

# LA FOTOSÍNTESIS

## MEJORADA POR LA CIENCIA

### SIN LENTES

Para optimizar la producción, los científicos de la Universidad de Essex han resuelto dos importantes cuellos de botella fotosintéticos para aumentar la productividad de las plantas en un 27 por ciento en condiciones de campo del mundo real, según un nuevo estudio publicado en *Nature Plants* (Patricia y Col., 2020. *Nature Plants*. DOI: 10.1038/s41477-020-0740-1). Este es el tercer avance del proyecto de investigación Realizing Increased Photosynthetic Efficiency (RIPE); sin embargo, también se ha demostrado que este truco fotosintético conserva el agua.

luz solar y el dióxido de carbono en hidratos de carbono. La necesidad es urgente. Para alimentar a una población creciente, según reportes de las Naciones Unidas, los rendimientos agrícolas mundiales deben aumentar en un 50% entre ahora y 2050. Y esa ambiciosa meta no tiene en cuenta los efectos del cambio climático.

Las plantas son fábricas que producen rendimiento a partir de luz y dióxido de carbono, pero partes de este complejo proceso, llamado fotosíntesis, se ven obstaculizadas por la falta de materias primas y maquinaria. La forma en que llevan a cabo la fotosíntesis ha sido manipulada por lo cual convierten más eficientemente la

«Como una línea de fábrica, las plantas son tan rápidas como sus máquinas más lentas», dijo Patricia López-Calcano, investigadora postdoctoral en Essex, quien dirigió este trabajo para el proyecto RIPE. «Hemos identificado algunos pasos que son más lentos y lo que estamos haciendo es permitir que estas plantas construyan más máquinas para acelerar estos pasos más lentos en la fotosíntesis».

El proyecto RIPE es un esfuerzo internacional dirigido por la Universidad de Illinois para desarrollar cultivos más productivos mejorando la fotosíntesis, el proceso natural impulsado por la luz solar que todas las plantas utilizan para fijar dióxido de carbono en azúcares que impulsan el crecimiento, el desarrollo y, en última instancia, el rendimiento. RIPE cuenta con el apoyo de la Fundación Bill y Melinda Gates, la Fundación de Estados Unidos para la Investigación Agrícola y Alimentaria (FFAR) y el Departamento de Desarrollo Internacional del Gobierno del Reino Unido (DFID).

La productividad de una fábrica disminuye cuando los suministros, los canales de transporte y la maquinaria confiable son limitados. Para averiguar qué limita la fotosíntesis, los investigadores han modelado cada uno de los 170 pasos de este proceso para identificar cómo las plantas podrían fabricar azúcares de manera más eficiente.

En este estudio, el equipo aumentó el crecimiento de los cultivos en un 27 por ciento al resolver dos limitaciones: una en la primera parte de la fotosíntesis, donde las plantas transforman la energía de la luz en energía química y otra en la segunda parte, donde el dióxido de carbono se fija en azúcares.

Dentro de dos fotosistemas, la luz solar se captura y se convierte en energía química que se puede utilizar para otros procesos de fotosíntesis. Una proteína de transporte llamada plastocianina mueve electrones al fotosistema para impulsar este proceso. Pero la plastocianina tiene una alta afinidad por su proteína aceptora en el fotosistema, por lo que permanece suspendida y no transporta electrones de un lado a otro de manera eficiente.

El equipo abordó este primer cuello de botella ayudando a la plastocianina a compartir la carga con la adición del citocromo c6, una proteína de transporte más eficiente que tiene una función similar en las algas. La plastocianina requiere cobre y el citocromo requiere hierro para

funcionar. Dependiendo de la disponibilidad de estos nutrientes, las algas pueden elegir entre estas dos proteínas de transporte.

Al mismo tiempo, el equipo ha mejorado un cuello de botella fotosintético en el ciclo de Calvin-Benson, en el que el dióxido de carbono se fija en azúcares, aumentando la cantidad de una enzima clave llamada SBPasa, tomando prestada la maquinaria celular adicional de otra especie de planta y cianobacterias.

Al agregar «montacargas celulares» para transportar electrones a los fotosistemas y «maquinaria celular» para el ciclo de Calvin, el equipo también mejoró la eficiencia del uso del agua del cultivo, o la relación entre la biomasa producida y el agua perdida por la planta.

«En nuestras pruebas de campo, descubrimos que estas plantas usan menos agua para producir más biomasa», dijo la investigadora principal Christine Raines, profesora de la Facultad de Ciencias de la Vida en Essex, donde también se desempeña como Pro-Vicerrectora de Investigación. «El mecanismo responsable de esta mejora adicional aún no está claro, pero seguimos explorando esto para ayudarnos a comprender por qué y cómo funciona».

Se ha demostrado que estas dos mejoras, cuando se combinan, aumentan la productividad de los cultivos en un 52 % en el invernadero. Más importante aún, este estudio mostró un aumento del 27 % en el crecimiento de los cultivos en las pruebas de campo, que es la verdadera prueba de cualquier mejoramiento de los cultivos, lo que demuestra que estos trucos fotosintéticos pueden impulsar la producción de cultivos en condiciones de crecimiento del mundo real.

«Este estudio brinda la emocionante oportunidad de combinar potencialmente tres métodos confirmados e independientes para lograr un aumento del 20 % en la productividad de los cultivos», dijo el director de RIPE, Stephen Long, presidente de la Universidad Ikenberry Endowed University of Crop Sciences and Plant Biology en el Carl R. Woese Institute for Genomic Biología en Illinois. «Nuestro modelo sugiere que unir este avance con dos descubrimientos previos del proyecto RIPE podría resultar en ganancias de rendimiento aditivo por un total de 50 a 60 % en cultivos alimentarios».