

RELOJES BIOLÓGICOS EN PLANTAS

“Ajustar el momento de floración es crucial para la productividad”

El especialista en desarrollo vegetal del CONICET, Marcelo Yanovsky, estudia los mecanismos genéticos que regulan el momento de floración de las plantas. Los hallazgos pueden mejorar la productividad de los cultivos.

Por Felicitas Terreno

“Es como tener un reloj: primero hay que identificar las piezas y luego tratar de entender cómo se ensamblan para que tenga un ritmo apropiado y precisión en su capacidad de medir el tiempo”.

Investigadores argentinos intentan dilucidar el funcionamiento de los relojes biológicos de las plantas para **ajustar el momento en el que florecen** y, así, optimizar la productividad.

Estos relojes se encuentran presentes en el **interior de las células** de la mayoría de los seres vivos y están ligados a los ciclos de luz-oscuridad del ambiente.

“Es una maquinaria que le permite a las células, de alguna manera, **medir el tiempo** y regular distintos procesos biológicos de modo que ocurran preferentemente en los momentos más apropiados del día”, explica el jefe del laboratorio de Genómica Comparativa del Desarrollo Vegetal del Instituto Leleir, Marcelo Yanovsky, en una entrevista exclusiva con Revista RIA.

Hasta el momento, los investigadores del grupo de trabajo estudian los **mecanismos genéticos que regulan el funcionamiento de los relojes** a partir de plantas mutantes.

“Encontramos algunos genes del reloj que están involucrados principalmente en regular la expresión de cientos de genes y entonces aplicamos herramientas moleculares y genómicas para conocer cuáles son los que controlan”, afirma.

¿Qué son los relojes circadianos?

Son relojes biológicos que están presentes en el interior de las células de la mayoría de los organismos, desde algunas bacterias hasta los humanos. Es una maquinaria que le permite a las células, de alguna manera, **medir el tiempo y regular distintos procesos biológicos** de modo que ocurran preferentemente en los momentos más apropiados del día.

Originalmente están vinculados a los ritmos de 24 horas porque están ligados a los ciclos de luz-oscuridad que hay en el ambiente debido a la rotación de la Tierra alrededor de su eje. Ello, a su vez, trae aparejado cambios de temperatura y humedad que son variables ambientales que afectan mucho a los procesos biológicos. Los organismos, frente a esos cambios tan marcados, han desarrollado la habilidad de **poder anticiparlos**.

¿Los estudian solo en plantas?

A veces nos interesa ver en forma comparativa cuál de los mecanismos que identificamos en plantas también están presentes en otros seres vivos. En este sentido, hemos estudiado desde moscas hasta células humanas. Lo que está claro es que la mayoría de los seres vivos tienen relojes biológicos, pero lo que no sabemos es si están presentes exactamente los mismos componentes. Es muy posible que los relojes biológicos evolucionaran muy tempranamente en plantas y otros organismos y, al parecer, no ha habido muchas maneras distintas de generarlos por lo que **tienen algunos elementos comunes**. Nosotros buscamos cuáles mecanismos de regulación de los relojes que identificamos son propios de las plantas y cuáles son compartidos con los animales.

¿Por qué empezó a estudiar los relojes biológicos en las plantas?

Hace más de 25 años, cuando era estudiante de biología y cursaba botánica, trataba de entender **cómo es que las plantas anticipan las estaciones del año**, floreciendo algunas en la primavera y otras en verano. Lo



“EXISTEN MECANISMOS DE REGULACIÓN PROPIOS DE LAS PLANTAS Y OTROS COMPARTIDOS CON ANIMALES”

que se sabía (pero no muy bien cómo funcionaba) era que las plantas detectan cambios en la cantidad de horas de luz por día (lo que se llama “fotoperiodo”). Así, hay plantas que florecen cuando los días se alargan (como en la primavera) y otras cuando los días se empiezan a acortar (como en los fines del verano). Como el ajuste del momento en el que florecen las plantas con condiciones óptimas del ambiente es **crucial para la productividad**, yo quería entender qué es lo que regula el momento de floración.

¿Qué es lo que averiguó con su grupo de trabajo durante estos años de investigación?

Nuestros estudios tienen un **enfoque** combinado de aproximaciones **fisiológicas, genéticas y moleculares**, así que una de las principales cosas que tratamos de hacer es identificar cuáles son los genes que contribuyen a que los relojes anden con precisión. Identificamos algunos de estos genes y tratamos de entender cómo es la maquinaria. Es como tener un reloj: primero hay que **identificar las piezas y luego tratar de entender cómo se ensamblan** para que tenga un ritmo apropiado y precisión en su capacidad de medir el tiempo.

Entonces buscamos mutantes de una planta modelo, *Arabidopsis thaliana*, donde el reloj controla muchos ritmos

(entre ellos, los del crecimiento celular o la posición de las hojas) y tratamos de encontrar genes diferentes que alteren esos ritmos: cuáles son, cómo se regulan entre sí y cómo afectan finalmente el tiempo de floración.

Por un lado encontramos algunos que están involucrados principalmente en regular la expresión de genes y entonces aplicamos herramientas moleculares y genómicas para conocer cuáles son los que controlan. Hoy sabemos bastante sobre las **redes de regulación de genes** que se regulan mutuamente para generar los ritmos de 24 horas.

Por otro lado, vimos que otros genes participan de procesos que están aguas abajo de la expresión que se llaman **“mecanismos de regulación postranscripcional”**. Una vez que el gen se transcribe de ADN a ARN, el ARN tiene que ser procesado diferencialmente hasta generar una proteína. Encontramos genes que actúan en la primera etapa, la de la transcripción de ADN a ARN, y otros de la segunda, entre el ARN y la proteína. Esos mecanismos de regulación son comunes a plantas y animales. Sin embargo, si bien algunos de los que identificamos vinculados al control transcripcional son específicos de plantas, los que regulan los otros procesos, es decir los que ocurren postranscripcionalmente están conservados en otros seres y muchos de ellos afectan el reloj en animales.



Si los resultados comprenden a todos los seres vivos... ¿Podrían llegar tener aplicaciones en humanos?

No necesariamente, pero podría llegar a tenerlas. Entender estos mecanismos genéticos y moleculares puede proveer **herramientas para lidiar con alteraciones** asociadas a ciertas patologías. Si el funcionamiento del reloj se altera, puede desencadenar enfermedades en distintos procesos fisiológicos o en el funcionamiento de ciertos órganos. Incluso, en algunos casos se ha vinculado a alguna alteración en el crecimiento celular y al cáncer por fenómenos de sincronización entre reloj interno y el ambiente. Entonces, entender cómo funcionan los relojes puede proveer herramientas para lidiar con estos problemas.

¿Cómo se hacía en la antigüedad para mejorar la floración de las plantas si aún no sabían de los relojes biológicos?

La humanidad, durante el proceso de domesticación de la agricultura, fue eligiendo variantes **ajustadas a florecer en cierta época** del año en una región geográfica determinada: si uno quería que esa variedad creciera en una latitud diferente debería seleccionar nuevas variantes que florezcan en otra época del año. En muchos de esos casos esa **selección inconsciente** del hombre ha tenido que ver con **manipulaciones de genes relacionados con el reloj biológico**. O sea, hoy sabemos que el hombre lo hizo inconscientemente tratando de ajustar el momento de floración con la

**“LOS RELOJES
BIOLÓGICOS ESTÁN
LIGADOS A LOS CICLOS DE
LUZ-OSCURIDAD”**



época del año en distintas regiones y seleccionando variantes del reloj que hace que ande más lento o más rápido. Si hizo todo esto sin saber cómo ajustar el reloj, la idea es que ahora que sabemos más o menos cómo funciona uno **pueda racionalmente ajustar de forma más controlada el momento de floración.**

¿En cuánto tiempo estarían en el mercado este tipo de plantas?

Depende del tipo de manipulación: si uno busca modificar el tiempo de floración o del reloj porque eso puede aumentar la sincronía del cultivo con el ambiente y con ello la productividad, y generar una planta transgénica donde se introduce en un **gen foráneo** en ella, entonces va a requerir **mucho tiempo** para investigar; para desarrollar la planta y para poner a prueba la idea. A su vez, llevar esa planta al mercado conlleva mucho más tiempo que tiene que ver con la cuestión regulatoria de la aprobación de ese evento transgénico por los or-

ganismos que controlan la seguridad ambiental o alimentaria.

Sin embargo, hay **otras maneras** en las que uno puede usar el conocimiento generado que tiene que ver con las **variantes genéticas naturales.** Hoy en día uno puede analizar las características genéticas de distintas variantes de una especie mediante secuenciación masiva de ADN y encontrar variantes de genes de interés (en este caso del reloj, sin generarlas porque existen naturalmente). Hoy se puede tratar de **generar racionalmente un fenotipo adecuado** combinando distintas variantes de interés que existen en la naturaleza, lo que no tiene aparejado los problemas regulatorios ya que se logra por estrategias de mejoramiento convencionales.

Más información:

Marcelo Yanovsky – Investigador Principal del CONICET y Profesor Asociado de la Facultad de Agronomía de la UBA. Es Licenciado en Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA.

“AJUSTAR EL MOMENTO EN EL QUE FLORECEN LAS PLANTAS ES CRUCIAL PARA LA PRODUCTIVIDAD”



“Ajustar el momento de floración es crucial para la productividad”