

Nota de Prensa

Información embargada hasta el 11 de Enero de 2018 a las 18h (hora en Madrid, España)

El reloj circadiano marca el ritmo de crecimiento de las plantas

Investigadores del Centro de Investigación en Agrigenómica (Crag) descubren que los miembros de una familia de proteínas del reloj interno de las plantas actúan secuencialmente limitando el crecimiento de la planta hasta el final de la noche.

Este conocimiento puede ayudar a entender cómo las plantas hacen frente a distintos tipos de estrés que afectan su crecimiento, como la sequía o las altas temperaturas.

Bellaterra, 9 de enero de 2018

La reciente entrega del Premio Nobel de Fisiología o Medicina a los tres investigadores norteamericanos Hall, Rosbash y Young por el “descubrimiento de los mecanismos moleculares que controlan el ritmo circadiano” ha hecho que este término –que proviene del latín “circa” (alrededor de) y “die” (día)– esté en boca de todos. Gracias a los descubrimientos que estos científicos hicieron en la mosca del vinagre, hoy sabemos que en las células hay un conjunto de proteínas cuya cantidad oscila en periodos de 24 horas. Estas oscilaciones se mantienen de forma autónoma, configurando así un reloj circadiano que nos permite anticiparnos y adaptar nuestra fisiología a los cambios que la rotación de nuestro planeta produce.

Las plantas, como los animales, también tienen un reloj interno. De hecho, las primeras hipótesis sobre la existencia de un reloj circadiano en los organismos vivos fueron fruto de la observación de los movimientos de las hojas y las flores de las plantas. Por ejemplo, la mimosa abre las hojas de día y las cierra durante la noche. En 1729, el astrónomo francés Jean-Jacques d’Ortous de Mairan puso una planta de mimosa a oscuras y observó que, a pesar de la ausencia del estímulo lumínico, la planta seguía abriendo y cerrando sus hojas rítmicamente a la hora apropiada del día.

Los biólogos moleculares actuales saben bien que la planta que más utilizan como modelo, la *Arabidopsis thaliana*, alarga el tallo justo antes del amanecer cuando los días son cortos (invierno). Estudios en los últimos años han demostrado que este alargamiento del tallo en la plántula joven está controlado por las proteínas PIF, cuya acumulación en la célula depende de la luz solar. Así, la luz promueve la degradación de las proteínas PIF durante el día. Por la noche, en cambio, las proteínas PIF se acumulan dentro de la célula y, justo antes del amanecer, promueven el crecimiento del tallo. Pero ¿por qué el tallo joven solo crece justo antes del amanecer y no durante toda la noche?

Un trabajo publicado el año 2016 por el grupo liderado por la investigadora del CSIC en el Centro de Investigación en Agrigenómica (Crag), Elena Monte, respondió a esta pregunta al descubrir que las proteínas PIF interaccionan con una proteína del reloj interno de las plantas (TOC1 o PRR1), la cual actúa como una llave de paso para permitir la acción de las PIF solamente al final de la noche. Ahora, un nuevo estudio del mismo grupo de investigación del Crag, publicado esta semana en la

revista *Current Biology*, amplía estos resultados. La Dra. Monte, juntamente con su equipo y colaboradores, ha descubierto que otros componentes de la misma familia de proteínas del reloj interno –las PRR– actúan secuencialmente durante el día y gran parte de la noche para reprimir la acción de las proteínas PIF.

Como las proteínas del reloj descritas por los ganadores del Nobel, la cantidad de las diferentes proteínas PRR (PRR1, PRR5, PRR7 y PRR9) oscila de manera secuencial en períodos de 24 horas. Al final de la noche, la cantidad total de proteínas PRR en la célula alcanza su mínimo, permitiendo la acción de las proteínas PIF, que –por ausencia de luz– se encuentran en su pico de máxima concentración. De este modo, aunque haya proteínas PIF en la célula, estas no pueden promover el alargamiento del tallo hasta el final de la noche, momento en el que se abre la clave de paso, y en el que las condiciones de humedad son óptimas para el crecimiento.

“Nuestros resultados explican que la regulación del crecimiento de la planta ha evolucionado hasta ir a ritmo de la acción secuencial de los PRRs. Esto demuestra la acción dual de los PRRs: como reguladores del oscilador central del reloj circadiano y como represores fisiológicos del crecimiento”, explica Elena Monte. **“Gracias a este estudio, hemos aprendido cómo el reloj circadiano de las plantas afecta un proceso tan importante a nivel agronómico como es el crecimiento”**, añade Guiomar Martín, primera autora del trabajo, quien actualmente está en el Instituto Gulbenkian de Ciência (Portugal).

Un nuevo gen clave para el crecimiento del tallo: el *CDF5*

En el trabajo que se publica esta semana en *Current Biology*, los autores hicieron un exhaustivo análisis de las interacciones entre las proteínas y el DNA de la planta modelo *Arabidopsis thaliana*. Este análisis reveló que el gen *CDF5* induce el crecimiento del tallo justo antes del amanecer. Los investigadores han demostrado que la expresión del gen *CDF5* está estrictamente regulada por las proteínas PIF (que favorecen su expresión) y por las proteínas del reloj PRR (que impiden su expresión). De este modo, *CDF5* se acumula específicamente durante el final de la noche, cuando induce la elongación celular y, en consecuencia, el alargamiento del tallo.

Para comprobar la función de estos genes y proteínas, los investigadores observaron el crecimiento de plantas de *Arabidopsis* con estos genes mutados. Las plantas que habían perdido uno de los genes de la familia de los PRR (PRR7) crecían mucho más, del mismo modo que lo hacían las plantas en las que los investigadores modificaron el gen *CDF5* para que se expresara durante las 24 horas del día, de forma independiente de la acción de los PIF y los PRR.

Sobre los autores y la financiación del estudio

Además de los investigadores del CRAG de los equipos de Elena Monte y de Rossana Henriques, han colaborado en el estudio investigadores de las Universidades de Lancaster y Edimburgo (Reino Unido), del Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas (Valencia, España) y del Instituto Químico de Sarrià (Barcelona, España).

El trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad a través de las ayudas BIO2012-31672, BIO2015-68460-P, BIO2015-70812-ERC, RYC-2011-09220, BIO2013-43184-P, AGL2014-57200-JIN y SEV-2015-0533, por la Generalitat de Catalunya a través del programa Cerca y la ayuda 2014-SGR-1406, por la Comisión Europea a través de las ayudas Marie Curie IRG PIRG06-GA-2009-256420 y PCIG2012-GA-2012-334052, y por la Royal Society a través de la ayuda RG2016R1.

Sobre el Centro de Investigación en Agrigenómica (CRAG)

El Centro de Investigación en Agrigenómica (CRAG) es un centro que forma parte del sistema CERCA de la Generalidad de Cataluña, y que se estableció como consorcio de cuatro instituciones: el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA), la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) y la Universidad de Barcelona (UB). La investigación del CRAG se extiende desde la investigación básica en biología molecular de plantas y animales de granja, a las aplicaciones de técnicas moleculares para la cría de especies importantes para la agricultura y la producción de alimentos en estrecha colaboración con la industria. El CRAG ha sido reconocido como "Centro de Excelencia Severo Ochoa 2016-2019" por el Ministerio de Economía y Competitividad.

Imágenes:

PRR & PIF esquema_cas. jpg: esquema representando los niveles de las distintas proteínas PRR y la actividad de la proteína PIF a lo largo de las 24 horas, y como éstos afectan al crecimiento de la plántula. (Crédito: Guiomar Martín y Judit Soy)

Monte & Martin.jpg: Las investigadoras Elena Monte (izquierda) y Guiomar Martín (derecha) en su laboratorio del CRAG (Crédito: CRAG)

Arapidopsis plants.pdf: plántulas de *Arabidopsis thaliana*. La de la izquierda es *wild-type* y la de la derecha tiene una mutación en el gen *CDF5* que hace que se exprese de manera constitutiva y crezca más (Crédito: Guiomar Martín)

Las imágenes se pueden descargar en:

https://drive.google.com/open?id=1xPPCnBWZ7E1A7rtstuPCfAzA_p7_pFUU

Artículo de referencia:

Guiomar Martín, Arnau Rovira, Nil Veciana, Judit Soy, Gabriela Toledo-Ortiz, Charlotte M.M. Gommers, Marc Boix, Rossana Henriques, Eugenio G. Minguet, David Alabadí, Karen J. Halliday, Pablo Leivar, Elena Monte (2018) *Circadian Waves of Transcriptional Repression Shape PIF-Regulated Photoperiod-Responsive Growth in Arabidopsis*. Current Biology 28, 1-8 <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.12.021>

Para más información y entrevistas:

Departamento de Comunicación
Centro de Investigación en Agrigenómica (CRAG)
+34 93 563 66 00 Ext 3033
+34 609 088 368
email: zoila.babot@cragenomica.es