

# Efecto de las fitohormonas sobre la reducción del vigor, el retorno a flor y la producción en peral

Luis Asín <sup>1</sup>, Pere Vilardell <sup>2</sup>, Simó Alegre <sup>1</sup>, Ramon Montserrat <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> IRTA Lleida, Avda. Rovira Roure 191, Lleida.

<sup>2</sup> IRTA Mas Badia, Ctra. De la Tallada, La Tallada (Girona)

**Uno de los factores clave en el aumento de la rentabilidad económica del peral, sobre la base del incremento y la estabilidad de la producción a lo largo de los años y la reducción de los costes de producción, ha sido el desarrollo y posterior empleo de fitohormonas, cuyo uso se encuentra mayoritariamente extendido no sólo en el peral, sino en casi todos los cultivos de fruta dulce. Estos productos hormonales básicamente pueden actuar sobre el cuajado del fruto, el crecimiento vegetativo, así como sobre la caída del fruto en prerrecolección.**

La tecnología de producción ha evolucionado ampliamente en los últimos veinte años, basada en la aparición de nuevos productos pesticidas para optimizar el control de plagas y enfermedades, la modernización de maquinaria agrícola para facilitar labores como la recolección o la poda, el desarrollo de otros sistemas de formación y de poda, etc. Todos los avances y cambios producidos en las técnicas de producción han sido fundamentales en el aumento de la producción, calidad de la fruta y/o de la rentabilidad del cultivo.

Centrándose en este último punto, uno de los factores claves en el aumento de la rentabilidad económica del cultivo, sobre la base del aumento y la estabilidad de la producción a lo largo de los años y de la reducción de los costes de producción, ha sido el desarrollo y posterior empleo de fitohormonas, mayoritariamente extendido no solo en el peral, sino en la mayoría de cultivos de fruta dulce.

En el mercado existen diversos productos hormonales para su empleo en peral y que básicamente pueden actuar sobre el cuajado del fruto, el crecimiento vegetativo o la caída del fruto en prerrecolección.

Merecen una mención especial los productos que mejoran el cuajado y los reductores del crecimiento vegetativo, ya que en algunos casos su empleo es generalizado y sin éstos la rentabilidad de la plantación sería inviable. El ejemplo más evidente es el empleo de GA<sub>3</sub> y paclobu-

trazol en Blanquilla, aunque el uso de fitohormonas está estandarizado en prácticamente todas las variedades de peral.

Con algunas particularidades la dependencia de las fitohormonas ha sido constante desde hace más de veinte años, sin embargo en el año 2000 se prohibió el empleo del cloruro de cloromequat, dicho producto era el elemento clave en la producción de pera, y especialmente en Blanquilla, ya que reducía eficazmente el vigor de los árboles, mejoraba el cuajado del fruto, favorecía la inducción floral y presentaba un precio adecuado sobre la base de los beneficios que aportaba.

## Fitohormonas

Actualmente, aunque no con la misma intensidad, el paclobutrazol ha ocupado el rol anterior del cloruro de cloromequat, de manera que, en ciertas variedades como Blanquilla, su empleo se puede considerar prácticamente ineludible.

El paclobutrazol actúa inhibiendo la biosíntesis de giberelinas, lo que se traduce en una reducción del crecimiento vegetativo de las plantas y en una mejor distribución de los elementos nutritivos en el interior de la planta (Rademacher, 2000).

Su capacidad para inhibir el crecimiento de los brotes de peral ha sido ampliamente descrita (Dheim y Browning, 1988; Sansivini *et al.*, 1988; Browning *et al.*, 1992). En concreto el paclobutrazol actúa en una de las primeras fases de la síntesis de giberelinas, inhibiendo la transformación del ent-kaureno a ácido ent-kaurenóico (Dalziel y Lawrence, 1984, Goldsmith *et al.*, 1983). De esta manera se inhibe la biosíntesis de giberelinas en los meristemos (Hedden y Graebe, 1985) y se produce una reducción del crecimiento de los brotes. Otro de sus efectos es sobre el retorno a flor, ya que favorece la inducción floral (Dheim y Browning, 1988).

Otra característica del paclobutrazol es su persistencia en planta y en suelo, lo que resulta interesante desde el punto de vista del control del vigor, pero desfavorable en el caso de replantaciones o de errores por aplicaciones de dosis superiores a las recomendadas.

Además del paclobutrazol también se dispone de la prohexadiona de calcio, cuya capacidad de reducir el vigor también ha sido amplia-

La prohexadiona de calcio es un elemento clave para el control del vigor en manzano, mientras que en el caso del peral es el paclobutrazol la pieza básica



FOTO 1

mente descrita (Byers y Yoder, 1999; Greene, 1999; Owens y Stover, 1999; Unrath, 1999; Basak y Rademacher, 2000; Vilardell *et al.*, 2000).

Esta fitohormona también actúa inhibiendo la biosíntesis de giberelinas, en concreto su aplicación reduce los niveles de GA<sub>1</sub> (giberelina de gran actividad) provocando altas concentraciones de su precursor GA<sub>20</sub> (giberelina inactiva) (Evans *et al.*, 1999; Nakayama *et al.*, 1990).

La prohexadiona de calcio presenta una gran ventaja, al tratarse de un producto de baja toxicidad y persistencia (Owens y Stover, 1999), debido a un proceso muy rápido de degradación (Evans *et al.*, 1997), de manera que a dosis medias en dos o cuatro semanas no hay presencia de residuos ni en planta, ni en frutos; mientras que su persistencia en suelo es todavía mucho menor.

Su baja toxicidad viene marcada por la imposibilidad de ser almacenado en tejidos de mamíferos, así como no presentar efectos negativos sobre aves, peces, insectos y microorganismos del suelo (Evans *et al.*, 1999).

Desde un punto de vista agronómico, no sólo es capaz de reducir la longitud de los brotes, sino que además es capaz de mejorar el cuajado. Este efecto parece estar provocado, ya que también es un inhibidor de la síntesis de etileno, por lo que aplicado en postfloración es capaz de reducir la purga o caída inicial de frutos. Este hecho ha sido descrito en diversas variedades de peral (Asin *et al.*, 2006; Vercaemmen y Gommand, 2007; Lafer, 2007).

En referencia al control del vigor la prohexadiona de calcio es un elemento clave en manzano, mientras que en el caso del peral es el paclobutrazol la pieza básica. Este último puede ser aplicado al suelo y también a la parte aérea en aplicaciones pre o post florales, aunque en los últimos años las aplicaciones preflorales se han extendido debido a los buenos resultados de esta estrategia tanto en el vigor, como en el cuajado (Cosialls *et al.*, 2006).

Por su parte la prohexadiona de calcio es empleada en peral con el objetivo de incrementar el cuajado, aunque su empleo no está tan generalizado su efecto en algunas variedades como Abate Fetel es muy evidente (Asín y Vilardell, 2006).

Es evidente que paclobutrazol, en sus diversas maneras de aplicación, se ha convertido en una herramienta clave en el manejo de una gran cantidad de plantaciones de peral. Este escenario puede conside-

rarse similar a la situación previa a 2001 con el cloruro de cloromequat.

Quizás se podrían establecer algunas salvedades a este paralelismo de escenarios, ya que mientras antes de 2001 el empleo de cloruro de cloromequat era en general suficiente para reducir el vigor e incrementar el cuajado, en la actualidad el paclobutrazol puede ser combinado con la prohexadiona de calcio para mejorar los rendimientos productivos y/o con la poda en verde mediante discos para eliminar los brotes de crecimiento más activo. Aun así, también es cierto que estas combinaciones de estrategias no son generalizadas.

Este escenario descrito para las zonas productoras de Lleida y Girona es probablemente el mismo para el resto de las zonas productoras de pera en España, pero claramente diferente al del resto de países de la Unión Europea ya que el empleo de paclobutrazol en fruta dulce tan sólo está permitido en España.

En países con peso específico en la producción de pera de la Unión Europea como Italia, Holanda o Bélgica las opciones de reducción del vigor pasan por la prohexadiona de calcio y/o estrategias culturales.

Dentro de estas medidas culturales se pueden citar las siguientes:

- Anillado o incisiones en troncos.
- Poda en verde, con el objetivo de eliminar brotes vigorosos.
- Poda de raíces en invierno, con anterioridad al inicio de vegetación.
- Reducción de riego y fertilización, en la fase de división celular del fruto.

**FERTILIZANTES  
Y PRODUCTOS  
FITOSANITARIOS**

**LUQSA**  
LERIDA UNION QUIMICA / SA

## Alternativas culturales a las fitohormonas

Las medidas descritas anteriormente han sido estudiadas en diversos cultivos (Proebsting *et al.* 1977, 1984, Geisler y Ferre, 1984, Ramina *et al.* 1986, Mitchell *et al.* 1989, Neri y Flore, 1990, Neri *et al.* 1991, Schupp y Ferree, 1989), mostrándose interesantes en algunas situaciones.

En general, los métodos culturales o agronómicos presentan la dificultad de que se actúa sobre procesos fisiológicos de la planta y su resultado depende de múltiples factores propios del árbol como la carga, el estado sanitario, volumen prospectado por el sistema radicular, edad y otros factores edáficos como la presencia de capa freática, horizonte petrocálcico, fertilidad del suelo, etc. Todo ello provoca que los resultados de estas técnicas sean difícilmente previsibles ante la ausencia de experiencia concreta en la plantación en cuestión, llegando a veces a tener ciertos problemas como puede ser la reducción del calibre en la poda de raíces (Schupp & Ferree, 1988).

### Anillado o incisiones en el tronco

El anillado o incisión en el tronco busca un mismo objetivo, pero con diferente intensidad, reducir la circulación de los fotosintetizados mediante el corte total o parcial de los vasos floemáticos en el tronco del árbol, aunque según el tipo de corte y la zona donde se realice también se pueden ver afectados el reparto de asimilados, el flujo de nutrientes y de hormonas (Cutting y Line, 1993; Forshey y Elfving, 1989; Kato y Ito, 1962). Estas medidas aportan una reducción del crecimiento de los brotes y un incremento del calibre del fruto (Millar y Tworokosky, 2003).

Mientras el anillado es un corte alrededor del tronco que debería alcanzar el xilema, dicho anillado puede ser realizado con una simple navaja o con herramientas más agresivas que producen un corte de hasta 1 cm de ancho, esta última opción está muy extendida en Sudáfrica mediante una cadena de motosierra.

La opción más agresiva sería la incisión en el tronco mediante sierra, en este caso se suelen realizar dos cortes opuestos y separados entre sí, y que alcancen el centro del tronco (foto 2).

### Poda en verde

La poda en verde (foto 3) suele emplearse para eliminar los brotes de crecimiento más activo donde la *psilla* suele establecerse, aunque también se puede favorecer el calibre del fruto. Sin embargo tanto el tipo de corte, como el momento y su intensidad afectan a la respuesta del árbol a la poda en verde (Millar, 1982; Walsh *et al.*, 1989).



### Poda de raíces

La poda de raíces (foto 4), o cualquier estrategia que persiga una restricción del sistema radicular, provoca una reducción de la capacidad de absorción del sistema radicular, pero también supone un desequilibrio entre las hormonas vegetales que afectará tanto al crecimiento de los brotes, como a la inducción floral.

La respuesta a la poda de raíces o a la restricción del sistema radicular es muy variable debido a la imprecisión de esas técnicas y a la heterogeneidad de las

condiciones ambientales (Millar y Tworokosky, 2003). A pesar de considerarse una opción eficaz resulta necesario definir su intensidad (profundidad y distancia al tronco) para optimizar su comportamiento (Schupp y Ferree, 1988).



### Reducción del riego y la fertilización

Por último una reducción del riego y fertilización parece una opción interesante en aquellas zonas con pluviometrías bajas en primavera. El riego deficitario fue ideado para reducir el crecimiento vegetativo

(Chalmers *et al.*, 1981) aunque esta técnica puede aportar otros beneficios (Behboudian y Mills, 1997). En el caso del peral una reducción del riego puede suponer una reducción del crecimiento vegetativo y un incremento en las producciones (Chalmers *et al.* 1984; Mitchell *et al.*, 1984; Mitchell *et al.*, 1986; Marsal *et al.*, 2002).

## Estudio comparativo de fitohormonas y medidas culturales

Durante años 2001, 2002 y 2003, en la finca de Mollerussa del IRTA-Lleida se estudió el comportamiento de reducción de riego, poda en verde, poda de raíces, paclobutrazol foliar y prohexadiona-Ca frente a un testigo sin tratar, sobre el desarrollo vegetativo, el retorno a flor y la producción en Blanquilla.

Todas las estrategias estudiadas fueron capaces de reducir la longitud de los brotes del año y el porcentaje de brotes de más de 40 cm en comparación con el testigo (cuadro I), siendo paclobutrazol-foliar la estrategia más eficaz, seguida de poda en verde y prohexadiona-Ca, y por último la poda de raíces y la reducción del riego.

Obviamente la poda en verde registró una reducción en el número de brotes del año; pero otras estrategias también fueron capaces de reducir el número de brotes por árbol, como fue el caso de poda de raíces y prohexadiona-Ca.

La estrategia más eficaz en la reducción del vigor del peral fue el paclobutrazol-foliar al ser la más efectiva en la disminución de la longitud del brote del año, seguida de la poda en verde y prohexadiona-Ca cuyo efecto es doble, al reducir tanto la longitud, como el número de brotes del año.

## Cuadro I.

Longitud media del brote del año (cm), porcentaje de brotes con una longitud superior a 40 cm y número de brotes/árbol. Valores medios para el periodo 2001-2003.

Estrategia	Longitud brote del año	% brotes > 40 cm	Brotes/árbol
Testigo	48,2 a	54 a	423 a
Reducción de riego	44,3 b	49 b	403 ab
Poda en verde	36,1 e	36 c	334 c
Poda de raíces	41,6 c	47 b	365 bc
Paclobutrazol foliar	36,6 e	32 d	422 a
Prohexadiona-Ca	38,7 d	39 c	376 bc

Tras estas estrategias, la poda de raíces muestra una reducción en la longitud y en el número de brotes del año; y por último la reducción del riego que registra una ligera disminución en la longitud del brote del año.

Aunque a lo largo de los tres años de estudio los valores del retorno a flor variaban año tras año, si se analiza el valor medio (**cuadro II**) se observa que paclobutrazol-foliar fue la estrategia con mayor capacidad de incrementar el retorno a flor, seguida por poda de raíces y reducción del riego. La prohexadiona-Ca mostró un retorno a flor similar al testigo, mientras que la poda en verde perjudicó al retorno a flor.

Las producciones alcanzadas mostraron conclusiones similares a las descritas anteriormente en el retorno a flor, siendo las estrategias más productivas las que mejoraron el retorno a flor. De esta manera, la poda de raíces, paclobutrazol-foliar y reducción de riego han sido las estrategias más productivas, seguidas por prohexadiona-Ca y testigo, siendo poda en verde la estrategia que ha registrado los rendimientos más bajos.

No se observó ningún efecto continuado de las estrategias estudiadas sobre el peso medio del fruto o en la distribución por calibres. De todos modos se ha observado que los valores ponderados más bajos se registraron en testigo, lo que indicaría la importancia de la reducción del vigor para mejorar el peso medio del fruto y la distribución de calibres del fruto.

## Discusión

En los tres años de estudio se pudo comprobar que las estrategias estudiadas no aportan todos los beneficios que generaba el empleo del cloruro de cloromequat, sin embargo cada una proporciona opciones

La reducción del riego y la fertilización parece una opción interesante en zonas con pluviometrías bajas en primavera. El riego deficitario fue ideado para reducir el crecimiento vegetativo, aunque esta técnica puede aportar otros beneficios. En el caso del peral, una reducción del riego puede suponer una reducción del crecimiento vegetativo y un incremento en la producción



**INDUSTRIAS DAVID S.L**  
Alta tecnología para sus viñedos  
y frutales



azufradoras, deshojadoras, intercepas  
alineadoras de leña, despuntadoras  
distribuidores estiércol,  
prepodadoras de viña en espaldera  
prepodadora de árboles, cultivadores  
tritadoras...

P.I. Urbayecla II. Parcelas 28-30  
C.P: 30510 Yecla-Murcia-España  
tfno. (+34) 968 71 81 19 :: fax (+34) 968 79 58 51  
e-mail: industriasdavid@industriasdavid.com

FOTO 4



que pueden considerarse beneficiosas.

Paclobutrazol-foliar ha sido la estrategia más eficaz en la reducción del vigor (reducción de la longitud del brote del año), retorno a flor y producción. Se trata de una fitohormona que tarda unos días en actuar o en frenar el crecimiento de los brotes, pero que posteriormente su efecto perdura a lo largo de varias semanas.

La reducción del vigor provocada por las aplicaciones de prohexadiona-Ca mostró una disminución en la longitud y en el número de bro-

tes del año. A diferencia del paclobutrazol-foliar, se trata de una fitohormona de actuación más rápida pero su efecto dura menos semanas. La aplicación de prohexadiona-Ca no afectó ni al retorno a flor, ni a las producciones, a pesar de que en otros ensayos se ha observado un efecto negativo en el retorno a flor, éste parece estar determinado por el empleo de dosis excesivas y/o mal repartidas.

Tanto la poda de raíces, como la reducción del riego han mostrado una reducción en la longitud de los brotes del año. En el caso de la poda de raíces la reducción era superior, y además estaba acompañada por un descenso en el número de brotes emitidos. Las ventajas de ambas estrategias son, además de las referentes a la reducción del vigor, por una parte el incremento en el retorno a flor, lo que se correspondió con un incremento en las producciones y por otra parte un coste reducido o incluso una reducción en el consumo de agua.

La poda en verde, por definición es una buena estrategia al eliminar los brotes de crecimiento muy activo, sin embargo se ha comportado como una mala alternativa al penalizar tanto el retorno a flor,

como las producciones obtenidas. Se trata pues de una estrategia muy adecuada como método de lucha o control contra *psilla*, pero no como opción única de control del vigor.

Globalmente se puede considerar que el paclobutrazol-foliar es la estrategia más adecuada, lo cual coincide con el hecho de que se haya convertido en la pieza clave en la reducción del vigor en la mayor parte de las plantaciones de peral (Cosialls *et al.*, 2006). Sin embargo, su combinación con otras estrategias como prohexadiona de calcio resulta interesante para mejorar el cuajado, tal y como se ha descrito en Abate fetel (Asin *et al.*, 2006); pero también con estrategias culturales, en aquellas situaciones en las que interese mejorar la reducción del vigor y/o el retorno a flor, mediante la poda de raíces y/o la reducción del riego.

A pesar del buen comportamiento de la prohexadiona de calcio en la reducción del vigor, su empleo único en peral no parece ser suficiente, sin embargo su combinación con estrategias culturales es una opción a plantearse en un futuro, de hecho la combinación de prohexadiona de calcio con la poda de raíces o con incisiones en el tronco ya ha sido propuesta por otros autores (Maas, 2005; Meintjes *et al.*, 2005; Asin y Vilardell, 2007).

De todas las posibles opciones, entendemos que la integración de varias estrategias para optimizar la reducción del vigor y sus beneficios asociados (reducción de la poda, mejora en la eficacia de los tratamientos fitosanitarios, incremento en el retorno a flor, evitar alternancias o veceñías) pasaría por "aprovechar" ventajas de cada estrategia, como la alta eficacia del paclobutrazol-foliar en la reducción del vigor, la rapidez de acción y mejora del cuajado de prohexadiona de calcio, el efecto "insecticida" de la poda en verde, el bajo coste y el incremento en el retorno a flor de la poda de raíces y de la reducción de riego, etc. ■

#### Agradecimientos

Este proyecto ha sido desarrollado gracias a un proyecto de la IV Convocatòria d'Ajuts a Projectes de Recerca sobre Temes Fructícoles de Catalunya Qualitat 2002-2003. También queremos agradecer a los hermanos Panadés de El Poal por su inestimable colaboración en el desarrollo de la poda de raíces.

#### Bibliografía

Existe una amplia bibliografía a disposición de nuestros lectores, que pueden solicitar en el e-mail: redaccion@eumedia.es

## Cuadro II.

**Retorno a flor (corimbos/árbol) para el periodo 2001-2003 y producción acumulada (t/ha) para el periodo 2001-2003 y 2002-2003.**

Estrategia	Retorno a flor (corimbos/árbol)	Producción (t/ha)	
		2001-2003	2002-2003
Testigo	342 b	141,1 b	104,6 a
Reducción de riego	445 a	154,5 ab	112,9 a
Poda en verde	320 b	113,6 c	83,0 b
Poda de raíces	478 a	165,9 a	121,0 a
Paclobutrazol foliar	508 a	148,0 ab	115,0 a
Prohexadiona-Ca	353 b	145,8 ab	109,6 a

**Globalmente se puede considerar que el paclobutrazol-foliar es la estrategia más adecuada, lo cual coincide con el hecho de que se haya convertido en la pieza clave en la reducción del vigor en la mayor parte de las plantaciones de peral. Sin embargo, su combinación con otras estrategias como la prohexadiona de calcio resulta interesante para mejorar el cuajado**