

El mundo de la ciencia ficción ha imaginado a personas del futuro viviendo en ciudades subterráneas en [Marte](#), en asteroides huecos y en estaciones espaciales que flotan libremente lejos del sol. Pero si el ser humano llega a sobrevivir en cualquiera de esos entornos hostiles y extraterrestres, necesitará formas de cultivar alimentos con recursos limitados, y la fotosíntesis, el proceso de gran éxito (pero poco eficiente desde el punto de vista energético) por el que las plantas convierten la luz solar en azúcar, podría no ser suficiente.

Ahora, algunos científicos se están preguntando si es posible producir alimentos de forma más eficiente omitiendo la fotosíntesis y cultivando plantas en la oscuridad.

## La magia de la fotosíntesis

Las plantas llevan miles de millones de años convirtiendo la luz solar en alimento. Incluso bajo un rayo de sol mínimo, las plantas pueden crecer y generar vida en nuestro planeta. Imágenes del programa 'Nuestro Planeta: One Strange Rock'.

La idea suena tan a ciencia ficción como las ciudades de Marte. Pero un equipo de investigadores ha dado un primer paso hacia su realización con un estudio publicado en [Nature Food](#) en junio. La investigación demuestra que es posible cultivar algas, levaduras comestibles y hongos productores de setas en la oscuridad alimentándolos con un compuesto a base de carbono llamado acetato que no se originó en las plantas, sino que se fabricó utilizando electricidad solar. Los científicos tienen la esperanza de que este método, un tipo de "fotosíntesis artificial", pueda abrir nuevas vías para producir alimentos utilizando menos espacio físico y energía que la agricultura tradicional, incluyendo, quizás, cultivos que puedan crecer en la oscuridad.

Aunque otros expertos se muestran escépticos de que sea posible rediseñar la biología de las plantas de forma tan radical, están [entusiasmados con la tecnología](#) que han inventado los investigadores y con la idea innovadora del equipo sobre cómo hacer más eficiente la producción de alimentos.

"Tenemos que encontrar la manera de cultivar las plantas de forma más eficiente", dice el coautor del estudio, Feng Jiao, profesor de ingeniería química y biomolecular de la Universidad de Delaware (Estados Unidos). "¿Qué [solución] es la mejor? Creo que lo bonito de la ciencia es que exploramos todas las posibilidades".

## Más eficiente que la naturaleza

Con la excepción de algunos entornos extremos, como las aguas termales de las profundidades marinas (que se mantienen gracias a la energía química del sulfuro de hidrógeno que burbujea en las grietas del fondo marino), toda la vida en la Tierra se alimenta del sol. Incluso los depredadores más importantes, como [los tigres](#) y [los tiburones](#), forman parte de complejas redes alimentarias que se remontan a las plantas y, en los océanos, a las diminutas algas verdes. Estos llamados productores primarios tienen un superpoder biológico: la capacidad de crear carbono orgánico a partir del dióxido de carbono mediante la fotosíntesis, un proceso bioquímico alimentado por la luz solar.



FOTOGRAFÍA DE ROBERT JINKERSON

Los investigadores descubrieron que varios tipos de hongos productores de setas (el blanco en estas imágenes) podían crecer utilizando el acetato del electrolizador solar como única fuente de carbono y energía. Normalmente, estos hongos dependen del carbono orgánico producido por las plantas que hacen la fotosíntesis.

Pero aunque la fotosíntesis es esencial para la vida tal y como la conocemos, no es terriblemente eficiente: Sólo un 1% de la luz solar que incide sobre las plantas es captada y utilizada para producir carbono orgánico. Esta ineficacia supondrá un reto si los seres humanos quieren establecer una presencia autosuficiente en el espacio, donde será vital producir alimentos utilizando el menor número de recursos posible.

También es un problema en la Tierra hoy en día, ya que la población humana crece,

presionando a los agricultores para que expriman más calorías de la misma tierra.

Algunos científicos creen que la solución es la [ingeniería genética de los cultivos](#) para que realicen la fotosíntesis de forma más eficiente. Los investigadores del nuevo estudio proponen algo más inusual: sustituir la fotosíntesis biológica por un proceso parcialmente artificial para convertir la luz solar en alimentos. Su proceso es una versión de la fotosíntesis artificial, un término que existe desde hace años y que engloba varios enfoques para convertir la luz solar, el agua y el CO<sub>2</sub> en combustibles líquidos y productos químicos como el formiato, el metanol y el hidrógeno. Los investigadores del nuevo estudio afirman que su trabajo representa la primera vez que se combina un sistema de fotosíntesis artificial con un intento de cultivar organismos comunes productores de alimentos.

Su sistema se basa en la electrólisis, es decir, en el uso de una corriente eléctrica para impulsar las reacciones químicas dentro de un dispositivo llamado electrolizador. En su reciente estudio, los investigadores crearon un sistema electrolizador de dos pasos, alimentado por energía solar, que convierte el dióxido de carbono y el agua en oxígeno y acetato, un compuesto simple a base de carbono.

Los autores alimentaron con este acetato a la *Chlamydomonas reinhardtii*, un alga verde fotosintética. También alimentaron con acetato a la levadura nutricional y a los setas productoras de hongos, que no realizan la fotosíntesis por sí mismas pero que normalmente necesitan el carbono orgánico de las plantas para crecer.



FOTOGRAFÍA DE ELIZABETH HANN

Un tipo de alga llamada *Chlamydomonas*, que normalmente necesita la luz del sol para realizar la fotosíntesis, creció bien en la oscuridad mediante un matraz que contenía acetato (derecha). El matraz de control (izquierda) no contenía acetato.

Todos estos organismos fueron capaces de absorber el acetato y crecer en la oscuridad, independientemente de la luz solar o del carbono derivado de la fotosíntesis.

En comparación con la fotosíntesis, el proceso fue sorprendentemente eficaz. Mediante la fotosíntesis artificial, las algas verdes pudieron convertir la energía solar en biomasa con una eficacia cuatro veces superior a la de los cultivos mediante la fotosíntesis biológica. Las levaduras cultivadas mediante este proceso fueron casi 18 veces más eficientes energéticamente que los cultivos.

"Ésta es una de las principales ventajas de utilizar vías artificiales frente a las naturales", afirma Jiao.

## ¿Cultivos en la oscuridad?

Los científicos ya sabían que el alga *C. reinhardtii* puede crecer con acetato en la oscuridad; el organismo es mixótrofo, lo que significa que puede alternar entre la fabricación de su propio alimento mediante la fotosíntesis y el consumo de carbono orgánico producido por otras plantas. Pero, según el autor principal del estudio, [Robert Jinkerson](#), de la Universidad de California en Riverside (Estados Unidos), es la primera vez que *C. reinhardtii* crece con acetato que no procede de la fotosíntesis reciente ni de productos del petróleo, que son los restos fósiles de la fotosíntesis antigua. Esto es significativo.

"Es la primera vez que un organismo fotosintético, como un alga o una planta, crece de forma independiente de la fotosíntesis desde que evolucionó", afirma Jinkerson. "Está completamente desacoplado".

Una vez cultivadas las algas sin fotosíntesis, los investigadores se plantearon una cuestión más difícil: ¿Podrían cultivar también plantas de cultivo?



FOTOGRAFÍA DE MARCUS HARLAND-DUNAWAY

Las plantas de lechuga podrían beneficiarse del acetato, pero sólo hasta cierto punto. Siguen necesitando la luz del sol para crecer. Desarrollar cultivos que puedan crecer en la oscuridad sigue siendo un gran reto técnico que puede requerir ingeniería genética.

Sus resultados iniciales fueron alentadores. En la oscuridad, los investigadores cultivaron tejido de lechuga en una suspensión líquida que contenía acetato, confirmando que puede absorber y metabolizar una fuente de carbono suministrada externamente.

Y cuando cultivaron plantas enteras de lechuga en la luz (así como arroz, canola, tomate y otras especies de cultivos), alimentándolas con acetato suplementario, descubrieron que las plantas incorporaban acetato a sus tejidos. El acetato marcado con un isótopo pesado del carbono, llamado carbono-13, podía ser rastreado tanto en aminoácidos como en azúcares,

lo que sugiere que las plantas pueden utilizarlo para apoyar una variedad de procesos metabólicos.

Sin embargo, el estudio no demostró que se puedan cultivar plantas enteras con acetato sin acceso a la luz solar; de hecho, los experimentos de los investigadores con lechugas indicaron que un exceso de acetato inhibe el crecimiento de las plantas. Jinkerson dice que su laboratorio está trabajando actualmente en la ingeniería genética y en la mejora de las plantas para que sean más tolerantes al acetato. Esto será necesario para que el método de fotosíntesis artificial del equipo contribuya al crecimiento de las plantas y a la producción de alimentos de forma significativa.

[Emma Kovak](#), analista de agricultura y alimentación del [Breakthrough Institute](#), dice que los resultados de los autores representan un "primer paso hacia el uso potencial del acetato para ayudar a alimentar a las plantas para la producción en interiores". Eso podría reducir la energía necesaria para el funcionamiento de las granjas de interior si permite a los cultivadores reducir los niveles de luz en el interior. Pero "sería necesario un progreso masivo", dice Kovak, para permitir que las plantas crezcan de forma robusta utilizando acetato incluso en condiciones de poca luz.

[Evan Groover](#), candidato a doctor en biología sintética de la Universidad de California en Berkeley, cuya investigación se centra en la ingeniería genética de plantas para mejorar la fotosíntesis, está de acuerdo. El estudio "muestra que las plantas pueden absorber acetato, pero eso no demuestra que sean capaces de prosperar realmente con él o de sintetizar significativamente alimentos, combustible o medicinas", afirma Groover. Lograr esto último, dice, requeriría "reprogramar completamente las plantas".

Al mismo tiempo, Groover dice que el artículo de los autores le parece "estimulante".

"Nos muestra formas en las que podríamos ser capaces de capturar la luz y el carbono en entornos extraños, no terrestres, o entornos en los que no se puede hacer agricultura tradicional", dice.

## **Alimentos para el espacio profundo**

La tecnología de los investigadores podría aplicarse por primera vez en un entorno extraterrestre. Los investigadores presentaron su concepto de fotosíntesis artificial al [Deep Space Food Challenge de la NASA](#), que otorga premios en metálico y reconocimiento a grupos con ideas innovadoras para alimentar a los astronautas en misiones espaciales de larga duración. El otoño pasado, el concepto del equipo fue nombrado [uno de los 18](#)

[proyectos estadounidenses ganadores de la Fase 1](#). En la fase 2, estos equipos [deberán](#) construir un prototipo que produzca realmente alimentos. Los ganadores [se anunciarán el año que viene](#).

Ganar el concurso no es garantía de que una tecnología novedosa de producción de alimentos vaya a volar en una futura misión espacial. Primero habría que resolver muchos detalles técnicos, dice [Lynn Rothschild](#), investigadora científica del Centro de Investigación Ames de la NASA que no participó en el nuevo estudio. El peso es una consideración clave, y es probable que la fotosíntesis artificial requiera transportar al espacio nuevos equipos, como paneles solares y electrolizadores adicionales.

Pero Rothschild dice que vale la pena mantener la mente abierta sobre cómo podría aplicarse cualquier esfuerzo para rediseñar un proceso biológico fundamental como la fotosíntesis, en el espacio o en la Tierra: "La recompensa puede ser algo que aún no hemos imaginado". / [nationalgeographic.com](#)