

APETALA2

UN GEN QUE FORMA FLORES Y FRUTOS

Por:

Cecilia Zumajo Cardona*,

Natalia Pabón-Mora**

*Bióloga, estudiante de doctorado en el New York Botanical Garden, ganadora del Premio a la Investigación Estudiantil, Universidad de Antioquia primera categoría en el área de ciencias exactas y naturales 2016.

** Profesora asociada, Instituto de Biología. Coordinadora del grupo Evo-Devo en Plantas.

¿Cómo podría reconocer que esta o aquella forma era una planta si no todas se basan en el mismo modelo básico?

— Goethe

Para entender como las plantas forman flores y frutos es necesario empezar con una especie en particular, bajo esta dinámica, científicos profundizan el conocimiento de algunas especies de plantas, conocidas como plantas modelo, que pueden ser estudiadas de manera controlada en condiciones de laboratorio, presentan ciclos de vida cortos, tamaño reducido y se pueden manipular fácilmente a nivel genético.

La especie modelo en plantas es *Arabidopsis thaliana*, perteneciente a la familia de la mostaza (Brassicaceae), cuenta con genoma secuenciado desde el año 2000. En *Arabidopsis* se ha rastreado la función de cada uno de los genes responsables de los cambios durante el desarrollo de la planta. Los estudios y resultados centrados en esta especie modelo parecían prometedores y aplicables a otras plantas no-modelo importantes en la alimentación humana. Sin embargo estudios comparables en otras plantas con flor, como la papaya, las legumbres, el tabaco, el tomate, las amapolas y el aguacate, por mencionar algunos, han demostrado que extrapolar el conocimiento de las especies modelo a otras plantas es riesgoso.

Extrapolar las funciones de los genes requiere que los complementos genéticos, esto es, el número de genes, sean semejantes entre plantas con flor. Sin embargo, se cree que en cerca de 300 millones de años, las plantas con flor han duplicado el genoma al menos 5 veces, resultando en la repetición de muchos genes, y solo hace unos años, se encontró que el genoma de *A. thaliana* es el resultado de, al menos, tres de estos eventos.



Ají



Amapola



Trompeta



Arabidopsis



Achira



Tabaco enano

Un factor muy importante en la formación de órganos florales es el gen *APETALA2* (*AP2*). *AP2* es un factor de transcripción que promueve la identidad de sépalos y pétalos y a su vez inhibe la maduración de frutos en *Arabidopsis*. *AP2* pertenece al linaje de genes *AP2/ERF*. Estudios de este gen han permitido identificar que el gen *AP2* del tomate, controla la maduración del fruto, mientras que el del maíz, regula el crecimiento de las inflorescencias, sugiriendo que este linaje ha adquirido funciones únicas en diferentes plantas.

Nuestro estudio fue realizado con el fin de rastrear los eventos de duplicación que ocurrieron en este linaje de genes y los cambios de expresión y función del mismo gen en distintas plantas con flor. Para esto realizamos una búsqueda exhaustiva de genes *AP2* en todas las bases de datos públicas de genomas y transcriptomas de plantas con semilla.

A partir de un análisis filogenético, o sea, la elaboración de una hipótesis de la historia evolutiva de estos genes, detectamos tres grandes eventos de duplicación, uno que ocurrió solo en monocotiledóneas, otro para eudicotiledóneas basales y uno propio de la familia Brassicaceae, permitiéndonos concluir que a raíz de este evento propio de las Brassicaceae, *Arabidopsis* tiene dos genes en este linaje: *AP2* y su copia es el gen *TARGET OF EAT3* (*TOE3*). Más aún, nuestro análisis permitió identificar que las proteínas que se encuentran de copia única en las demás plantas se parecen más a *AP2* que a *TOE3*. Esto tiene varias implicaciones, la más importante es que las funciones identificadas para *AP2* en *Arabidopsis* no son las mismas en otras plantas con semilla.

Para comprobar que las funciones de *AP2* en *Arabidopsis* no se pueden extrapolar a otras plantas, evaluamos la expresión de los genes *AP2* en diferentes especies. Buscamos que estas especies representaran puntos evolutivos distantes para evaluar mejor la función de *AP2* a través de la historia de las plantas. Se realizó la disección de órganos florales, frutos y hojas del limón (*Rosidae*), el tabaco enano (*Asteridae*), el ají (*Asteridae*), el trompeta (*Eudicotiledónea basal*), la amapola (*Eudicotiledónea basal*), la achira (*monocotiledónea*), la cola de dragón (*angiosperma basal*) y el árbol de Ginkgo (*gimnosperma*). Nuestros datos de expresión muestran que estos genes se encienden en partes muy distintas en cada planta llevándonos a tres grandes conclusiones: la función clásica asociada a *AP2* en la identidad de sépalos y pétalos, no se conserva en otras plantas con flor distintas de *Arabidopsis*; los genes *AP2* tienen funciones conservadas en la maduración de frutos en las plantas con flor, y la función ancestral de los genes *AP2* podría estar más relacionada con crecimiento de hojas en plantas con semilla.

Este trabajo resalta la necesidad de estudiar especies no-modelo para entender los mecanismos que controlan procesos biológicos como la floración, y la maduración de frutos en especies de interés agronómico. Por el amplio muestreo realizado, tanto en número de genes como en diversidad a nivel de plantas, este trabajo logra capturar los cambios en el tiempo de las funciones de uno de los genes claves en el control genético de la floración y la formación de fruto, del cual se tenían datos limitados en especies no modelo. ✨

Flores y frutos de la especie modelo y demás especies utilizadas en este estudio. Fotografías cortesía Cecilia Zumajo Cardona.



Ginkgo



Limón



Cola de dragón