

La biotecnología y las plantas ornamentales

Lic. Betiana Parody
INTA - CONICET

La biotecnología en el florero

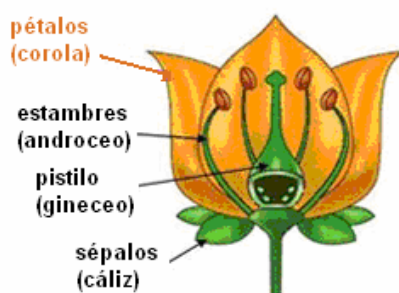
La belleza de las flores ha sido inspiración de artistas de todos los tiempos, desde los tradicionales versos “Las rosas son rosas, las violetas son azules...”, hasta los girasoles más caros del mundo - los de Van Gogh - incluyendo también a los creadores de los perfumes, que emplean aromas florales en sus exclusivas pociones.

El regalo de flores de los enamorados, o a las flamantes madres, o simplemente la decoración de casas con perfumadas y vistosas flores ha hecho de la floricultura una importante industria en el siglo XX. Pero, ¿cuál es el origen de tanta belleza? ¿Cómo se pueden aprovechar los últimos avances de la ciencia para ofrecer más variedades de flores, con más perfume, más pétalos, más colores, más duraderas, y más resistentes a enfermedades? Precisamente de eso se viene ocupando la Biotecnología Ornamental en las últimas décadas.



Pero... biológicamente, ¿qué son las flores?

Para entender cómo la biotecnología puede ayudar a la floricultura, es necesario conocer la biología floral. La flor es un tallo de crecimiento definido en el que se insertan hojas modificadas (hojas florales), y se desarrolla en el ápice superior de la planta (flor terminal) o en las yemas laterales (flor axilar). En la flor tienen lugar los procesos esenciales de la reproducción sexual: la meiosis y la fecundación. Es decir, la flor es el órgano reproductivo sexual de las plantas angiospermas (*angios*: vaso, que alude a la cavidad ovárica de la flor). Como muestra la siguiente figura, la flor está formada por cuatro ciclos que forman sus respectivas estructuras: el cáliz, la corola, el androceo y el gineceo. Las dos últimas son los órganos reproductivos masculino y femenino, respectivamente.



La ilustración representa la estructura de una flor hermafrodita. El cáliz está constituido por los sépalos, y la corola por los pétalos. El androceo, está formado por los estambres, y cada uno de éstos, a su vez, por un filamento y una antera donde se forma el polen. El gineceo está constituido por uno o más carpelos, libres o soldados, que forman uno o más pistilos. En su base, el pistilo se ensancha, formando una cavidad, el ovario, donde se encuentran los óvulos.

De las cuatro estructuras mencionadas, los pétalos son los principales responsables del color, el perfume y la belleza de la flor. Estas características ofrecen una ventaja adaptativa que favorece la supervivencia y evolución de las plantas. Los pétalos atraen a los polinizadores (aves, insectos, etc.), los cuales se acercan atraídos por el color. Esta interacción se ha desarrollado a tal punto en la evolución, que en la actualidad se pueden observar relaciones flor-polinizador muy específicas, y plantas que prosperan sólo si su polinizador se encuentra presente. Otro factor importante en esta interacción es la dulzura del néctar, sustancia sintetizada en el nectario, que se encuentra en la base del ovario.

El desarrollo floral ocurre mediante un programa genético complejo, en el que participan los productos de muchos genes, y es influenciado por múltiples factores (temperatura, luz, hormonas, concentración de nutrientes, disponibilidad de agua, etc.)

En la actualidad, los científicos han dilucidado gran parte del mecanismo por el cual la planta origina los pétalos, qué genes están involucrados en controlar su formación, número, forma, color y aroma.

Entre los mecanismos de mayor interés para la floricultura se encuentra la síntesis de los pigmentos que determinan los colores, aunque también son importantes (y también milenarios) otros usos de los pétalos, relacionados con su aroma y textura.

Biotecnología aplicada al desarrollo floral

A continuación se describen algunas de las mejoras en floricultura obtenidas por ingeniería genética:

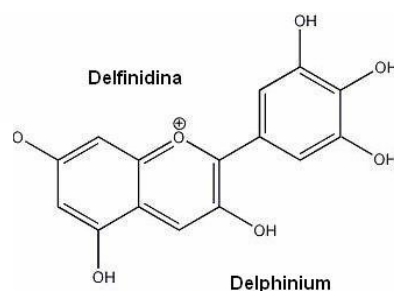
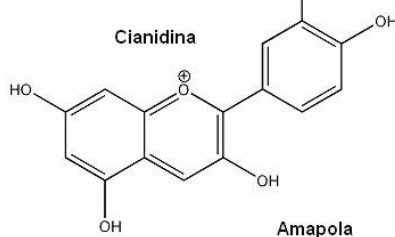
i) Cantidad de pétalos. Se conocen varios genes involucrados en el desarrollo de los pétalos (y de los otros ciclos florales). Esto se ha aprovechado para obtener por ingeniería genética flores con mayor cantidad de pétalos, como se muestra en la siguiente figura.



Petunia modificada por ingeniería genética para tener un número mayor de pétalos.

ii) Color de los pétalos. Un mismo color puede estar dado por distintos tipos de pigmentos, e incluso cambiar según las condiciones del entorno. El color de las flores se debe básicamente a tres tipos de pigmentos:

- los flavonoides, que son los pigmentos más comunes y contribuyen a un amplio rango de colores que va desde el amarillo hasta el rojo y el azul. Dentro del grupo de los flavonoides, los más importantes son las antocianinas, entre ellas la pelargonidina (color anaranjado), la cianidina (color rojo) y la delfinidina (color azul).
- los carotenoides, que contribuyen a formar los colores naranja/rojo, bronce y marrón, frecuentes en las rosas y crisantemos.
- las betalainas, que son los pigmentos menos abundantes y contribuyen a las varias gamas de marfil, amarillo, naranja, rojo y violeta.



Estructuras de las principales antocianinas y sus colores respectivos. Adaptado de "Biochemistry & Molecular Biology of Plants", Buchanan B, Gruissem W y Jones R. (Ed). American Society of Plant Biology Publisher, USA, 2000.

Si bien se conocen varios genes relacionados con las diversas rutas metabólicas que llevan a la síntesis de los pigmentos que dan color a los pétalos, la realidad no ha alcanzado a la imaginación. Esto se debe, en parte, a que los pigmentos que dan color a los pétalos son metabolitos secundarios, es decir, metabolitos que se encuentran en bajas concentraciones y que las plantas sintetizan en forma variable según sus necesidades de cada momento y las circunstancias del entorno (contenido hídrico de la planta, cantidad de luz, pH del suelo, etc.). Esto quiere decir que por más que un gen esté presente puede no expresarse en los niveles esperados. Además, no siempre se encuentran los genes relacionados con un determinado color en la diversidad genética disponible para dicha especie, y por lo tanto no pueden aplicarse las prácticas convencionales de mejoramiento para incorporarlos.

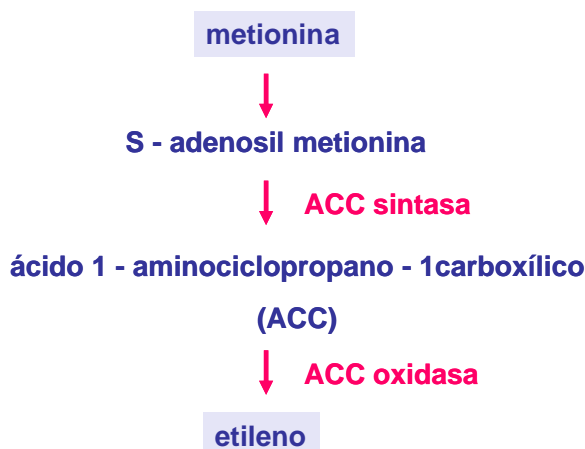


FLORIGENE Moonshade™

En este sentido, la biotecnología moderna ha dado buenos resultados. La empresa Florigene, formada por laboratorios de Australia y Japón, creó claveles de distintas gamas de azul mediante la introducción por ingeniería genética de genes de síntesis del pigmento delfinidina obtenidos de las flores de pensamiento. De la misma manera, la empresa Flores Colombianas produce y exporta desde el año 2000 claveles azules transgénicos generados por inserción de un gen de petunia.

Además de crear colores por inserción de genes de otras especies, se puede suprimir la formación de un color por silenciamiento génico, expresando, por ejemplo, una forma antisentido del mismo gen endógeno responsable del color que se quiere inhibir. Así se ha logrado la tan ansiada rosa azul, desarrollada también por australianos y japoneses y que aún no ha llegado al mercado (se encuentra atravesando el proceso de bioseguridad en Australia, y se espera que prontamente sea aprobada para comercialización). En este caso, para lograr el color azul por inserción del gen de pensamiento, fue necesario "apagar" antes un gen de la rosa responsable del color rojo, porque de lo contrario resultaban colores lilas o agrisados.

iii) Retardo de la marchitez o senescencia. También se ha logrado por ingeniería genética aumentar el tiempo que una flor puede perdurar sin marchitarse, una vez cortada de la planta. La sustancia endógena de las plantas responsable de su marchitamiento es principalmente el etileno, una hormona volátil. Por lo tanto, fue necesario inhibir por silenciamiento génico la síntesis de una enzima que participa en la ruta biosintética del etileno, para así disminuir la concentración de esta molécula en la planta transgénica. En este caso se trató de la enzima ACC oxidasa, la última en la ruta biosintética del etileno. Así se obtuvieron, por ejemplo, claveles transgénicos que duran más en el florero.



Ruta biosintética del etileno. Para lograr el retardo de la marchitez se introdujo una versión *antisentido* del gen que codifica para la enzima ACC oxidasa.

Clavel modificado genéticamente para retrasar la senescencia de la flor cortada (izquierda), comparada con un clavel sin modificar (derecha). Las dos flores tienen ocho días de post-cosecha.

Biotecnología aplicada a la planta ornamental entera

Además de las flores, la biotecnología también está tratando de modificar la arquitectura de las plantas ornamentales para que sean más vistosas, aumentando el número de hojas por planta o acortando la longitud de los entrenudos. Esto último se puede lograr inhibiendo la síntesis de la hormona vegetal gibirelina, que actúa, entre otras cosas, incrementando la longitud de los entrenudos. Así, al inhibir la síntesis de esta hormona, las hojas quedan más cercanas entre sí y la planta resulta más “vistosa”.



Transformación de *Solanum tuberosum* (planta de papa) en una planta ornamental.



Acortamiento de los entrenudos de una planta de tabaco por inhibición de los genes de la biosíntesis de las giberelinas.

Cabe mencionar que el único producto ornamental genéticamente modificado que se encuentra hoy en el mercado es el clavel azul. Los otros desarrollos están aún en etapas de investigación y/o regulación.

Otras técnicas de biotecnología aplicadas a la floricultura

Además de las variedades obtenidas por técnicas de ADN recombinante, en la actualidad la floricultura también se ve beneficiada por la aplicación de otras técnicas de biotecnología, entre ellas:

- i) **El cultivo de tejidos.** Se lo emplea en el mejoramiento de numerosas especies, como crisantemos, gladiolos, jacarandá, gardenia, orquídeas, etc., tanto con fines de micropropagación a mayor escala, como también para obtener plantas libres de patógenos y producir nuevas variedades en *cultivo in vitro*.
- ii) **Cruzamientos convencionales para obtener híbridos.** Esta técnica es la misma que se utiliza en el mejoramiento de cultivos, que consiste en cruzar dos variedades con fenotipo diferente para analizar la descendencia que se obtiene y elegir la de mejor posicionamiento en el mercado. En el caso de plantas para macetas, se busca que tengan buena cantidad de flores de diferentes colores, y que la planta sea compacta; mientras que para plantas que se usan para plantar en la tierra (en jardines, canteros, etc.) se busca también la cantidad y calidad de flores, pero a diferencia de las de maceta, se busca que las de tierra tengan gran capacidad de cobertura de superficie.
- iii) **Técnicas de marcadores moleculares.** Los marcadores moleculares permiten evaluar la diversidad disponible en cada especie y también identificar variedades, genotipos y el lugar de origen (muchas de las especies comercializadas son originarias de América Latina). Ya existen desarrollos de marcadores moleculares para especies como geranio, dalia, petunia, rosa y violeta.

En Argentina hay un instituto dedicado a la aplicación del cultivo *in vitro*, cruzamientos convencionales y los marcadores moleculares a especies ornamentales. Funciona en el Instituto de Floricultura, que se encuentra en el predio del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias del INTA en Castelar, Buenos Aires. Dicho instituto fue formado inicialmente por medio de un convenio con la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA), y recibió el nombre de Centro Tecnológico de Flori-Fruti-Horticultura (CETEFFHO), pero en la actualidad pertenece sólo al INTA. Además existen mejoradores de especies ornamentales en la industria privada, muchos de ellos en la zona de Escobar, donde anualmente se realiza la Fiesta Nacional de la Flor.

Material de consulta

Sitio web de la firma *Florigen*, <http://www.florigene.com.au>

Informe de cómo se obtuvo la primera rosa azul <http://www.csiro.au/files/files/p29z.pdf>

“Biotecnología y Mejoramiento Vegetal”. Viviana Echenique, Clara Rubinstein, Luis Mroginski. Buenos Aires. Ediciones INTA, 2004. Capítulo Biotecnología en el Cultivo de Especies Ornamentales.

<http://www.argenbio.org/h/biblioteca/libro.php>

Sitio de la Facultad de Ciencias Agrarias, Corrientes, Argentina, <http://agr.unne.edu.ar>,

<http://www.biologia.edu.ar/biologia/plantas/indplantas.htm>,

<http://www.biologia.edu.ar/biologia/plantas/flores.htm#angiospe>