



Cuaderno N° 72 Biotecnología Ornamental

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 los artistas de los perfumes, que incluyen 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, mayor vida en florero, y resistencia a enfermedades? Precisamente de eso se ha encargado la Biotecnología Ornamental en las últimas décadas, y es lo que se tratará en esta edición de El Cuaderno.

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

Para entender cómo la biotecnología ha hecho sus aportes 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 que son la *meiosis* y la *fecundación* (ver El Cuaderno N° 70). 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.

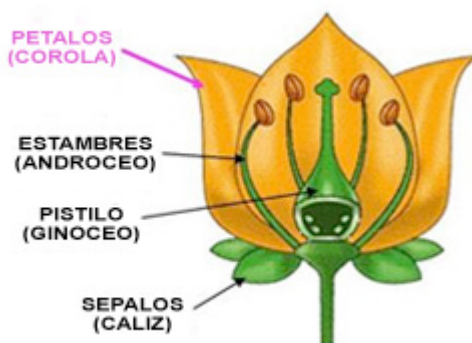


Figura: La ilustración representa la estructura de una flor (hermafrodita). El cáliz está constituido por los sépalos, generalmente verdes, que cumplen una función protectora y estructural. La corola está constituida por los pétalos. El androceo, por los estambres (y cada uno de éstos, a su vez, por un filamento y una antera donde se forma el polen). El gineceo está constituido por los carpelos (los cuales forman una cavidad -ovario- donde se encuentran los óvulos).

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



De las cuatro estructuras mencionadas, son mayormente los pétalos los responsables de un color llamativo, perfume y belleza. 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 flor-polinizador 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 flor-polinizador 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, multigénico e influenciado por múltiples factores (temperatura ambiente, cantidad de luz, concentración hormonal, concentración de nutrientes, situaciones de estrés, 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 la formación de los pétalos, su número, su forma, su color, su aroma, etc. Entre los mecanismos de mayor interés para la floricultura se encuentra la síntesis de los pigmentos que determinan los colores, pero resultan milenarios también otros usos biotecnológicos de los pétalos, como su aroma y su 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.



Figura: Petunia modificada por ingeniería genética para que desarrolle mayor cantidad de pétalos.

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

§ los flavonoides: son los pigmentos más comunes y contribuyen a un amplio rango de colores que va desde el amarillo hasta el rojo y el azul. Los flavonoides que más contribuyen a la formación

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



- de colores son las antocianinas, entre ellas el color anaranjado está dado por la pelargonidina, el rojo por la cianidina y el azul por la delphinidina.
- § los carotenoides: contribuyen a formar los colores naranja/rojo, bronce y marrón, frecuentes en las rosas y crisantemos.
 - § las betalainas: son los menos abundantes y contribuyen a las varias gamas de marfil, amarillo, naranja, rojo y violeta.

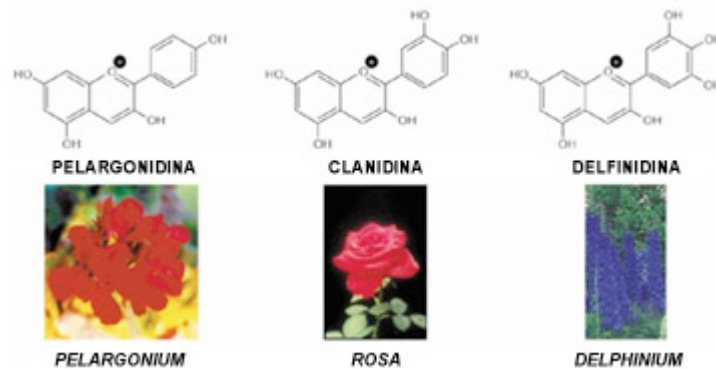


Figura: Estructuras de antocianinas y coloraciones de los pigmentos respectivos. Fuente: adaptado de "Biochemistry & Molecular Biology of Plants", Buchanan B, Gruissem W y Jones R. (Editors). American Society of Plant Biology Publisher, USA, 2000.

Si bien se conocen varios genes asociados a las diversas rutas metabólicas que llevan a la síntesis de los pigmentos que dan color a los pétalos, aún la práctica no ha alcanzado a la imaginación. Esto se debe a que los pigmentos que dan color a los pétalos son metabolitos secundarios, es decir, metabolitos menores en proporción y que las plantas sintetizan en forma variable acorde a sus necesidades de cada momento y a las circunstancias del entorno (contenido hídrico de la planta, la cantidad de luz que recibe, el pH del suelo en el que crece, etc.). Es por ello que no se han podido conseguir flores de todos los colores, en tanto y en cuanto dicho color no exista en la diversidad genética disponible para dicha especie.

De todas formas, la biotecnología ha tenido sus logros en este aspecto. La delantera la lleva una empresa internacional, formada por laboratorios de Australia y Japón, llamada *Florigene* que ha logrado crear claveles de distintas gamas de azul mediante el agregado por ingeniería genética de genes de síntesis del pigmento delphinidina obtenidos de las flores de *pensamiento*.

Otra alternativa, además de crear colores al expresar genes obtenidos de otras especies, es suprimir colores al expresar una forma antisentido del mismo gen endógeno responsable del color que se quiere inhibir. Este hecho involucra un proceso genético conocido como *silenciamiento génico*.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



iii) Retardo de la marchitez o senescencia. Se ha logrado 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, hormona volátil. Por lo tanto, fue necesario inhibir la síntesis de las enzimas que participan en la ruta biosintética del etileno para disminuir la concentración de esta molécula en la planta transgénica. En este caso se trató de la enzima ACC oxidasa, la última en la cadena ruta biosintética indicada en la Figura. Así se logró obtener, por ejemplo, claveles que duran más en el florero.



Figura: Ruta biosintética del etileno y enzimas que participan. Para lograr la madurez retardada se expresó una versión *antisentido* del gen que codifica para la enzima ACC oxidasa.



Figura: Clavel obtenido por ingeniería genética. La senescencia se retarda en la planta transgénica (izquierda) en comparación con la control (derecha). Las dos flores tienen ocho días de post-cosecha.

Biotecnología ornamental aplicada a la planta entera

Además de las flores, la biotecnología ornamental también está tratando de modificar la arquitectura de las plantas para que sean más vistosas. Por ejemplo, aumentando el número de hojas por planta y/o acortando la longitud de los entrenudos. Esto último también se puede lograr inhibiendo la síntesis o la actividad de la hormona vegetal denominada *gibirelina*, que actúa, entre otras cosas, incrementando la longitud de los entrenudos. Así, al inhibir la síntesis de estas hormonas, o bloquear su percepción por parte de las células, las hojas quedan más cercanas entre sí y la planta resulta más “vistosa”.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



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



Figura: Acortamiento de los entrenudos de una planta de petunia por inhibición de la sensibilidad a las giberelinas.
Fuente: Yoshikazu T. y col., 2005."

En la actualidad el único producto ornamental genéticamente modificado que se encuentra en el mercado son las variedades de clavel azul. Los demás desarrollos están aún en etapa 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 ha estado aplicando a numerosas especies, como por ejemplo: crisantemos, gladiolos, jacarandá, gardenia, orquídeas, etc, con fines de micropropagación a mayor escala, pero también para obtener plantas libres de patógenos y producir nuevas variedades en *cultivo in vitro* (ver El Cuaderno N° 35).
- ii) Técnicas de marcadores moleculares: aplicados a la floricultura permiten evaluar la biodiversidad disponible en cada especie como así también identificar variedades y genotipos, e identificar el lugar de origen de las variedades (muchas de las especies comercializadas son originarias de América Latina). Ya existen desarrollos de marcadores moleculares para especies como el geranio, la dalia, petunia, rosa y violeta (ver El Cuaderno N° 69).

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



En Argentina existe un instituto dedicado a la aplicación del cultivo in vitro y los marcadores moleculares a especies ornamentales en el Centro Tecnológico de Flori-Fruti-Horticultura que se encuentra en el predio del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias del INTA en Castelar, Buenos Aires.

ACTIVIDADES

Objetivos:

- Repasar los conceptos trabajados en el Cuaderno.
- Revisar conceptos vinculados con la estructura de las plantas con flor.
- Indagar las ideas previas de los alumnos y reflexionar acerca de los nuevos conceptos.
- Aplicar los conceptos teóricos a través de experiencias de laboratorio.
- Integrar conceptos de biología y de química.

Destinatarios y conceptos relacionados:

Los temas abordados en este Cuaderno así como las actividades propuestas pueden adaptarse a diferentes niveles de la enseñanza, desde EGB hasta Polimodal. Los temas abarcan desde conceptos más simples como la estructura de una planta con flor y sus partes, hasta aspectos más específicos vinculados con la acción hormonal, la genética y el metabolismo vegetal. Estos temas pueden incluirse al trabajar:

- ü Los seres vivos. Clasificación. Estructura y funciones vitales.
- ü Los organismos y su relación con el ambiente.
- ü Las plantas. La flor. Transporte de sustancias.
- ü Síntesis de proteínas. Genes y expresión de caracteres.
- ü Evolución biológica. Selección natural.

Consideraciones metodológicas:

Las actividades que se proponen se pueden aplicar a EGB y a Polimodal, y adaptar el análisis y la profundidad de los conceptos según el nivel de los alumnos. Con alumnos de Polimodal se sugiere trabajar las experiencias en conjunto con docentes de química o de físico-química para analizar contenidos tales como la estructura de los pigmentos, los fenómenos de capilaridad y solubilidad, y la técnica de cromatografía. Un concepto interesante para trabajar en colaboración con docentes de físico-química es el fenómeno que

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



encierra la visión de los diferentes colores basado en la estructura química de las moléculas y en el fenómeno de la absorción de energía luminosa de diferentes longitudes de onda.

A pesar del peso de los programas y de la tradición transmisiva y expositiva que adquiere en ocasiones la ciencia escolar, es importante que los alumnos puedan interpretar la ciencia como una discusión sobre ideas, y no simplemente como el “hacer cosas”. Por esto, y para lograr un aprendizaje significativo de las ciencias en la escuela, se sugiere indagar en las ideas de los alumnos, plantear preguntas y dar lugar a la observación, la experimentación y la discusión, ya sea en EGB como en el nivel Polimodal. En este mismo sentido, al solicitar a los alumnos la entrega de un informe de laboratorio, se recomienda hacer hincapié en la elaboración de las conclusiones como una etapa de análisis en la que se discute, se reflexiona, y se aplican los conocimientos para el análisis de las etapas del práctico, y no simplemente como una descripción de la metodología y de los resultados (observaciones y mediciones). Este es el objetivo de las actividades que se sugieren, en este caso particular aplicadas a temas vinculados con las plantas, sus características y metabolismo.

Indagar en las ideas de los alumnos incluye también que ellos puedan proponer o imaginar futuras aplicaciones de las técnicas de ingeniería genética en la obtención de otros productos y establecer una discusión en la clase acerca de cuáles serían sus ventajas y desventajas, el modo de realizarlo y las diferencias con las técnicas tradicionales de transformación de plantas. Para esto se sugiere la utilización de las láminas y las novedades que se encuentran en la dirección <http://www.porquebiotecnologia.com.ar>.

Actividad 1. Repaso de conceptos

A continuación se sugieren preguntas para guiar el repaso de los conceptos trabajados en el texto.

1. ¿Cuáles son las partes que forman una flor? Indicar la función de cada una de ellas. **Nota:** se sugiere rever el Cuaderno N° 4 para repasar la estructura de la flor y el ciclo vital de las plantas con flor.
2. Explicar cuál es la importancia de los polinizadores en la continuidad de las generaciones de plantas. **Rta. Relacionar con la interacción entre seres vivos y con los beneficios de esta interacción en la evolución de las especies.**
3. ¿Qué significa que existan relaciones flor-polinizador específicas? Buscar un caso que ejemplifique este tipo de relación.
4. ¿Qué relación se puede establecer entre los genes de las plantas y las características de sus pétalos? **Rta. La pregunta hace referencia a la relación gen / proteína / característica. Más precisamente al hecho de que los genes son la porción de ADN que codifican para que se sinteticen las proteínas, las cuales a su vez determinan las características que manifiesta el organismo.**
5. Explicar cuál fue el procedimiento empleado para obtener claveles azules por ingeniería genética. **Rta. agregado por ingeniería genética de genes de síntesis del pigmento delphinidina obtenidos (clonados a partir) de las flores de pensamiento.**
6. Para lograr la madurez retardada de flores una vez cortadas de la planta se expresó una versión *antisentido* del gen que codifica para la enzima ACC oxidasa. Explicar en qué ruta

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



metabólica interviene la enzima ACC, cuál es el resultado de la expresión antisentido del gen y cómo influye esto en la maduración de la flor. Rta. La enzima interviene en la ruta de síntesis del etileno responsable del marchitamiento de la flor (y también de frutos); la expresión antisentido del gen que codifica para esta enzima inhibe su fabricación y esto impide la síntesis de etileno, y en consecuencia del marchitamiento.

Actividad 2. Extracción y separación de pigmentos vegetales

Si bien en el Cuaderno se hace referencia a los pigmentos de las flores, estas experiencias permiten trabajar el concepto general de “pigmento” y analizar sus características, y las condiciones y métodos para su extracción. Además de la clorofila, los vegetales tienen otros pigmentos que “colaboran” en la absorción de la luz solar y en el proceso de la fotosíntesis. Estos pigmentos, fundamentalmente *carotenos* y *xantofilas*, de color naranja y amarillo, están tapados por la clorofila.

En la siguiente experiencia se extraen los pigmentos de las hojas de una planta verde (espinaca, acelga) y se separan sobre diferentes superficies (tiza y papel de filtro) mediante técnicas sencillas de **cromatografía**, y mediante solubilidad en diferentes solventes. La cromatografía es un método de separación de moléculas basado en las propiedades físicas y químicas de las sustancias a separar, por lo que existen diversos tipos de cromatografía. En general, todas tienen una fase fija y una fase móvil que son las que con sus propiedades hacen que las moléculas se separen en función de sus características en una u otra fase. El movimiento relativo de cada molécula es el resultado de un equilibrio entre el movimiento de la fase móvil y las fuerzas que tienden a “frenar” ese desplazamiento.

Materiales: Hojas verdes, mortero, alcohol (etanol), tiza, papel de filtro, gotero, frascos transparentes, benceno, éter de petróleo.

a) Extracción de pigmentos

1. Cortar las hojas de espinaca en pedacitos y machacarla en el mortero mientras se agrega alcohol.
2. Se filtra el machacado obtenido y se obtiene una solución alcohólica de pigmentos.
3. Se puede colocar esta solución a Baño María durante unos minutos para concentrarla (se obtiene un *extracto*).

b) Separación en tiza

1. Colocar en una placa de Petri o en un vaso pequeño $\frac{1}{2}$ centímetro de altura del extracto obtenido.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



2. Sumergir dentro del extracto la base ancha de una tiza y dejarlo 3-5 minutos.
3. Pasado ese lapso, retirar la tiza y colocarla en un plato o vaso que contenga casi $\frac{1}{2}$ cm. de altura de etanol (**Atención:** la línea de *extracto* que quedó en la tiza no debe sumergirse dentro del alcohol).
4. Dejar la tiza en el alcohol durante 5 minutos y observar qué sucede.
5. Registrar los resultados.

Resultado: En la tiza los carotenos se separan como una banda amarilla cerca del frente de la cromatografía mientras que la xantofila aparece como una banda verde amarillenta debajo del caroteno. La clorofila debe estar debajo de la xantofila.

c) Separación en papel de filtro

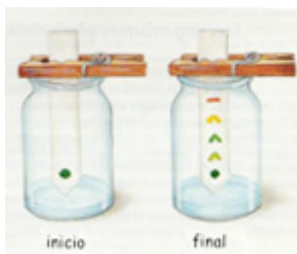
Para observar mejor todos los pigmentos se sugiere hacer la separación en papel. Para eso se necesita conseguir en una droguería otros materiales como éter de petróleo, benceno y acetona.

Nota: trabajar con cuidado ya que son materiales tóxicos e inflamables! Se recomienda trabajar con barbijo y alejado de fuentes de ignición (mecheros, llaves de luz, encendedores, etc).

1. Cortar una tira de papel de filtro de 10 cm. de largo.
2. Colocar con el gotero una gota de extracto en un extremo del papel (a un centímetro del extremo). Dejarla secar y colocar otra gota. Repetir esto hasta haber colocado entre 8 y diez gotas de extracto.
3. Sumergir la tira de papel en un recipiente que contenga éter de petróleo (si es posible, hacer una mezcla de 85 ml. de éter de petróleo, 10 ml. de acetona y 5 ml. de benceno).

Atención: la gota de extracto no debe estar sumergida en el solvente.

4. Esperar una hora y observar los resultados.
5. Registrar lo observado en el cuaderno.



Resultado: El frente del solvente subirá por el papel arrastrando los pigmentos que se separan en el papel a distintos niveles (como muestra la ilustración). Cuando se vean los pigmentos bien separados sacar el papel del frasco y secarlo.

d) Separación de pigmentos por solubilidad diferencial

1. Colocar 2-3 cm³ de extracto de clorofila en alcohol concentrado

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



2. Agregar 1 cm³ de benceno. El benceno es soluble en alcohol concentrado; la mezcla es homogénea.
3. Se agregan 2-3 cm³ de agua; el benceno no es soluble en alcohol diluido; se separan.
4. Anotar los resultados.

Resultado: Se separan en dos fases. Los pigmentos verdes se disuelven bien en benceno y quedan en la fase superior. El etanol, más denso, contiene los pigmentos amarillos (insolubles en agua), en la fase inferior.

Observar los resultados y responder:

¿De qué color es el extracto de pigmentos? **Rta. Es verde.**

¿Según esto, qué pigmento se podría afirmar que tiene la espinaca? **Rta. A partir de lo observado en primera instancia se podría afirmar que contiene pigmentos verdes (clorofilas).**

¿Qué conclusión es posible sacar a partir de la cromatografía realizada (en tiza y en papel)? **Rta. a pesar de su color verde, el extracto contiene una mezcla de pigmentos de diferentes características y estructura química. En base a estas diferencias es posible separarlos y diferenciarlos en la cromatografía.**

Investigar el fenómeno por el cual los pigmentos se ven de diferentes colores.

Los pigmentos son sustancias que absorben determinadas longitudes de onda, según su configuración química. Las clorofilas absorben luz roja y azul mientras que los carotenoides absorben la luz verde-azul. Las longitudes de onda que no se absorben eficientemente son reflejadas y esto es lo que capta el ojo. La luz verde y la amarilla no son absorbidas de manera eficiente por las clorofilas, sino que son reflejadas, y por eso se ven de color verde.

Actividad 3. Flores de colores casera

El objetivo de esta actividad es poner en práctica un método simple de tinción de flores y analizar la diferencia entre esta metodología y la aplicada a través de técnicas de ingeniería genética.

Materiales

Recipientes transparentes de unos 250 ml.

Colores vegetales, anilinas, o tinta china

Claveles u otras flores blancas con tallo

Agua

Una navaja o un cuchillo

Soluciones a diferente pH

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



Procedimiento

1. Disolver en agua, en cantidades iguales, el colorante y colocarlo en un recipiente.
2. Sin separar el tallo de la flor, introducirlo en el recipiente con la solución colorida.
3. Dejarla en reposo durante varias horas y anotar las observaciones. (**Atención:** para acelerar el proceso se puede proporcionar calor a la flor mediante un secador).
4. Luego, cambiar de florero y colocar la flor en agua limpia o en soluciones con diferentes pH.
5. Dejarla en reposo durante varias horas y anotar las observaciones.

Preguntas para el análisis de la experiencia:

1. Antes de comenzar la experiencia es indagar qué es lo que suponen que sucederá al colocar la flor en agua teñida. **Rta. Relacionar con el proceso de nutrición en las plantas, la absorción de agua a través de las raíces, el transporte de fluidos y nutrientes en las plantas.**
2. Investigar cuál es el mecanismo por el cual el agua sube a través del tallo. **Rta. El movimiento de agua en el xilema se explica con la teoría de cohesión-tensión. El agua es transportada por el xilema impulsada por la transpiración: la evaporación de agua de las hojas (en la experiencia este proceso se favorece al aplicar calor). Las moléculas de agua tienden a unirse entre sí mediante los enlaces puente hidrógeno, un fenómeno que se denomina *cohesión*. La cohesión se complementa con la adhesión entre esas moléculas y las paredes del xilema formando una "cadena de agua" (fenómeno de *tensión*). Cuando el agua se evapora por las hojas por transpiración "tira" de las moléculas de agua adyacentes y las hace subir por el xilema. Este proceso se propaga hasta las raíces a donde el agua entra por ósmosis debido a la diferencia de presión que genera la transpiración. Las fuerzas de cohesión y de adhesión producen el fenómeno de *capilaridad*: tendencia del agua a ascender por los tubos de calibre muy pequeño.**
3. ¿Qué ocurrió al cambiar las condiciones del medio? **Rta. Al no haber colorante en el medio o al cambiar las condiciones de pH, el color no es estable y se diluye.**
4. ¿En qué se diferencia este método de tinción del realizado por ingeniería genética? **Rta. El color obtenido por transgénesis es estable ya que se debe a un cambio en los genes de la planta.**

Actividad 4. Novedades en biotecnología

A) Crean las primeras rosas azules

Publicado el : 08/07/2004 en Novedades en Biotecnología

www.porquebiotecnologia.com.ar

La mayor empresa cervecera japonesa, Suntory, obtuvo las primeras rosas azules, que seguramente tendrán un fuerte impacto en el mercado dentro de unos años. Después de catorce

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



años de investigación, Suntory consiguió las rosas azules insertando el gen que lleva la información para fabricar el pigmento azul en pensamientos. El color de las nuevas rosas es debido al pigmento delfinidina, que no existe en las rosas naturales. “Alguna vez pensamos que la obtención de rosas azules era imposible, pero después de mucho trabajo lo logramos”, señaló el presidente de la compañía. El mejoramiento convencional puede generar rosas azuladas, pero más bien resultan grises o moradas, nunca azules. Esto es porque las rosas no tienen delfinidina y los colores provienen de los pigmentos rojos o naranjas. Suntory invirtió 27,8 millones de dólares en el desarrollo de rosas, claveles y otras flores azules por ingeniería genética.

Actividad para el análisis de la Novedad A):

A partir de la lectura de esta Novedad se sugiere que los alumnos realicen un esquema que represente ambos métodos, el convencional y por ingeniería genética, mencionados para lograr el cambio de color de las flores, y que redacten un breve texto que explique las diferencias entre ambos métodos. Nota: sugerimos repasar el texto y la actividad N° 2 del Cuaderno N°1 en donde se incluye el esquema que compara ambas tecnologías. También se puede consultar esta información en <http://www.argenbio.org/h/biotecnologia/09.php>

B) Orquídeas vistosas, duraderas y resistentes a enfermedades

Publicado el : 07/09/2004 en Novedades en Biotecnología

www.porquebiotecnologia.com.ar

Científicos del Instituto de Investigación y Desarrollo Agrícola de Malasia (MARDI) están empleando la biotecnología para obtener orquídeas más coloridas, duraderas y resistentes a enfermedades. “El mayor obstáculo que tenemos es que a las orquídeas les lleva mucho tiempo alcanzar su madurez. Muchas florecen después de dos años”, explicó la Dra. Umi Kalsom Abu Bakar, directora del Departamento de Biología Molecular e Ingeniería Genética del MARDI. “La mayoría de las orquídeas duran apenas entre dos o tres semanas, dependiendo de cómo se las cuide. Esto se debe, en parte, al gas etileno liberado por las flores y que eventualmente hace que se marchiten (el etileno es el mismo gas que producen las frutas y que las hace madurar)”, agregó. Para que las flores duren más, hay que suprimir a los genes involucrados en la formación de etileno. “No podemos suprimir a estos genes completamente, y aunque pudiéramos, no podríamos evitar que las flores se marchiten por otros mecanismos, como la degradación celular”. El equipo de la Dra. Umi consiguió clonar y transferir otro gen, que le otorgaría a las orquídeas otras dos semanas de vida. Otra característica que se puede modificar para que estas flores luzcan más vistosas, es el color. “La mayoría de las orquídeas son lilas, rosas, amarillas y de otros colores pálidos. Queremos introducir nuevos colores para crear orquídeas únicas y llamativas. Esto lo podemos lograr eliminando ciertos genes relacionados con colores que atenúan o intensifican la tonalidad final de la flor. Por ejemplo, podemos eliminar a los genes del pigmento naranja o amarillo para lograr orquídeas completamente blancas”. Con respecto a las enfermedades, las orquídeas son susceptibles a los virus, los que reducen el tamaño y el número de las flores y las deja con

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



manchas marrones. “Para producir variedades resistentes no podemos usar el mejoramiento convencional (por cruzamiento), ya que no hay orquídeas naturalmente resistentes”, explicó la Dra. Umi. Es por eso que eligieron introducir genes virales en las plantas de orquídeas, una estrategia empleada para generar resistencia. “Ya introducimos los genes en las plantas, ahora estamos esperando que éstas crezcan”.

Preguntas para el análisis de las Novedades:

1. ¿Dónde y quiénes son responsables de este nuevo desarrollo biotecnológico?
2. ¿Cuáles son las características modificadas? ¿Qué beneficios traerían estas modificaciones para las personas? **Rta. La idea es tomar en cuenta beneficios para el productor y para el consumidor (comprador).**
3. ¿Por qué, según el artículo, el largo período que lleva alcanzar la madurez resulta un obstáculo? **Rta. Esto hace que las modificaciones por procesos convencionales resulten muy lentas y poco eficientes.**
4. ¿Cuál es el motivo por el cual las orquídeas duran poco al ser cortadas, y cuál es la técnica que se puede emplear para transformar esta propiedad? **Rta. El marchitamiento se debe a la formación de etileno. Las técnicas que se pueden emplear es suprimir a los genes involucrados en la formación de etileno, o clonar y transferir otro gen, que prolonga la vida de la flor.**
5. ¿Cómo buscan en este caso modificar el color de las flores? **Rta. Mediante ingeniería genética eliminando ciertos genes relacionados con colores que atenúan o intensifican la tonalidad final de la flor.**
6. Explicar por qué no es posible emplear las técnicas de mejoramiento convencional para lograr flores resistentes a enfermedades y cómo se lograría por ingeniería genética. **Rta. No se emplean técnicas de cruzamiento ya que no hay plantas que manifiesten esa característica. Por ingeniería genética se introducen genes que otorgan resistencia a través de genes virales (mecanismo que funciona para otorgar resistencia a virus y conocido como “resistencia mediada por genes del patógeno”).**

Material de consulta

1. Sitio web de la firma *Florigen*, en inglés.
<http://www.florigene.com.au>
2. “Biotecnología y Mejoramiento Vegetal”. Viviana Echenique, Clara Rubinstein, Luis Mroginski. Buenos Aires. Ediciones INTA, 2004. Capítulo 1 Biotecnología en el Cultivo de Especies Ornamentales. Consultar en <http://www.argenbio.org/h/biblioteca/libro.php>

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



El Cuaderno de Por Qué Biotecnología

EDICIÓN N° 72

3. Hipertextos del área de biología <http://www.biologia.edu.ar/biologia/plantas/indplantas.htm>
4. Red Escolar de México. Incluye experiencias accesibles para realizar en el aula, entre ellas, de transporte y pigmentos en vegetales.
http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/act_permanentes/indexactiv.htm
5. Sitio del Consejo Argentino para la información y el desarrollo de la biotecnología (Argenbio).
<http://www.argenbio.org/h/biotecnologia/index.php>

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.