



# De la escoria del estangue a

# PRODUCTO

## La química de las algas

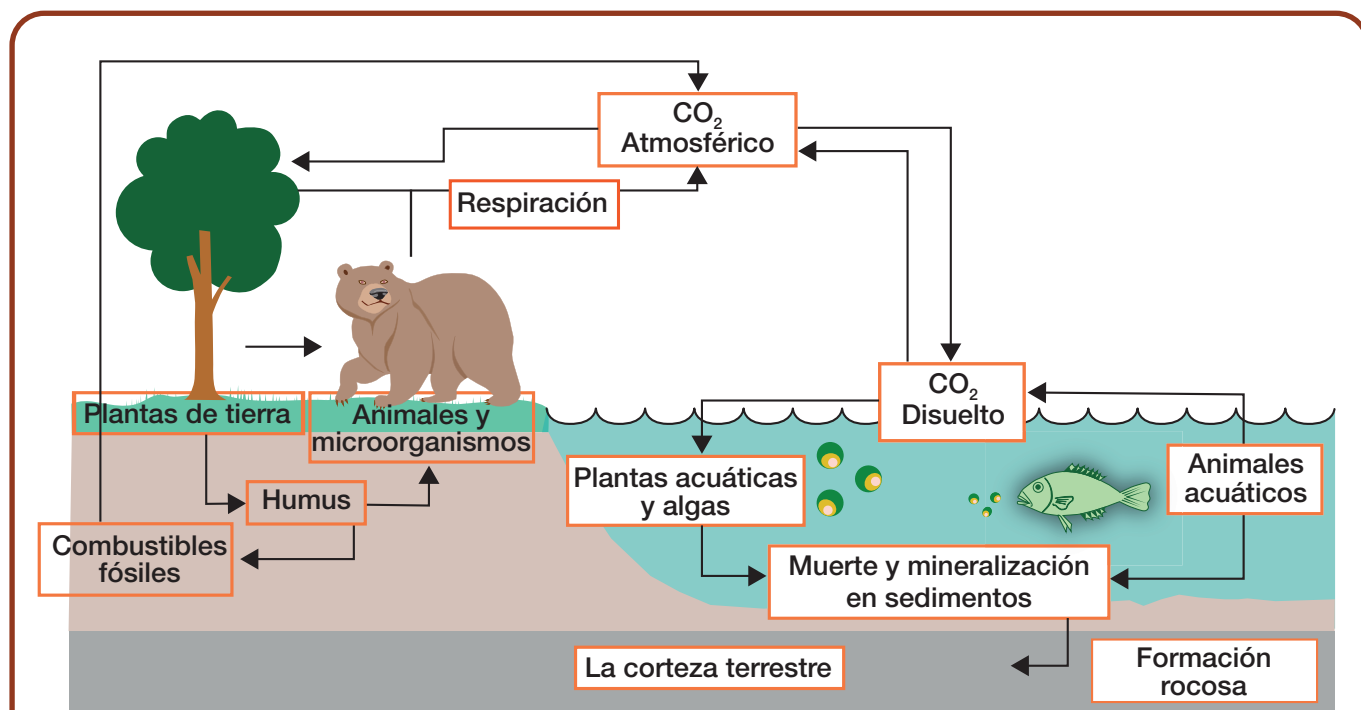
Por Max G. Levy

La primera vez que Beth Zotter probó el tocino de su compañía, sabía amargo y polvoriento. “La mayoría de los concentrados de proteínas no saben muy bien”, dice Zotter, cofundadora y directora ejecutiva de “Umaro Foods”. Umaro estaba intentando recrear tocino crujiente y sabroso con algas marinas.

¿Por qué tocino? “Es la comida favorita de Estados Unidos”, dijo la cofundadora Amanda Stiles en un episodio del programa de televisión “Shark Tank”, donde

los dos recaudaron fondos para Umaro. “Es el santo grial de la carne de origen vegetal. Chisporroteante, salado, delicioso”. Pero la verdadera magia del lanzamiento de Umaro no fue el tocino. Fueron las algas.

Las carnes a base de plantas a menudo se ensamblan a partir de proteína de soja o guisante. Si bien las algas son similares a las plantas porque realizan la fotosíntesis con cloroplastos, no tienen otras raíces o tallos. Y en realidad hacen la fotosíntesis mucho más eficientemente que las plantas.



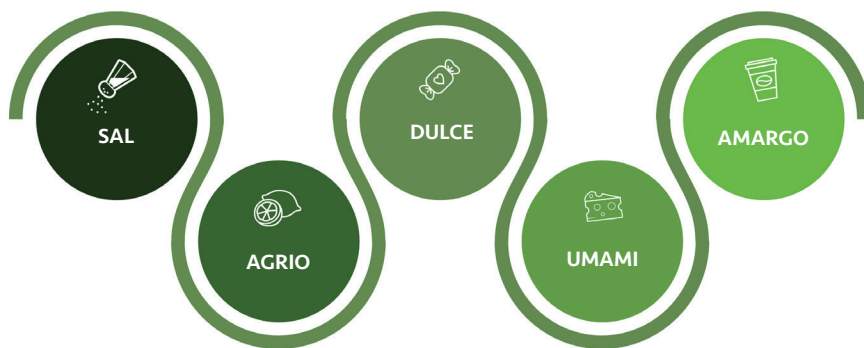
El ciclo del carbono es la forma en que la naturaleza recicla los átomos de carbono, que pasan de la atmósfera a los seres vivos y no vivos y luego de vuelta a la atmósfera una y otra vez.

Por ejemplo, las plantas utilizan el dióxido de carbono para fabricar alimentos, los animales terrestres comen los alimentos y los devuelven a la atmósfera a medida que dióxido de carbono.



SHUTTERSTOCK

## CINCO SABORES BÁSICOS



Esto es cierto desde las microalgas (o fitoplancton), que son invisibles a simple vista, hasta los enormes bosques de algas marinas en el océano.

Esto es cierto desde las microalgas (o fitoplancton), que son invisibles a simple vista, hasta los enormes bosques de algas marinas en el océano.

“Las algas son dueñas del ciclo del carbono”, dice Schonna Manning, psicóloga (una que estudia las algas) en la Universidad Internacional de Florida. “Cuando se trata del secuestro de carbono, las algas pueden secuestrar hasta 400 veces más que los árboles”, dijo Manning. Las algas son máquinas biológicas inherentemente más eficientes para la captura de carbono que los árboles o las plantas, porque toda su superficie está dedicada a la fotosíntesis y no desperdician recursos creando troncos, raíces o ramas. Las algas simplemente producen más algas.

Se puede pensar en las algas como la materia oscura en su sushi o la capa de crecimiento verde dentro de una botella de agua olvidada. Pero sus muchas especies (hasta un millón) se pueden cosechar y diseñar en productos que no solo son útiles, sino mejores que los que usamos ahora.

“En realidad son pequeñas máquinas verdes—o máquinas moradas o máquinas doradas”, dice Manning.

Estas máquinas biológicas tienen las herramientas para capturar el dióxido de carbono de la atmósfera que calienta el planeta, producir

proteínas y aceites para la nutrición humana, biocombustibles, toxinas que matan microbios o diversas vitaminas y nutrientes que apoyan la salud.

“Hay tantos grupos únicos con todas estas características únicas diferentes que podemos explotar si somos creativos como biólogos, químicos e ingenieros”, dijo Manning.

Al igual que Umami, los laboratorios de todo el mundo han adoptado las algas como material para el futuro. Y confían en que el mundo pronto dependerá de las algas marinas y, como resultado, estará mejor.

### EL PRIMER SUPERMATERIAL DE LA BIOLOGÍA

La historia de la futura promesa de las algas refleja su antiguo pasado. Los fósiles de algas más antiguos datan de más de mil millones de años. “Cada cuatro de cinco respiraciones que se toma, ese oxígeno proviene de microalgas, no de árboles”, dice Manning. “Son realmente una base para el oxígeno y la vida en este planeta”.

Las algas primitivas estuvieron entre los primeros organismos en secuestrar carbono de la atmósfera, lo que estableció su lugar en la base de la red alimentaria.

Las algas marrones también nos proporcionan un compuesto llamado alginato. Los alginatos son copolímeros o cadenas que consisten en dos monómeros diferentes:  $\beta$ -D-manuronato (M) y

$\alpha$ -L-guluronato (G).

Algunas secciones de esa cadena presentan una secuencia de repetición de  $\alpha$ -L-guluronatos o de repetición de  $\beta$ -D-mannuronatos con algunas secciones alternando entre los dos.

El resultado es un polímero gomoso y comestible. Los ingenieros suelen utilizar alginatos en cosméticos, materiales ignífugos y como espesante de alimentos.

“Si le gusta el té boba, puede agradecer a esos ingenieros porque en realidad son compuestos derivados del alginato”, dice Janine Hutchison, microbióloga del Laboratorio Nacional del Noroeste del Pacífico.

Hutchison y sus colegas desarrollan tecnologías basadas en algas y alginatos. El año pasado, informaron sobre la creación de “tinta biológica 3D” a partir de alginato. Esta tinta es colorida, brillante, biocompatible y se puede imprimir a temperatura ambiente, una característica ideal para muchas aplicaciones.

Los científicos quieren imprimir tejido humano en formas tridimensionales específicas. La razón es que el tejido humano real existe en redes 3D, pero la mayoría de los estudios convencionales se realizan en placas de Petri 2D.

Las células cultivadas en “andamios” tridimensionales se comportan más como las células reales. Es mejor imprimir neuronas humanas en una pequeña esfera interconectada que en una hoja plana, por ejemplo.

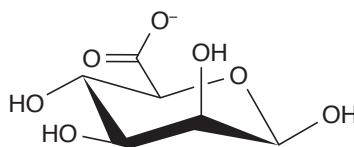
Los experimentos farmacéuticos en estos modelos predecirán mejor las respuestas humanas reales a los nuevos medicamentos. ¡Vale la pena señalar que los geles de agar y agarosa utilizados para experimentos 2D también provienen de algas!

“Nos hemos visto obstaculizados en las tecnologías de impresión 3D al depender de los plásticos”, dice Hutchison. Los plásticos deben calentarse a 240 °C (464 °F) para poder fundirse para la extrusión.

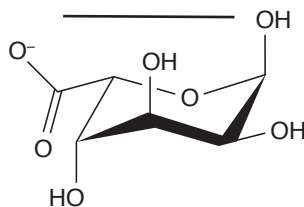
“No hay forma de que una célula viva, o cualquier componente biológico, pueda sobrevivir a ese tipo de calor o estrés, incluso por un corto período de tiempo”, dijo Hutchison. El alginato es más susceptible a las condiciones bioamigables, por lo que las células humanas crecerán en estructuras hechas de alginato.



SHUTTERSTOCK



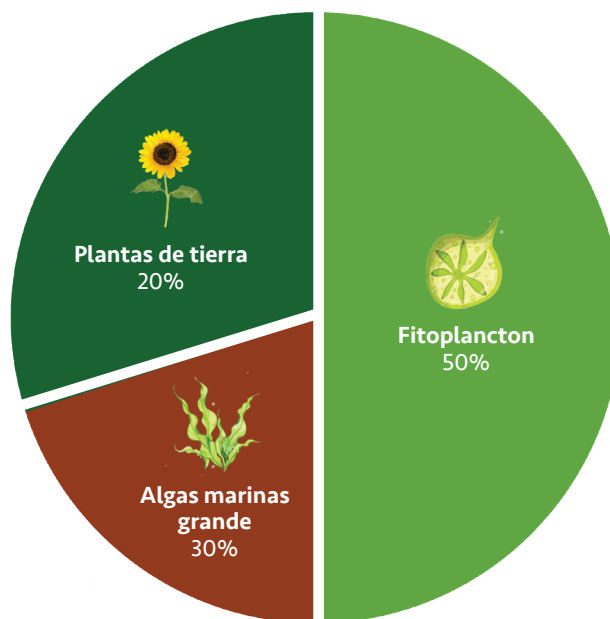
$\beta$ -D-manuronato (M)



$\alpha$ -L-guluronato (G)



## PRODUCCIÓN MUNDIAL DE OXÍGENO



KELSEY CASELBURY

### UN SENTIDO PARA EL FUTURO

Las algas también amplían los límites de lo que las personas pueden sentir. De hecho, las algas son la razón por la que descubrimos un quinto sabor.

En 1907, una mujer japonesa llamada Tei Ikeda preparó tofu hervido en un caldo de algas llamado kombu dashi. Dashi había sido durante mucho tiempo un elemento básico de la cocina japonesa. Pero ese día, el esposo de Tei, Kikunae, probó el caldo y se dio cuenta: Aquí hay un sabor distinto al dulce, salado, amargo y ácido.

El caldo era rico y sabroso, casi carnoso. Kikunae, un químico, luego aisló los cristales responsables del misterioso sabor que llamó "umami" (que se traduce imprecisamente como "delicia"). Descubrió que el ácido glutámico, uno de los aminoácidos más comunes, era el responsable del sabor del umami. Eventualmente aislaría el glutamato monosódico (MSG) que se vendería como un producto de condimento para umami.

Umami ahora es reconocido como nuestro quinto sabor. Nos da un nombre para explicar por qué algunos alimentos son tan buenos. Los tomates maduros, las yemas de huevo, los quesos curados como el parmesano, las algas marinas como el nori y las carnes curadas como el tocino contienen glutamatos.

Dada esta historia—y química—tiene sentido

que Zotter imite el tocino con algas marinas. La producción de carne representa casi el 60 % de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero en la agricultura, por lo que reducirla o reemplazarla se ha convertido en un enfoque popular entre las personas que desean minimizar su huella de carbono.

La demanda de sustitutos de la carne sigue creciendo y empresas como "Beyond Meat" e "Impossible Foods" han liderado el camino con hamburguesas y carnes molidas a base de plantas.

"Den mucho crédito a los fundadores de esas empresas por decir que podemos hacer sustitutos de la carne a partir de plantas", dice Zotter.

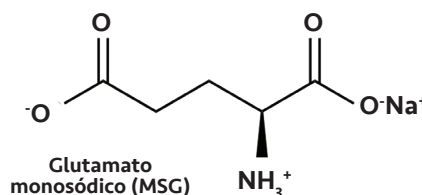
Pero otras carnes, como el tocino, han sido más difíciles de replicar con los ingredientes habituales. "En este momento, básicamente tenemos soya, y tenemos legumbres. Y algunas personas ahora están produciendo, usando hongos", ella agrega.

"Necesitamos más opciones. Y el océano parece una obviedad", dijo Zotter.

El océano es un objetivo obvio, según Zotter, debido al nitrógeno. El nitrógeno es un elemento esencial para la vida. Es lo que les da a los aminoácidos su nombre (de los grupos nitrogenados "amina"  $-NH_3^+$ ) y los une como piezas de Lego para crear todas las proteínas.

Si bien el nitrógeno diatómico gaseoso constituye el 78 % de nuestro

aire, no es químicamente reactivo ni está disponible para que lo procesen la mayoría de las plantas terrestres. Los océanos contienen la reserva más grande de nitrógeno química-



mente reactivo en la Tierra.

"Los océanos son enormes y podemos producir proteínas sin agua dulce. El potencial de recursos es enorme", dice Zotter.


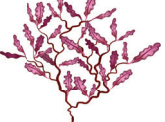







"Umaro Foods" aisló con éxito la proteína de nori, un alga roja rica en proteínas que se usa en los rollos de sushi, pero el tocino es más que solo proteína. Es la grasa y el sabor lo que distingue al tocino.

La grasa del tocino es sólida a temperatura ambiente, por lo que el equipo de Zotter descubrió que, cuando la proteína nori se combina con componentes de algas como el agar y la carragenina, se comporta igual que el tocino.

Ambos compuestos son hidrocoloides, lo que significa que forman geles con agua. Proviene de las especies de algas gracilaria y kappaphycus, respectivamente. Estos ingredientes a base de algas son capaces de encapsular aceites de origen vegetal en una grasa que cruje como la grasa animal del tocino. Luego, después de muchas pruebas y errores, "Umaro Foods" desarrolló una receta de sabor para igualar el sabor del tocino y complementar el umami natural de nori.

Presentaron su prototipo de tocino crujiente en el programa, "Shark Tank", y ahora lo ofrecen en restaurantes selectos alrededor de los Estados Unidos. Zotter dice: "Nuestra visión es que las algas marinas son las más escalables, de menor costo y serán las proteínas más abundantes. Es casi inevitable".

ALGAS

<b>Algas rojas</b>		
 Rodimenia	 Filófora	 Delesseria
<b>Algas marrón</b>		
 Macrocistis	 Laminaria	 Fucus
<b>Algas verdes</b>		
 Nitella	 Caulerpa	 Codio



## REVERDECIENDO EL MUNDO

Mientras que las proteínas de algas podrían remodelar la energía en nuestras dietas, los aceites de algas podrían cambiar los combustibles que alimentan nuestras máquinas. Las microalgas pueden alcanzar un contenido de aceite del 50 % en peso y un 25 % de proteína. También son completamente fotosintéticos.

Compare eso con un árbol que está cubierto de corteza marrón no fotosintética. Esto significa que las algas pueden producir energía de manera eficiente y, al mismo tiempo, extraer dióxido de carbono de la atmósfera.

Las organizaciones de investigación han querido aprovechar los aceites de algas para fabricar combustibles, como combustible para aviones, durante décadas, y Dave Hazlebeck, fundador de "Global Algae", ha sido parte de este esfuerzo durante casi 20 años.

Hazlebeck dirigió la investigación de biocombustibles para una empresa de energía llamada "General Atomics". Él dirigió un consorcio de 30 empresas en un programa financiado por el gobierno para crear combustible para aviones a partir de algas.

"A través de eso me volví plenamente consciente de todos los desafíos, todos los problemas, todas las oportunidades con las algas", dice. Ese programa terminó para el gobierno, pero no para Hazlebeck. "Quería quedarme en las algas por el potencial de lo que podría hacer por el mundo", dijo Hazlebeck.

Durante los últimos nueve años, "Global Algae" de Hazlebeck desarrolló tecnología para cultivar y cosechar microalgas y extraer sus aceites y proteínas.

Descubrieron cómo cultivar grandes estanques de microalgas al aire libre sin contaminación por bacterias, virus o algas indeseables. Su sistema de recolección utiliza 100 veces menos energía que los sistemas anteriores.

Cada innovación ha reducido el costo de producción de algas, sus aceites y proteínas, para que pueda competir con cultivos existentes como la soya, el maíz y el aceite de palma. Las granjas de cultivo de plantas existentes crean problemas para el planeta—problemas que las algas en realidad pueden resolver.

El maíz y la soya requieren valiosos suministros de agua dulce y tierras de cultivo; la creciente dependencia mundial del aceite de palma económico ha aumentado la deforestación. Las granjas de algas podrían reemplazar las plantaciones de palma.

Y según Hazlebeck, los aceites de algas son tan similares al aceite de palma que pueden ser procesados por los mismos molinos. Las microalgas son en realidad más ricas en grasas omega-3, que podrían venderse como un producto separado.

"Puede permitir que la mayoría de las selvas



SHUTTERSTOCK

tropicales vuelvan a crecer, porque podemos producir casi 10 veces más petróleo por acre", dice Hazlebeck. Parte del aceite de algas se procesaría para hacer combustible para aviones, y también podrían aislar la proteína de cada cosecha. "Alrededor de 15 veces más que si estuvieras haciendo soya allí", según Hazlebeck.

Se imagina que la proteína podría alimentar al ganado o a las piscifactorías. Cada producto prepara a Global Algae para reemplazar el statu quo con alternativas que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero. Y Hazlebeck también cree que las algas ayudarán a eliminar el dióxido de carbono que ya se encuentra en la atmósfera.

La idea comienza con algas que capturan CO<sub>2</sub> durante la fotosíntesis. Si se convierten esos productos fotosintéticos en combustible y alimentos, que luego se queman o digieren, ese carbono vuelve a la atmósfera. Esa no es una buena estrategia de secuestro de carbono.

Pero si se convierte parte de la materia orgánica de las algas en plástico, el carbono permanecerá atrapado durante mucho tiempo. Además, la mayor parte de la producción mundial de plástico proviene de combustibles fósiles.

A continuación, "Global Algae" planea utilizar los ingresos de sus productos para comprar y proteger las selvas tropicales. Esas compras de tierras solo tendrían en cuenta sus costos. "Sería un enfoque económicamente viable", dice Hazlebeck.

El año pasado, "Global Algae" ganó un premio de \$1 millón por ser finalista en una competencia de tecnología de captura de carbono dirigida por la organización sin fines de lucro "XPrize". "Ese fue un gran honor y nos ayuda al abrir puertas para mover las cosas más rápido", dice Hazlebeck.

"Si estuviéramos en una línea de tiempo acelerada, probablemente podríamos detener la deforestación aproximadamente para el 2032 y probablemente revertirla por completo para el 2040", dice Hazlebeck.

La ronda final de demostraciones para el concurso de captura de carbono de "XPrize" es en 2025. Mientras tanto, "Global Algae" planea operar una nueva granja en California y continuar refinando su tecnología de extracción. El gran premio es de \$50 millones.

Ya sea que esté interesado en tintas, plásticos, combustible o alimentos, las algas se están colando en la conversación. La psicóloga Manning señala el potencial de las algas en medicamentos que combaten bacterias, virus o incluso el cáncer. Muchos medicamentos en su botiquín provienen de plantas descubiertas en las selvas tropicales.

Los secretos químicos de las algas también pueden revelar algunos superpoderes. Los estudios preliminares muestran que los compuestos aislados de las algas pueden matar patógenos resistentes a los medicamentos. "Una especie de neo-Neosporina", dice Manning, "Las algas no tienen dientes ni garras, por lo que están produciendo muchos de estos compuestos diferentes como defensa. Por lo general, solo están tratando de reclamar su espacio en el mundo".

Y el espacio de las algas en el mundo parece estar en la cúspide de una gran expansión.

**Max G. Levy** es un periodista científico independiente con sede en Los Ángeles, California, que escribe sobre neuronas diminutas, el vasto cosmos y toda la ciencia intermedia. Recibió un Ph.D. en ingeniería química y biológica de la Universidad de Colorado, Boulder.

## REFERENCES

<https://www.xprize.org/prizes/carbon/articles/this-algae-eats-co2-from-the-atmosphere>

Yong, E. La historia del origen de los animales es una canción de fuego hielo. *The Atlantic*, 16 de agosto de 2017: <https://www.theatlantic.com/science/archive/2017/08/the-animal-origin-story-is-a-song-of-ice-and-fire/537003/> [consultado en febrero de 2023].

Zimmer, C. ¿Cómo conquistaron las plantas la tierra? Estas humildes algas contienen pistas. *The New York Times*, 19 de noviembre de 2019: <https://www.nytimes.com/2019/11/14/science/plant-genes-evolution.html> [consultado en febrero de 2023].

Cabrera, J. Innovadores desarrollan alternativas a base de algas a los envoltorios de plástico para alimentos. *Mongabay*, 17 de enero de 2023: <https://news.mongabay.com/2023/01/innovators-develop-seaweed-based-alternatives-to-plastic-food-wrappers/> [consultado en febrero de 2023].

Oster, L. ¿Son las algas marinas la próxima gran alternativa a la carne? *Revista Smithsonian*, 23 de junio de 2022: <https://www.smithsonianmag.com/innovation/is-seaweed-the-next-big-alternative-to-meat-180980299/> [consultado en febrero de 2023]