período correspondiente al ecoletargo, debido a las condiciones ambientales adversas, básicamente bajas temperaturas, que impiden la brotación de las yemas (Saure, 1985).

El mismo autor señala que, por el contrario, en regiones de inviernos cálidos, el período de endoletargo es extendido y la ruptura del letargo ocurre tan pronto como dicha fase es completada, siendo la fase de ecoletargo casi inexistente debido a las benignas condiciones ambientales imperantes.

En dichas regiones, el insuficiente frío invernal es el responsable del lento progreso del endoletargo, lo que conduce al fenómeno conocido como letargo prolongado de yemas; considerado el mayor obstáculo para la producción comercial de especies frutales de hoja caduca en regiones de clima cálido (Erez, 1987). 26

Entre las complicaciones generadas por el letargo prolongado de yemas en especies frutales de hoja caduca, destacan el retraso en la brotación y en el desarrollo de brotes, escasa brotación y desarrollo vegetativo, debido a la pérdida de puntos de crecimiento; floración desuniforme, generalmente con flores anormales; y pobre cuaja de frutos, además de la detención prematura del desarrollo vegetativo (Erez, 1987).

Reguladores de crecimiento

Se ha recopilado una cantidad importante de conocimiento sobre los efectos de los reguladores de crecimiento, en el letargo de yemas y sobre su ocurrencia durante su evolución, lo que ha generado hipótesis acerca del rol que ellas juegan (Pinto et al., 2003).

Por muchos años se pensó, que el letargo estaba asociado a ciertos niveles de ácido absísico (ABA) en las yemas, es así como concentraciones altas de ABA se encontraron en árboles de hoja caduca en pleno letargo, bajando éstos en la salida de la dormancia.

No obstante, también se observa una baja correlación entre el contenido de ABA y el rompimiento de la latencia, planteando la hipótesis de la existencia de dos procesos independientes, uno en relación al término de la dormancia, y otro con respecto a la baja de las concentraciones de ABA, los cuales ocurren al mismo tiempo o en tiempos separados, dependiendo de las condiciones óptimas del clima para los respectivos procesos.

Lo cual concuerda con Saure (1985), señalando que el ABA per se no regula el rompimiento de yemas. Por otro lado, las giberelinas tienen un efecto opuesto al ABA en el letargo, debido a que el nivel endógeno de giberelinas aumenta después de un período de enfriamiento de yemas. De este modo, en la última parte del letargo final, cuando se amplía la respuesta a condiciones estimulantes de crecimiento, producen una reacción muy parecida al alza de temperatura, actuando como promotoras de brotación (Powell, 1987).

La relación de las citoquininas con el letargo es menos conocida. La aplicación exógena de benciladenina (BA) ha estimulado la brotación de yemas en letargo de vid, manzano y peral; donde necesariamente se ha requerido frío previo para lograr la brotación.

Las auxinas en cambio parecen no tener relación con el letargo, donde el contenido endógeno disminuye y luego aumenta, posteriormente a la aparición de los altos niveles de giberelinas y citoquininas, lo que indica un papel secundario en la terminación del letargo (Pinto et al., 2003).

Este mismo autor indica que en especies perennes de hoja caduca, las proteínas presentes en las hojas son hidrolizadas en el otoño y los aminoácidos resultantes son translocados a órganos perennes, siendo incorporados a proteínas vegetales de almacenamiento (VSPs).

Durante el otoño e invierno, las VSPs son acumuladas en tejidos vasculares y de corteza, en brotes y raíces, para luego en primavera, ser hidrolizadas en distintas biomoléculas que son translocadas a los sitios de activo crecimiento.

Para el etileno, algunos autores señalan una directa relación en la concentración de éste con el término de la latencia (Thobe et al., 1992). Aplicaciones exógenas de etileno han sido señaladas **para quebrar la dormancia en diversos cultivos** (Fuchigami et al., 1987). Faust et al., (1997) demostró el incremento de la 1- amino-ciclopropano ácido carboxílico (ACC), precursora de la síntesis de etileno, durante la transición de la dormancia a un estado activo.

Un aumento en la producción de etileno, debido a, **un estrés subletal**, quizás se debe a una liberación o activación de la enzima ACC oxidasa, la cual es conocida por su asociación con la membrana.

Un estrés subletal puede superar el receso en plantas de hoja caduca, junto con estimular la producción de etileno y/o incrementar la permeabilidad de la membrana (Fuchigami et al., 1987).

Resultados obtenidos en el cv. Delaware por Gemma (1995), indican que el ACC, se acumula en las yemas hasta el momento de la endolancia, para luego ir gradualmente disminuyendo a medida que se acumulan horas de frío. Sin embargo, ensayos realizados por Mochioka et al. (1998), donde se realizaron aplicaciones de etileno no provocaron el rompimiento de la latencia.

Lang (1994), destaca que, aunque muchas enzimas han sido estudiadas con respecto al letargo, poco es el conocimiento existente aun acerca de sus roles o interacciones con otros 28 cambios observados, y que alteraciones en actividad enzimática, isoenzimas, y componentes de membranas, tales como esteroides y lípidos, que acompañan la ruptura del letargo, aún no han sido claramente separados en causas y consecuencias.

Efecto de las temperaturas

Para salir del estado de dormancia o latencia, es necesario una cantidad de frío invernal, sin la cual restaría la capacidad de la yema para hincharse y crecer nuevamente.

Este frío se refiere a temperaturas entre 0 y 7º C y su cantidad depende de la especie y el cultivar (Faust et al., 1997).

Esto explica en parte el amplio rango de requerimiento asignado a esta especie, que fluctúa entre las 150 y 1200 horas frío (Martínez de Toda, 1991).

Los distintos tipos de respuesta en la brotación posiblemente se deba a una mala elección del sitio de plantación, se explica la falta de un modelo predictivo (horas frío o unidades de frío, etc.) específico a las características de una zona en particular, que analice además los posibles factores potenciales, desde el punto de vista edafoclimáticos, que podrían favorecer el período de receso (Hamman et al., 1998).

La deficiencia de frío conduce a variados efectos dependiendo de la intensidad de ésta, provocando principalmente: pobre brotación, pobre desarrollo foliar, escasa floración y frecuentemente floraciones anormales; además, también puede conducir a una brotación desuniforme, baja fructificación, reducir el área foliar, debido a la falta de puntos de crecimiento y un desarrollo desigual de frutos (Erez, 1987).

Aun cuando los requerimientos de frío se hayan cumplido y la etapa de endolancia hubiese terminado, si las condiciones de temperatura no son favorables a la brotación, las yemas permanecerán en ecolancia con requerimientos energéticos bajos, similares a los del período de endolancia.

Estos requerimientos energéticos aumentan drásticamente cuando se rompe la latencia y se reinicia el crecimiento del nuevo brote (Pinto et al., 2003). 29 2.2.8 Otros compuestos El glutatión es un tiol de bajo peso molecular, que tiene propiedades desintoxicantes y actúa manteniendo el grupo tiol de proteínas en el estado reducido.

ZENET SOBRE EL QUIEBRO DE LA DORMANCIA.

Agricultura, Biotecnología y Naturaleza

Ensayos realizados por Thobe et al. (1992), demuestran que la aplicación de glutatión reducido en yemas de frutales cv. Delaware, producen un rompimiento en la latencia.

Por otra parte, **el ZENET produce** un aumento del radical O₂ entre las cuales encontramos: la fotosíntesis, la activación de la enzima NADPH oxidasa unida a membrana y la acción de peroxidasas sobre el ácido salicílico.

En yemas de los frutales en estado de endodormancia la actividad de la fotosíntesis es nula, por lo cual, es probable que el origen del O₂ en estos tejidos provenga de reacciones catalizadas por peroxidasas cuya actividad podría ser inducida por la exposición al frío o a la aplicación del ZENET a las yemas.

Múltiples evidencias indican, que el O₂ es una molécula que actúa como señal química y que es generada por las plantas en respuestas a estreses tanto bióticos como abióticos.

Este aumento en los niveles de O₂ podría iniciar un proceso de transducción de señales, como resultado del fin del estado de endodormancia de las yemas y así bajo condiciones favorables iniciar la brotación.

En levaduras las concentraciones de O₂ conduce a una represión metabólica de las enzimas involucradas en la glicólisis y ciclo de Krebs, al mismo tiempo, una redirección del flujo de carbono hacia el ciclo de las pentosas para la regeneración de NADPH, con el fin de enfrentar el estrés oxidativo.

Este cambio en la dirección de carbohidratos podría ser regulado por la proteína SNF kinasa, la cual podría ser un potencial pseudoreceptor de la respiración.

El aumento en los niveles de O₂ provocaría alteraciones respiratorias transitorias inhibiendo enzimas de la glicólisis y del ciclo de los ácidos tricarbónicos, favoreciendo de este modo la vía fermentativa, provocando, además, una reorientación del flujo de carbono hacia el ciclo de las pentosas.

Sin embargo, los niveles de O₂ son reducidos por un grupo de enzimas, entre las cuales la más importante es la catalasa.

En base a lo expuesto anteriormente, Amberger (1984) postula que al bajar la actividad de la catalasa sube el nivel de óxidos y peróxidos, incrementándose el glutatión provocando la ruptura del letargo.

Conclusión. -

Zenet debido a su gran sistemía, actúa sobre el complejo bioquímico de la planta, que producen un efecto instantáneo de oxidación por aumentos de oxígeno en los tejidos, y posteriormente una gran deshidratación puntual de tejidos, que sería de forma natural lo que se produce en la planta por el efecto del frío.