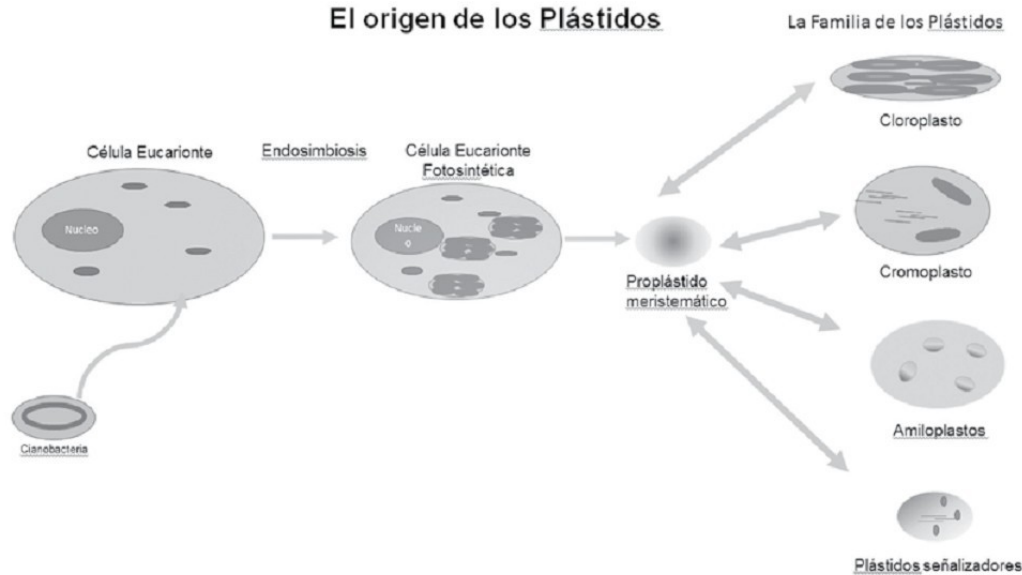


Los plástidos: fabricas metabólicas para el futuro



diferentes tejidos, es decir se diferencian como hojas, raíz, flores, los proplástidos también lo hacen, se convierten en un tipo de plástido particular, dependiendo del tejido donde se encuentren. Sin embargo, una vez diferenciados, los plástidos son capaces de adquirir nuevas identidades, es decir, volver a diferenciarse en respuesta a señales externas o internas. La plasticidad de estos organelos es una característica que permite a partir de cualquier tejido de una planta generar todos los tipos de plástidos. Por ejemplo, que a partir de una raíz, como la papa, se generen hojas con cloroplastos.

Fábricas moleculares.

Cabe preguntarnos ¿por qué se han seleccionado tantos tipos de plástidos? Es posible que este hecho se deba a que estos organelos han adquirido un papel central en las células de las plantas como centro metabólico. Ya que mucha de la información genética necesaria para la función de

Figura 1.

Marel Chenge* y Patricia León**

* *Bióloga y estudiante del doctorado del Instituto de Biotecnología de la UNAM*

** *Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos*

Todos sabemos que la unión hace la fuerza, y la naturaleza lo sabe también. Hace más de mil millones de años, una célula con núcleo y mitocondria, es decir, una célula eucariote, se unió con una bacteria capaz de realizar fotosíntesis. A partir de esta estrecha relación, conocida como endosimbiosis, se originó uno de los linajes más importantes de nuestro planeta: las plantas. El nuevo inquilino de la célula, al que le llamamos plástido, no sólo le proporcionó a su huésped la capacidad de producir su propio alimento en forma de esqueletos de carbono a través de uno de los procesos más impresionantes que existen en la naturaleza, la fotosíntesis; sino también, la incorporación de nuevas vías metabólicas que serían de gran utilidad para el nuevo linaje. Esta endosimbiosis cambió la faz de la Tierra y en cierta forma a ella le debemos nuestro proceso evolutivo.

El dúo dinámico

Uno de los productos de la fotosíntesis es el oxígeno y su acumulación provocó el cambio de una atmósfera carente de oxígeno a una con niveles altos de oxígeno lo que a su vez dio lugar a cambios en el metabolismo de los organismos, de ser principalmente

anaerobios (que viven sin oxígeno) a aerobios. También molecularmente somos el resultado de esta endosimbiosis, ya que la fotosíntesis realizada por las plantas ha generado la mayoría de los esqueletos de carbono de las moléculas que conforman a los seres vivos de este planeta.

El plástido adquirido por las células eucariotes tiene una historia propia, ya que a lo largo de la evolución se volvió dependiente de la célula hospedera, principalmente porque la mayor parte de su información genética se transfirió al núcleo. Sin embargo, conservó estratégicamente algunas funciones que aún hoy están codificadas en el genoma propio de los plástidos y que son indispensables para su mantenimiento. Además, el plástido mantuvo una doble membrana que le permitió conservar una identidad definida dentro de la célula hospedera, generando un nuevo organelo celular semejante a las mitocondrias o el núcleo.

A lo largo de la evolución el plástido original generó toda una familia de plástidos. El más conocido de ellos es el cloroplasto, que está presente en los tejidos verdes de las plantas y que es responsable de realizar la fotosíntesis. Este organelo presenta una forma característica y una membrana interna compleja donde se capta la luz, y es por mucho el más estudiado de la familia de los plástidos.

Lo que es poco conocido, es que existe una diversidad de estos organelos presentes en todas las células vegetales que des-

empeñan funciones vitales para las plantas y de interés para nosotros. Por ejemplo, en los frutos y flores encontramos plástidos que conocemos como cromoplastos, los cuales acumulan pigmentos, que dan lugar a colores que van de amarillos a rojos y son conocidos como carotenos. Éste grupo de moléculas parecen tener una función importante como atrayentes de insectos y otros agentes dispersores de polen o semillas, y a la vez son importantes para nosotros ya que son la fuente principal de vitamina A. También existen plástidos sin color, que se especializan en sintetizar y almacenar diversos compuestos. Entre ellos se encuentran los amiloplastos que almacenan almidón, los oleoplastos que almacenan lípidos y los proteinoplastos que acumulan proteínas, y que podemos encontrar en tubérculos y semillas con funciones de importancia nutricional como fuente de carbohidratos para los seres vivos. Por último, existe una variedad de plástidos de tamaño pequeño que han sido muy poco estudiados y cuyas funciones aún no se conocen del todo pero que juegan papeles muy importantes en la producción de hormonas vegetales y otros compuestos estratégicos. Algunos de ellos son moléculas señalizadoras en la planta, como los son los compuestos volátiles capaces de atraer o repeler insectos o bien, que alertan a otras plantas de la presencia de patógenos. En la Figura 1 se presentan un esquema con los plástidos conocidos.

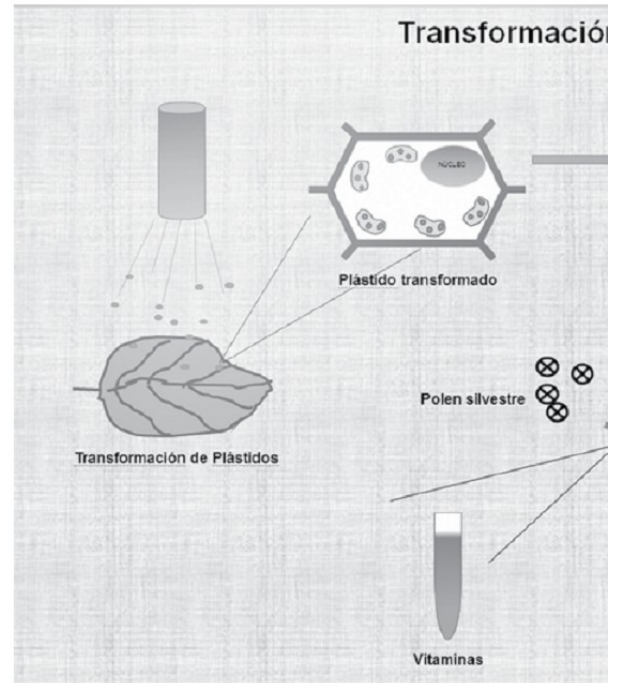


Figura 2.

Todos los tipos de plástidos se generan de un organelo precursor al que se le ha denominado proplástido meristemático. Este se localiza en las células "madre" o meristemáticas de las plantas, que dan origen a los diferentes órganos. Las células meristemáticas adquieren identidades específicas en los

plástidos (ya sean cloroplastos, cromoplastos, amiloplastos, etc.) está codificada en el núcleo de la célula, estos organelos mantienen una estrecha comunicación con él. Por otra parte, ya que dentro de los plástidos se sintetizan diversos compuestos, estos organelos sirven como sensores de muchas señales

ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.

¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS: editorial@acmor.org.mx



ambientales o estados de estrés dentro de la célula y generan señales con las que comunican de manera continua al núcleo. Esta comunicación del plástido hacia el núcleo se le ha denominado señalización retrógrada y es capaz de alterar la expresión nuclear. A su vez el núcleo de la célula responde a esta señalización sintetizando las proteínas necesarias para enfrentarse con el estímulo. Este diálogo también es el responsable de determinar el tipo de plástido en el cual un proplástido se diferenciará. Los plástidos, al funcionar como fábricas moleculares, llevan a cabo muchas reacciones bioquímicas que producen compuestos de gran interés para el humano y durante la evolución se han seleccionado para albergar dichas funciones. Dentro de los compuestos sintetizados dentro de plástidos se encuentran desde vitaminas (A y E), compuestos aromáticos y saborizantes, como el mentol o geraniol; así como compuestos de importancia médica como el taxol, que es usado como uno de los principales anticancerígenos. Actualmente todos es-

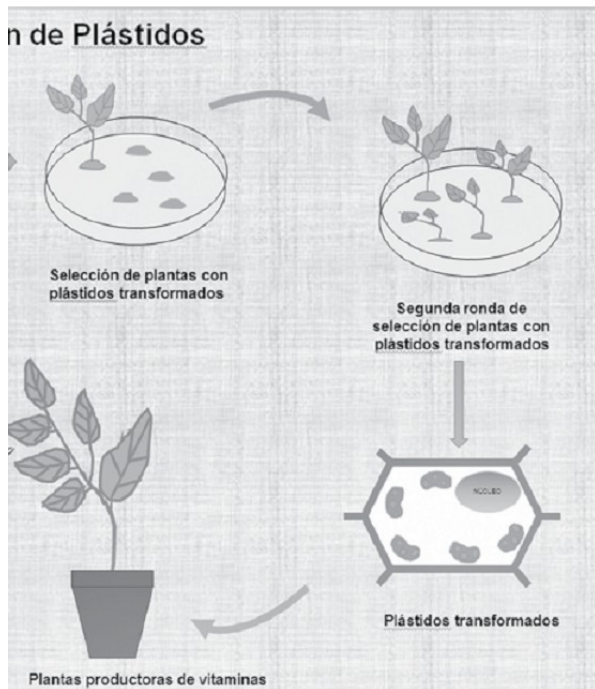
bajas o en solo un tipo de plástido de una planta en particular, lo que provoca que estos compuestos tengan precios muy elevados. Por lo tanto, sería sumamente deseable poder aumentar sus niveles y producirlos en grandes cantidades. Es por esto que existe un gran interés en entender el funcionamiento de éstos organelos y los mecanismos que los regulan. Recientemente varios esfuerzos se han concentrado en encontrar maneras de explotar a los plástidos como fábricas metabólicas, es decir, hacer que estos organelos produzcan proteínas y compuestos para nuestro beneficio. Ya que estos organelos contienen un genoma propio, éste es susceptible de ser modificado introduciendo genes para la síntesis de compuestos de interés, y así servir como biorreactores para la producción de enzimas industriales, productos farmacéuticos o vacunas. Dichos genes incluyen tanto aquellos que codifican para proteínas de rutas metabólicas que ya existen dentro de los plástidos como genes de rutas metabólicas nuevas. Sin embargo, la modi-

representa una ventajosa alternativa para la manipulación de plantas. Debido a que los plástidos en la mayoría de las plantas de interés comercial se transmiten sólo a través de los óvulos femeninos, y no por el polen, se evita la propagación no deseada del gen o genes incorporados dentro del plástido, con lo que se pone fin a uno de los principales problemas ecológicos de las plantas transgénicas. Por otra parte, debido a que los plástidos han sido seleccionados como fábricas metabólicas, están capacitados para expresar proteínas a niveles sumamente altos, llegando a producir hasta el 50%

de la proteína de una célula. La transformación de plástidos ha logrado producir ya plantas con hojas de mayor tamaño, mayor altura y una mayor cantidad de biomasa. También, se ha logrado conferir protección contra ciertos insectos al aumentar la densidad de tricomas (pelos en las hojas de las plantas). De esta manera se pueden generar plantas que muestren actividad antibacteriana o antiviral contra ciertas plagas y que permiten disminuir la pérdida de agua de la hoja. Por otro lado, los plástidos pueden ser transformados con genes que permiten producir en mayores niveles ciertos

compuestos de interés, como es el caso de los tocoferoles (vitamina E) y provitamina A, lo cual permitiría obtener cultivos de plantas de consumo humano con un mayor valor nutricional. Es por esto que estos pequeños organelos, que alguna vez fueron una bacteria de vida libre, seguirán teniendo una historia que contar a nuestro lado.

Para actividades recientes de la Academia y artículos anteriores puede consultar: www.acmor.org.mx



tos compuestos se extraen de aquellas plantas en los que sus plástidos naturalmente los sintetizan, tal es el caso de la artemisina, que es uno de los medicamentos más comunes contra la malaria y que se sintetiza a partir de la planta *Artemisia annua*. Sin embargo, en muchas ocasiones estos compuestos se producen en cantidades muy

limitadas. La modificación de plástidos no es una técnica rutinaria para todas las plantas, por lo que surgen preguntas como: ¿por qué vale la pena implementar estas modificaciones genéticas?, ¿representa ventajas con respecto a los métodos que ya existen y que dan lugar a plantas transgénicas? La respuesta es para ambas preguntas afirmativa. Este método



¡PORQUE LA CIENCIA ES IMPORTANTE!

La Academia de Ciencias de Morelos (ACMor)

convoca a toda la comunidad morelense

a participar en la

CONCENTRACIÓN POR LA CIENCIA MORELOS

Sábado 14 de abril de 2018

de 10:00 a 14:00 horas

en la Plaza de Armas de Cuernavaca, Morelos

Habrà diversas actividades gratuitas para toda la familia

Talleres

Demostraciones

Juegos

Actividades culturales

Si perteneces a un Centro o Instituto de Investigación que estè interesado en participar como expositor, comunícate con nosotros. Escribe al correo electrónico: concentracion@acmor.org.mx



#MarchaporlaCiencia

#marchforscience

www.acmor.org.mx/

Concentración por la ciencia Morelos

MorelosCiencia