

# **EL RECESO EN FRUTALES**

## **INTRODUCCION**

Los árboles frutales de hoja caduca responden de diversas maneras a los cambios estacionales, estos cambios inducen respuestas fisiológicas, permitiéndoles sobrevivir durante una estación determinada y prepararse para la siguiente.

Al comienzo del otoño, los árboles caducifolios comienzan a detener su crecimiento, abscionan sus hojas, y se preparan para resistir el frío del invierno. Con el acortamiento de los días se producen inhibidores del crecimiento en las hojas, los cuales se acumulan en las yemas antiguas y nuevas, evitándose la brotación y crecimiento de estas. Por otro lado, los crecimientos vegetativos también detienen su desarrollo afectados por las altas concentraciones de inhibidores.

Ya en invierno, se puede afirmar que los árboles entran en un periodo de reposo o receso profundo aunque hayan días en que las condiciones ambientales sean favorables para el desarrollo.

El receso es una adaptación ecológica de las especies caducifolias para desarrollarse en zonas con inviernos fríos, presentándose como una suspensión temporal del crecimiento visible de cualquier estructura de la planta que posea meristemas. Simultáneamente se desarrollan mecanismos fisiológicos adaptativos para adquirir resistencia a los posibles daños por frío, es así como estos árboles casi nunca son dañados por este efecto en sus hábitats naturales, esto es porque han desarrollado una forma de adaptación, como el receso, para cuando comienza el invierno.

Los frutales de hoja caduca comienzan a detener su crecimiento en otoño, y ya están en receso en invierno. Luego, en primavera, el crecimiento comienza nuevamente; esta sincronización entre planta y medio ambiente asegura su supervivencia durante el ciclo de vida.

**AÑO 1998**

**Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.**

## FISIOLOGIA DEL RECESO

Existen dos factores principales que determinan la entrada en receso de los frutales de zonas templadas; el primero es la acción del sistema fitocromo, y el segundo es el efecto combinado de las bajas temperaturas y luminosidades.

**FITOCROMO:** Cualquier planta perenne caducifolia de región templada reconoce el acortamiento de los días a principios del otoño; se ha determinado experimentalmente que el receptor del fotoperíodo se encuentra en la hoja.

Este fotorreceptor se aisló y se denominó fitocromo, el cual está compuesto por una proteína unida a un cromóforo (pigmento).

El fitocromo puede presentarse en dos formas distintas, las cuales pueden revertirse mediante la exposición a la luz de una determinada longitud de onda.

Una forma tiene un máximo de absorción de 660 nm (P660, Pr) y es fisiológicamente inactivo; la otra forma tiene un máximo de absorción de 730 nm (P730, Pfr) y es fisiológicamente activo.

Se sabe que el único estado del fitocromo que activa alguna respuesta en los vegetales es el P730, por lo tanto es interesante comprender cómo este actuaría cuando los días comienzan a acortarse en otoño.

Es en esta época cuando la planta comienza a reducir progresivamente las concentraciones diarias de P730; se ha comprobado que niveles bajos de P730 determinan cambios desfavorables en la síntesis de clorofila y antocianinas, influyendo también en el crecimiento de las hojas y en la distribución de fotosintatos.

Una de las teorías sobre el modo de acción del P730 es que este es capaz de activar material genético a través de un **FACTOR X** (sustancia aún no reconocida), lo cual se reflejará en la producción de distintas sustancias químicas, las cuales gatillarán distintos procesos.

AÑO 1998

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.

Al parecer, el mecanismo de acción del fitocromo sería como cofactor de una reacción metabólica central. Si esta reacción es activada por el fitocromo, se modifica la concentración de diversos efectores que actúan sobre el material genético inhibiéndolo o activándolo.

Al acortarse los días, la acumulación del **FACTOR X** se reduce cada vez más; esta concentración que se logra en otoño, sería la que activa la entrada en receso.

Este fenómeno se produciría por un desequilibrio en las concentraciones hormonales, produciéndose una notoria inclinación hacia una hormona inhibitoria como lo es el **ácido absícico**; también se estimularía la síntesis de otras sustancias inhibitoras como **hidracida maleica** y **cumarina**.

Por otro lado, las hormonas “positivas” como **auxinas**, **giberelinas** y **citoquininas** se ven inhibidas por las altas concentraciones de ácido absícico.

En la mayoría de los casos, el ácido absícico actúa contrariamente a las hormonas positivas; del estado de equilibrio de estos grupos hormonales dependerá si se realiza o no una determinada morfogénesis o si se estimula el estado de receso.

Según los investigadores del tema, el ácido absícico tiene una acción inhibitoria a nivel genético principalmente. Es así como se ha comprobado su participación en la inhibición de la duplicación del RNA, en la transcripción y en menor grado en la traducción.

También se le ha descubierto una acción estimuladora en la actividad de la **ribonucleasa**, enzima degradadora del RNA.

Por otro lado, el ácido absícico interfiere en la permeabilidad de la membrana celular y con ello en la selección de sustancias a incorporar por la célula.

Al parecer, un compuesto que dejaría de incorporarse notoriamente sería el fosfato, con lo cual se explicaría toda la acción inhibitoria del ácido absícico en la actividad genética, ya que el fósforo es indispensable para la síntesis de ácidos nucleicos.

**AÑO 1998**

**Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.**

Paralelamente, se han determinado otros cambios que ocurren en las yemas en estado de reposo. Se ha comprobado que la actividad de la enzima **catalasa** está estrechamente vinculada al receso, aumentando progresivamente su concentración según sea más profundo el receso.

A medida que se acumula el frío requerido para quebrar el reposo, se presenta un descenso paralelo tanto en la actividad de la enzima como en la intensidad del reposo. La catalasa tiene como función principal descomponer un desecho metabólico de la célula como es **Peróxido de Hidrógeno** ( $H_2O_2$ ), liberándose oxígeno en esta reacción.

Al disminuir la actividad de la catalasa, se acumula el Peróxido de Hidrógeno y se crea un ambiente anaeróbico; sobre el Peróxido comienza a actuar la enzima **peroxidasa**, induciéndose la respiración mitocondrial a través del **ciclo de las pentosa-fosfato**, siendo la tasa respiratoria muy elevada al finalizar el receso.

Los productos químicos que se usan actualmente para estimular la brotación y el término del receso actúan a nivel de la catalasa, inhibiendo su acción y por lo tanto provocando acumulación de  $H_2O_2$ , generándose así todo el proceso que culmina en la brotación en el caso de yemas y en la germinación en el caso de las semillas.

A través de todos los cambios conocidos que ocurren en la planta y más los que aún no se conocen, se deduce que el receso se debe a la interrelación de un conjunto de procesos, que en definitiva provocan una respuesta fisiológica que permite a la planta reaccionar frente a los cambios estacionales desfavorables para el desarrollo.

AÑO 1998

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.

## **ACLIMATACION AL FRIO**

Antes y durante el receso, se producen ciertos cambios internos en las plantas caducifolias que les permiten sobrevivir al clima invernal.

La aclimatación al frío involucra cambios fisiológicos que se manifiestan principalmente en un reordenamiento celular. Es así como ocurren cambios a nivel de hidratos de carbono, proteínas, lípidos, hidratación de tejidos, como también se estimula la producción de promotores de la tolerancia al frío.

La aclimatación responde a dos señales climáticas; primero a la baja sistemática de las temperaturas, y luego al acortamiento de los días.

La baja en las temperaturas al inicio del otoño trae como consecuencia una reducción generalizada en el metabolismo de la planta, lo que se resume en los siguientes puntos:

- **Reducción en la actividad enzimática**
- **Reducción de la intensidad respiratoria**
- **Reducción de la actividad fotosintética**
- **Reducción de la actividad transpiratoria**
- **Disminución de la velocidad de absorción de agua y de soluciones nutritivas**
- **Leve asimilación de sustancias nitrogenadas**
- **Baja asimilación del P y K**

En cuanto al acortamiento de los días, ya se mencionó anteriormente cuáles son sus efectos en la planta.

Todos los cambios en el metabolismo del vegetal al enfrentarse al advenimiento del invierno, hacen que este sea más pasivo, de esta manera la planta puede resistir mejor las heladas invernales.

Se produce una acumulación de azúcares (reservas) en los tejidos permanentes provenientes de la actividad fotosintética del verano, desciende la absorción radicular, y por tanto disminuye el contenido de agua libre, con lo cual la planta se hace más resistente al frío.

**AÑO 1998**

**Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.**

Por lo anterior, se produce una concentración del contenido celular, disminuyendo el punto de congelación de la célula.

El agua libre es el factor más importante para predisponer la planta al daño por frío; limitándose el contenido de ella, puede estimularse la resistencia al frío.

Por otro lado, a medida que avanza la primavera y el verano, los nuevos brotes comienzan a madurar, obteniéndose al final del verano, un tejido externo relativamente endurecido y más resistente al daño por frío.

De esta manera, al comenzar el invierno, los nuevos crecimientos ya se encuentran preparados para resistirlo.

## **TERMINO DEL RECESO**

Mientras más se acerca la primavera, la planta debe eliminar la acción de todos los inhibidores que se sintetizaron en otoño e invierno, para así poder salir del receso y comenzar nuevamente su desarrollo.

Existen dos vías complementarias por las cuales las yemas durmientes son capaces de despertar; una es a través de la acción del frío estimulador, y la otra es debido a la acción del fitocromo.

El frío, durante el reposo, es capaz de disminuir las concentraciones de ácido absícico y de otros inhibidores.

Yemas en receso sometidas a la acción de bajas temperaturas ( $3^{\circ}$  -  $7^{\circ}$  C), ponen de manifiesto una baja considerable en la concentración de sustancias inhibidoras, por lo cual se deduce que el frío es capaz de “destruirlas”.

En este punto es importante notar que la ruta de biosíntesis del ácido absícico es la misma que para el ácido giberélico, esto significa que ambos usan el mismo sustrato principal (**ácido mevalónico**); de esta manera se explicaría por qué comienzan a aumentar las concentraciones de giberelinas cuando disminuyen las del ácido absícico.

**AÑO 1998**

**Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.**

Al ser contraproducente la síntesis de este último, la planta ocupa esta ruta para la síntesis de giberelinas, con lo cual comienza el despertar primaveral. No sólo son las giberelinas, las que comienzan a actuar en esta etapa, sino que también se produce un aumento sostenido en las concentraciones de auxinas y citoquininas.

Son entonces, las bajas temperaturas invernales las que juegan un papel preponderante en la salida del receso, pero también se ha comprobado que en esta etapa existe una importante influencia del fotoperíodo.

Como es sabido, el sistema fitocromo se halla principalmente en las hojas de los vegetales, sin embargo, se ha detectado en ciertas especies la existencia de fitocromos activos en sus yemas en receso, por lo cual estos son capaces de recibir el estímulo fotoperiódico, y así provocar también el despertar.

Cuando los días comienzan a alargarse se estaría induciendo la síntesis de promotores del crecimiento, ya nombrados anteriormente.

Por otra parte, en forma paralela, comienza a aumentar la actividad respiratoria, la cual provee de energía a los distintos procesos que estimulan la brotación. Es interesante recalcar que el efecto de las bajas temperaturas invernales provoca la inactivación de la catalasa y por tanto, el aumento en la respiración.

La causa final del término del receso se debe a la respiración anaeróbica de los azúcares que actúan como sustratos principales, siendo estos las reservas que el árbol mantuvo en su estructura durante el invierno.

La ausencia de oxígeno y el efecto del frío son sinérgicos en la remoción de la dormancia, sin embargo, la falta de oxígeno por sí sola no gatilla la brotación de las yemas.

Durante el invierno, el metabolismo predominante en las yemas es anaeróbico y cambia a una condición aeróbica después que la dormancia endógena de la yema ha finalizado.

Por último, un aspecto interesante de considerar en la salida del receso es la acción que puede ejercer la morfología de las yemas de un frutal.

Las escamas, aparte de proteger los tejidos internos de la yema, impiden la oxigenación de ella, con lo cual se favorecería un ambiente anaeróbico favorable para la respiración.

**AÑO 1998**

**Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.**

## REQUERIMIENTOS DE FRÍO

Las exigencias de frío de los diferentes frutales de hoja caduca de las zonas templadas para poder salir del estado de receso, varían según la especie y también según la variedad.

El requerimiento de frío de una determinada especie se mide en unidades de tiempo en que ocurren las bajas temperaturas estimuladoras, las cuales se han definido como menores a 7° C y superiores a 3° C, las temperaturas cercanas a 0 C<sup>0</sup> o inferiores resultan ineficaces para promover la salida del receso, esto es en parte, porque estarían inhibiendo la acción de las hormonas positivas.

La unidad de tiempo es la “**hora - frío**”, definiéndose esta como una hora en que deben ocurrir ininterrumpidamente las temperaturas adecuadas (3° - 7° C).

Para calcular las horas - frío de una determinada localidad, se puede utilizar un instrumento llamado termógrafo, pero su uso resulta tedioso.

El método más común es la utilización de datos meteorológicos incorporados a diversas fórmulas propuestas por distintos investigadores como, **Richardson, Crossa-Reynaud, Weinberger**, entre otros.

Los frutales caducifolios requieren de una acumulación de estas horas para salir del reposo, empleándose esta acumulación como un mecanismo de defensa; esto es para evitar la brotación cuando las condiciones ambientales sean favorables por un período en el invierno, con lo cual los brotes jóvenes quedarían muy indefensos a la acción de las posteriores heladas de invierno.

Por otro lado, las altas temperaturas durante el invierno (  $\geq 20^{\circ}\text{C}$  ) pueden reducir o anular los efectos de la acumulación previa de frío.

El efecto de estas temperaturas depende de una interacción entre ellas y la duración de su exposición, ya que mientras más alta es la temperatura, menor es el período necesario para obtener reducción en las horas - frío acumuladas.

AÑO 1998

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.

Los frutales de zonas templadas, sin embargo, no son capaces de brotar inmediatamente después del cumplimiento de horas - frío; se requieren de **“horas - grado”** para provocar la brotación, definiéndose este concepto como **“el número de horas a una temperatura determinada multiplicada por el número de grados por encima de una temperatura basal”**, luego se deben sumar todas las horas - grado ocurridas a distintas temperaturas.

**Por ejemplo, 8 horas a 20° C son  $8 \times (20 - 10) = 80$  horas- grado, tomando como temperatura basal 10° C.**

Este mecanismo de las horas-grado permite a la planta encontrarse aún en estado latente cuando todavía hay riesgo de heladas primaverales después de haberse cumplido las horas - frío necesarias para la brotación.

En ciertas zonas agroclimáticas, donde las necesidades de bajas temperaturas de los árboles no son plenamente satisfechas, las plantas presentan síntomas de receso prolongado, **el cual se caracteriza por una brotación y floración deficiente e irregular, y finalmente en una disminución en la producción y calidad de la fruta.**

Para superar estos problemas, se han adoptado distintas medidas, como la selección de variedades de menores requerimientos de frío y la aplicación de varios productos químicos capaces de producir el quiebre del receso.

Los frutales de las zonas templadas tienen distintos requerimientos de frío según sea la región del planeta en que ellos se originaron. Se deduce así que los frutales, desde su origen, se han adaptado genéticamente a las condiciones climáticas de las regiones de que provienen.

Es por esta razón, que al tratar de introducir una especie a una región de diferente latitud de la cual procede, es muy posible que esta pueda presentar una fenología distinta a la normal; esto sucede porque el clima del hábitat natural de la especie puede ser tan distinto, por ejemplo el trópico, que la planta no es capaz de detectar el acortamiento de los días, esto significa que no desarrolla el sistema fitocromo, y de esta manera no es capaz de realizar la abscisión foliar, ni de entrar en reposo.

**AÑO 1998**

**Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.**

Así la especie, al no estar adaptada al medio, vegeta en épocas en que la ocurrencia de heladas es muy común, con lo cual la planta y la producción sufrirán graves consecuencias. Es por lo anterior que en Chile, las plantas originarias de regiones tropicales o subtropicales deben ser cultivadas en mesoclimas que les permitan vegetar con el mínimo de riesgos durante el invierno (Quillota, Longotoma, etc.).

**En cuanto a requerimientos de frío, los frutales caducos se pueden dividir en dos grupos: los provenientes de regiones de altas latitudes y de latitudes medias.**

En las regiones de altas latitudes, los inviernos son largos y con temperaturas muy extremas ( $-40^{\circ}\text{C}$ ), por lo cual las exigencias de frío de los frutales originarios de estas zonas son reducidas.

Esto se explica porque la mayoría de las temperaturas invernales son tan bajas que no satisfacen las necesidades del frutal para salir del receso, sólo recién a inicios de primavera, cuando las temperaturas comienzan a aumentar pero aun siendo frías ( $3^{\circ} - 7^{\circ}\text{C}$ ), se cumplen las horas - frío.

Como el período en que ocurren estas temperaturas óptimas es tan breve, los requerimientos en horas - frío de estos frutales deben ser bajos.

Por otro lado, las plantas originarias de regiones de latitudes medias, tienen las mayores exigencias en frío invernal debido a que los inviernos son muy fluctuantes, existiendo períodos en que las temperaturas son moderadas y otros en que se suceden las heladas.

Las especies adaptadas a estas regiones demandan muchas horas - frío para que así no exista el riesgo de que broten cuando aún hay posibilidades de heladas.

SERGIO ANTONIO TOLEDO VIVAS  
INGENIERO AGRONOMO  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO  
E-MAIL: [info@ecoplant.cl](mailto:info@ecoplant.cl)  
[WWW.ECOPLANT.CL](http://WWW.ECOPLANT.CL)

**AÑO 1998**

**Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.**