

# **FISIOLOGIA DE LA FLORACION I. Introducción.**

**Fotoperiodismo. Tipos de respuestas fotoperiódicas en la inducción floral. Períodos oscuro y luminoso. Percepción del estímulo. Mecanismo hormonal de la floración. Ritmos endógenos y floración.**

## **• Introducción**

- En el ciclo ontogénico del desarrollo de una planta existen diferencias entre la fase de crecimiento vegetativo y la fase reproductiva que se inicia con la FLORACION.
- Floración: cambio de crecimiento indeterminado a determinado, consiste en el establecimiento de nuevos linajes celulares, que dará como resultado el establecimiento de una nueva identidad celular. Cuando el proceso se dispara la forma del ápice va a cambiar.
- En el crecimiento vegetativo, los meristemas apicales, por su actividad mitótica seguida de procesos de elongación, diferenciación y morfogénesis presentan un crecimiento localizado e indeterminado que dará origen a órganos y tejidos del cuerpo primario de la planta
- Un meristemo reproductivo es similar a un meristemo vegetativo, pero existe un cambio en la sincronía celular y en las regiones de división celular.
- En la floración cambia la actividad y diferenciación del meristemo vegetativo a meristemo reproductivo, por cuya acción se originarán los componentes de la flor.
- Se puede entender la floración como la inducción y formación de los primordios florales. Factores internos (hormonales y nutritivos) y factores externos (luz y temperatura) condicionan la inducción o estimulación floral.

## **• Fotoperiodismo:**

Durante el siglo XIX varios fisiólogos vegetales habían sugerido la participación de la duración del día en el desarrollo de las

plantas. Se debe a W. W. Garner y a H. A. Allard , en 1920, el establecimiento del concepto actual de fotoperiodismo y el reconocimiento de su influencia para la regulación de los distintos procesos fisiológicos.

- Comprende la regulación de distintos procesos del desarrollo de la planta (floración, inicio de la dormición, senescencia, abscisión de hojas, elongación de tallos, obtención de tubérculos, ramificación, iniciación de raíces, actividad del cambium...) por la duración relativa del día y de la noche.
- El fotoperiodismo ordena y señala al meristemo los lugares de división celular.

• **Percepción e inducción fotoperiódica de la floración:**

- El inicio de la floración se desencadena por un cambio en la pauta de diferenciación del meristemo vegetativo a meristemo floral dentro de una organización estructural génica compleja y diversos niveles y rutas de diferenciación.
- En general, las condiciones fotoperiódicas son percibidas por las hojas y NO directamente por los meristemas: la luz produce un estímulo de floración en las hojas y posteriormente se inicia la floración en los meristemas (evocación).
- El salto de un crecimiento vegetativo a un crecimiento reproductivo se denomina Cambio de Fase, necesitándose una serie de requerimientos para que dicho cambio tenga lugar:
  - a) El primer requerimiento es la edad y se denomina Capacidad de Evocación: el nivel de metilación es del 16% en individuos juveniles y asciende al 62 % en individuos con capacidad reproductiva, lo cual significa que para adquirir una competencia específica, la expresión de los genes tiene que estar localizada. A medida que un meristemo envejece, hay un incremento progresivo de metilación ( silenciamiento génico). Del mecanismo de cambio de fase vegetativa a fase

reproductiva subyace un control específico de la regulación génica.

b) En el nivel de floración existen genes específicos que marcan la identidad floral (genes homeóticos) y anteriormente a la expresión de estos genes hay otro grupo de genes igualmente específicos que marcan competencia para la floración. La floración marca el cambio de fase con cambios genéticos muy determinados que son muy difíciles de revertir.

c) El paso de un crecimiento vegetativo a reproductivo se produce de forma gradual y durante el mismo se realizan los procesos bioquímicos y biológicos siguientes (el bloqueo de estos procesos conlleva la inhibición del Cambio de Fase):

- 1) Síntesis de DNA incrementada.
- 2) Síntesis de proteínas aumentada.
- 3) Actividad mitótica incrementada que produce aumento del espacio físico necesario para que tenga lugar la proliferación de los órganos de la planta.
- 4) Diferenciación de los diferentes órganos que componen las flores que conlleva diferente reparto de la actividad mitótica.

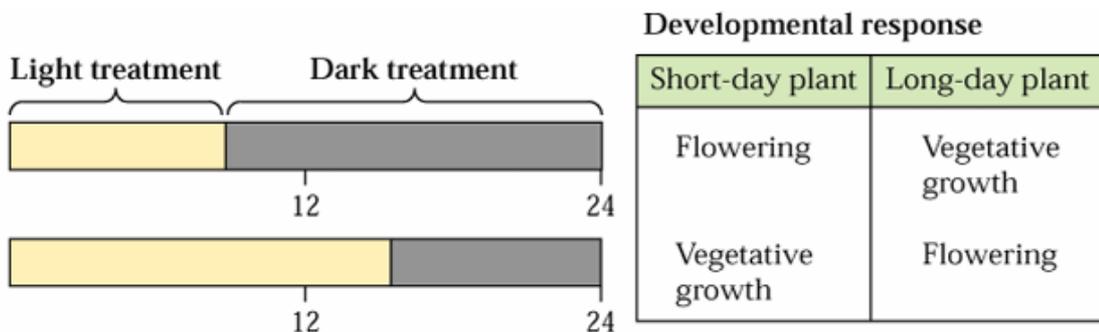
d) Partiendo de la edad y del genotipo dos factores ambientales son los **INDUCTORES** del Cambio de Fase: fotoperiodismo y baja temperatura

e) Al efecto de la baja temperatura para favorecer la floración se le denomina **VERNALIZACIÓN**, la cual estimula el efecto inductor provocado por el fotoperiodismo.

f) Las respuestas de los reguladores son diferentes en las plantas en relación a las respuestas “in Vitro”, lo cual es debido a que cuando se inician los cultivos “in Vitro” se eliminan todas las propiedades de coordinación de la planta.

## **Tipos de respuestas fotoperiódicas en la inducción floral:**

- A. Plantas de día corto: cuyo foto período requiere NO rebasar un máximo crítico de horas de iluminación al día, por encima del cual no florecerán.
- B. Plantas de día largo: requieren un foto período crítico de luz por encima de un mínimo de horas de iluminación al día, por debajo del cual no florecerán.
- C. Plantas que no responden al foto período: no dependen del foto período para florecer. Se llaman plantas de día neutro.



- Fundamentalmente la vernalización tiene efecto inductor de la floración en plantas autónomas y en plantas de día corto.
- Subclasificación de las plantas de día corto y de las plantas de día largo:
  - 1) Plantas con requerimientos absolutos: precisan un fotoperiodismo exacto.
  - 2) Plantas con requerimientos cuantitativos.
- El período de oscuridad es el verdaderamente importante:
  - ✓ En una planta de día corto necesita un período de iluminación inferior al período de oscuridad: cuando las horas de luz superan las horas de oscuridad, la planta de día corto NO florecerá.

- ✓ En una planta de día largo necesitan un período de iluminación superior al período de oscuridad: cuando las horas de luz superan las horas de oscuridad, la planta de día largo florecerá.
- Durante el periodo lumínico se sintetizan regiones de crecimiento que desencadenan su actividad durante el período oscuro.
- Dormición es una respuesta dependiente del fotoperiodismo y de temperaturas bajas, que constituye un recurso de la planta entera y de las semillas para adaptarse a las condiciones ecológicas y para superar las condiciones adversas.
- Las hojas captan el fotoperíodo y NO directamente por los meristemas.
- Estímulo Transferible: Si tomamos hojas de plantas de día largo que recibió el estímulo y las trasplantamos a hojas de plantas de día corto que no captaron el estímulo, existirá floración. Algo se va a transmitir desde las flores a las yemas, por lo que el responsable de la floración va a ser un estímulo transferible.

• ***Participación hormonal en la inducción floral:***

- De los experimentos de percepción e inducción de la floración por las hojas se deduce la presencia de una hormona o señal interna que por transporte provoque en los meristemas la evocación floral. A dicha señal se le denominó FLORÍGENO. Investigadores de la Universidad de Kyoto (Japón), el Instituto Max Plank de Tubingen (Alemania) y la Universidad de Ciencias Agrícolas de Umea (Suecia), han logrado desvelar en tres estudios el mecanismo que permite a las plantas florecer en el momento adecuado y, al mismo tiempo, que sus flores salgan en el sitio oportuno. Los científicos han identificado una molécula, que han bautizado como "Florígeno", que se ocupa de viajar de la hoja al tejido embrionario vegetal donde se inicia el florecimiento. el último de los estudios, el de la Universidad de Ciencias Agrícolas

de Umea, ha permitido descubrir una molécula cuya existencia se había predicho hace ya 50 años, pero que nadie hasta ahora había encontrado. Se trata del "Florígeno", que tiene como misión "viajar" desde las hojas hasta las puntas de los tallos, para dar las instrucciones precisas que hicieran posible la floración. desde hace muchos años se sabe que las plantas "perciben" la estación del año a través de proteínas que sintetizan en las hojas; de este modo se fijan en la duración de los días y en la temperatura para saber cuándo se aproxima la primavera, por ejemplo. Asimismo, cuando las condiciones ambientales son las propicias, la planta produce en las hojas una proteína llamada FT que, de alguna manera desconocida hasta ahora, activa el programa de construcción de las flores en la punta del tallo (el ápice). Ahora, los investigadores de la Universidad de Kyoto y el Instituto Max Plank de Tubingen han descubierto que la proteína FT, que se sintetiza en las hojas, interacciona físicamente con otra proteína, la FD, que sólo se produce en el ápice. "De esta manera se ponen en común dos tipos de información: FT le dice a la planta cuándo tiene que florecer, y FD le dice dónde tienen que aparecer las flores""las dos por separado no funcionan", sino que "tienen que juntarse físicamente y activar a los genes de floración". ¿cómo llega FT desde las hojas hasta el ápice? lo que se mueve desde la hoja hasta el ápice no es la proteína FT, sino el ARN mensajero de FT. Este mecanismo, que necesita de las dos proteínas para funcionar, "evita que haya flores en sitios no deseados, y que salgan flores cuando no deben", lo que puede tener importancia para que el ser humano pueda ser capaz de controlar la floración en los invernaderos, adelantándola o retrasándola a voluntad si es más conveniente por alguna razón, como por ejemplo la llegada de un monzón.

- Las giberelinas intervienen en el paso de crecimiento vegetativo a crecimiento reproductivo. Existe una hipótesis muy cuestionada según la cual las giberelinas son las responsables del crecimiento y formación de los tallos florales y las antesis serían las responsables de la floración específica.
- Las poliaminas de cadena larga están implicadas en la manifestación floral

➤ Desde el punto de vista práctico, la mejor forma de regulación de la floración dependerá de los factores siguientes:

1) La luz.

2) Temperaturas bajas (vernalización) inductoras de la floración.

3) Giberelinas y Poliaminas.

4) Condiciones nutricionales de la planta: El balance carbono / nitrógeno está relacionado con la floración. Las altas relaciones C / N son favorables a la floración y las bajas relaciones C / N favorecen el crecimiento vegetativo. Facilitar el contenido de N<sub>2</sub> facilita la manifestación floral.

➤ La dormición es una respuesta de la que depende del foto período y de la baja temperatura, y que supone un recurso de la planta para adaptarse a determinadas condiciones ecológicas y superar las condiciones adversas. Consiste en un estado de quiescencia tanto de meristemas como de semillas:

✓ El cambio en yemas y en semillas coincide con un incremento de ácido abscísico (ABA).

✓ La salida de la dormición de yemas y semillas tiene lugar cuando el contenido de ABA es inferior al resto de reguladores hormonales, lo cual coincide con la salida de épocas frías.

✓ El tratamiento con inhibidores de ABA puede romper la dormición.

✓ El tratamiento de plantas con baja temperatura para lograr la dormición suele durar 40 días a 5°.

✓ El almacenamiento de ramas y semillas permite superar el estado de dormición.

➤ **Participación del sistema fitocromo en la floración:**

- ❑ El sistema fitocromo es el fotorreceptor para la inducción floral.
- ❑ En el período de oscuridad participa el fitocromo.
- ❑ Si suministramos durante pocos minutos rojo de baja energía durante la noche a una planta de día largo, se producirá floración. Esta floración puede ser inhibida si, inmediatamente después del rojo suministramos rojo lejano (730 nm).