

# Las algas, sorprendentes organismos

HELENA PORTA

La Dra. Helena Porta Ducoing, es Investigadora en el Instituto de Biotecnología, UNAM. Sus temas favoritos son las respuestas de defensa en plantas, esto es muerte celular programada y la autofagia. Recientemente ha incursionado en la genómica de un musgo tolerante a la sequía y del alga *Galdieria sulphuraria* que es un organismo con interés biotecnológico, ya que produce macromoléculas como pigmentos, proteínas, carbohidratos y lípidos que se emplean en la industria farmacéutica y nutracéutica.

Las algas son un grupo de organismos fotosintéticos muy diverso del que se conocen cerca de 30,000 ejemplares diferentes. Comprende desde organismos multicelulares que miden casi 100 metros de altura, hasta organismos unicelulares como *Ostreococcus tauri*, de aproximadamente 0.8 micrómetros de diámetro y a la que se considera el eucariota de vida libre más pequeño descrito hasta ahora. Las algas son miembros muy importantes de la biota por su papel en el ciclo global del carbono, ya que utilizando la energía luminosa producen la materia orgánica que sustenta toda la vida en la Tierra (Figura 1).

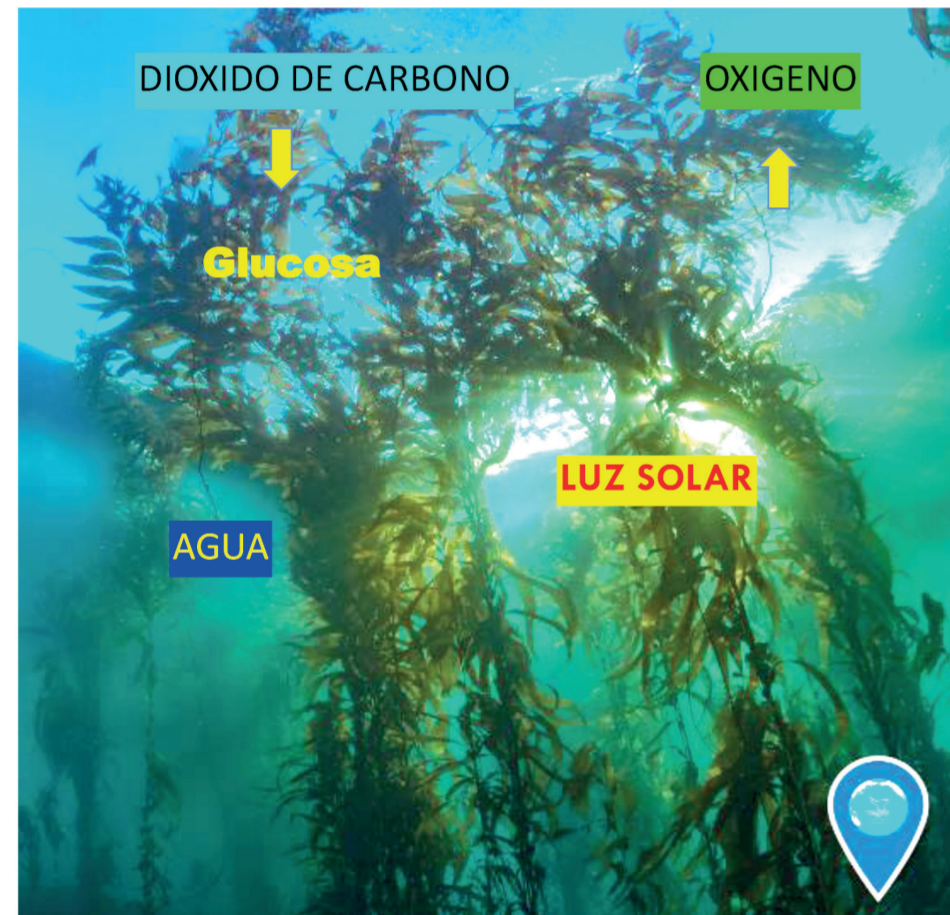


Figura 1. Las algas son organismos fotosintéticos que toman dióxido de carbono del aire y con agua y energía luminosa que proviene del sol convierten el dióxido de carbono en glucosa (@Sanctuaries).

“Algas” no es un término taxonómico, sino un nombre común colectivo conveniente y útil para agrupar a un gran número de organismos parecidos a plantas, que no son musgos, helechos, árboles coníferos o plantas con flores. Básicamente, son dos las características que agrupan a estos organismos tan diversos de formas, colores y tamaños: 1) la ya mencionada, de que son organismos fotosintéticos y 2) es el requisito de vivir en ambientes húmedos como el agua dulce o la salada, las pozas termales, la tierra, las rocas y los troncos e incluso el aire (Figura 2).

La *fotosíntesis* es un proceso bioquímico fundamental para la vida, mediante el cual las plantas, las algas, y las cianobacterias capturan dióxido de carbono del aire y lo convierten en azúcares. Para que esto suceda se necesita de la luz solar y el agua. Este proceso es importantísimo para la vida en la Tierra como la conocemos actualmente, ya que el oxígeno que respiramos los organismos vivos tanto acuáticos como terrestres se produce a partir de la fotosíntesis. Sin el oxígeno que se produce a través de este proceso, los seres vivos no sobreviviríamos. El otro producto importante de la fotosíntesis es la glucosa, un tipo de azúcar que es la principal fuente de nutrientes para las algas, las cianobacterias y para las plantas tanto acuáticas como terrestres. Esta característica le confiere a las algas, junto a las cianobacterias y



Figura 2. Las algas viven en ambientes húmedos: mares, ríos, paredes, troncos.

Figura 2. Las algas viven en ambientes con agua o humedad: mares, ríos, paredes, troncos. Tomada de: DOI: 10.5507/fot.2017.015

las plantas el calificativo de organismos *autótrofos*, es decir que pueden generar su propia fuente de carbono a partir del dióxido de carbono y agua, con lo que generan glucosa que utilizan para su metabolismo. Para complementar esta información, un organismo *heterótrofo* requiere alimentarse de un autótrofo para sobrevivir, ya que no puede generar sus propias fuentes de carbono. Así, nos podemos dar cuenta de la importancia que para la vida en el planeta tienen las algas que, junto con las plantas, generan entre el 30 y el 50% del oxígeno de la atmósfera a través de la fotosíntesis. El resto lo producen las plantas terrestres, oxígeno indispensable para la respiración de los seres vivos que pueblan el planeta. Por si fuera poco, las algas forman parte del *fitoplancton marino* que es la base de la cadena alimenticia en los océanos (Figura 3).

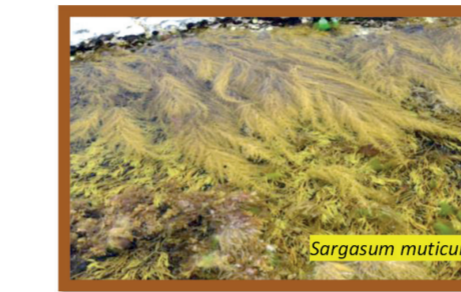


Figura 3. Florecimiento de fitoplancton visto desde el espacio. Tomada de NASA <http://earthobservatory.nasa.gov>

## LAS ALGAS SON PLANTAS

Ligas de interés

- <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/bosqueMacroalgas>
- <https://www.seaweed.ie/index.php>



(Figura 3).

Ya he mencionado dos de los rasgos que describen a las algas: su tamaño y su color, sin embargo, tanto en el grupo de las microalgas como las macroalgas hay algas marrones, rojas y verde-azules. Con estas dos observaciones y de manera más específica, las macroalgas se dividen en *Clorofitas* o algas verdes, *Rodofitas* o algas rojas y *Faeofitas* o algas pardas; las microalgas también incluyen a las crisofíceas o algas doradas, a las xantofitas o algas verde amarillas, dinofitas o dinoflagelados que poseen flagelos y pueden nadar, las diatomeas que comprenden más de 20,000 especies y son de color entre pardo y dorado (Figura 4).

Figura 4. Las algas se clasifican también por su color en algas pardas como *S. muticum*, rojas como *C. officinalis* y algas verdes como se aprecia en este arrecife de coral. Tomadas de <https://www.algaebase.org/>

## ¿DÓNDE EXISTEN LAS ALGAS?

Como ya mencioné antes, una de las dos características que distingue a las algas es que viven en ambientes acuáticos como el mar, por ejemplo los queijos, que son algas pardas de hasta 100 metros de altura que pueden formar bosques cercanos a las costas marinas. También hay una gran variedad de algas unicelulares de diversos tamaños y formas como las diatomeas. También viven en el agua dulce como *Chlorella vulgaris* o en el agua salada como *Dunaliella salina*. También hay rodofitas microscópicas como *Galdieria sulphuraria* que habitan en pozas de aguas termales, lo que implica un entorno de temperatura alta, de alrededor de los 50-60 °C y condiciones de acidez muy baja (entre 1-3 de pH). Para aclarar este ambiente, imagina que el ácido acético o vinagre comestible tiene un pH de 5 y la sosa para destapar cañerías es de alrededor de 10.

Algunas microalgas se asocian con animales, plantas u hongos, e incluso con otras algas para formar una relación simbiótica en la que los simbioses obtienen beneficio mutuo. Por ejemplo, el éxito de los corales escleractinios en la formación de la espectacular estructura biogénica, es decir que generan vida, que llamamos arrecifes de coral, se debe a la simbiosis entre el alga dinoflagelada *Symbiodinium spp.* y los corales celenterados.

En los sistemas de agua dulce, la simbiosis entre varias algas verdes con organismos diferentes como los ciliados, las esponjas, la hidra y las raíces de Ginkgo, son comunes. En estas simbiosis, las algas proporcionan nutrición adicional derivada de su fotosíntesis en forma de compuestos orgánicos al animal o planta hospedero, que, a su vez, proporciona un entorno estable, así como, dióxido de carbono y nitrógeno al alga simbiose. La fotosíntesis derivada de las algas también mejora la calcificación en los corales.

Las microalgas incluyen algunos de los organismos más extremófilos de la tierra. Las algas extremófilas son las que viven en condiciones ambientales muy estresantes para la mayor parte de las especies del planeta, pero no para ellas, por ejemplo salinidad o temperatura elevada. Dependiendo del estrés que toleran se les clasifica como halófitas, que

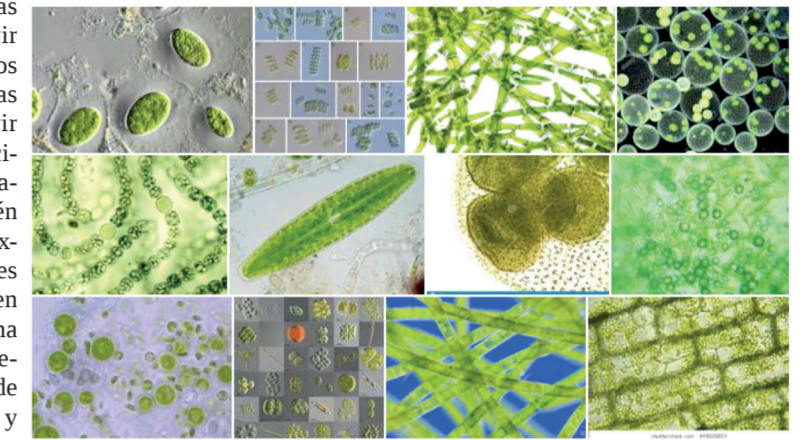
toleran cantidades elevadas de sal, psicrófilas que pueden vivir por debajo de los 15°C, alcalófilas que pueden vivir a pH de 12, y acidófilas a pH debajo de 2. También hay algas poliextremófilas, es decir, que viven bajo más de una condición extrema, como puede ser un pH bajo y temperatura alta.

Por ejemplo, el alga verde *Dunaliella salina* y otras especies como *D. parva* y *D. viridis*, crecen y florecen en un rango de temperatura menor a 0°C y hasta 35°C y lo más sorprendente es que lo hacen en los lagos salados donde casi ningún otro organismo eucariota sobrevive. Para tener una idea sobre de cuánta sal hablamos, algunos lagos salinos son 11 veces más salados que el agua de mar. La capacidad de crecer en muy alta salinidad se debe a que las células de *Dunaliella* acumulan glicerol. El glicerol es un poliol de 3 carbonos que es muy soluble en agua, por lo que nunca cristaliza, lo que protege la integridad de las proteínas celulares de organismos que crecen en alta sal o bajas temperaturas. Otros mecanismos descritos que permiten la vida de los organismos extremófilos son 1) la capacidad de la célula de reparar y estabilizar a las proteínas; 2) la biosíntesis de lípidos termotolerantes que contienen más dobles enlaces en su estructura lo que permite flexibilidad de la molécula, lo que se refleja en estabilidad de la membrana plasmática, 3) la estabilidad del DNA mediante proteínas de unión a DNA y girasas, 4) los acidófilos usan poderosas bombas de protones para mantener el pH interno cercano a 7 en el citoplasma.

Algunos de estos mecanismos permiten el crecimiento de *Dunaliella acidophila* en un pH 1 mientras que la clorofita *Coccomyxa onubensis* tiene una tolerancia al pH muy amplia que va desde 2.5 a 9. Otras especies como las algas verdes *Chloromonas nivalis* y *Raphidomonema nivale* crecen en el hielo y la nieve. Por el contrario el alga roja *Galdieria sulphuraria* crece a un pH entre 0.5 y 3.0 y a temperatura de 56 °C.

## LAS ALGAS Y LA BIOTECNOLOGÍA

Los productos de interés biotecnológico que se pueden obtener de las algas son diversos y en buena medida la producción específica de los mismos va de la mano con la gran diversidad de estos organismos. La idea en general es que la obtención de biomoléculas, que pueden ser usadas como biocombustibles o producir células que pueden ser usadas como alimento para animales o humanos, por mencionar solo un par de ejemplos, se puede hacer de una manera sustentable a partir de las algas. De hecho, la eficiencia fotosintética teórica máxima de las microalgas en términos de conversión de energía luminosa en biomasa está entre el 3 y el 10%, lo que significa que son muy eficientes comparado con el 0.2 al 6% de las plantas como el maíz y el trigo,

<https://www.google.com/>

sin sumar las grandes extensiones de tierra de cultivo que se emplean actualmente para la generación de almidón de maíz o para producir etanol. En condiciones de laboratorio se pueden cultivar ya casi 100 géneros de algas, aunque a nivel industrial solo 10 se emplean actualmente para obtener algún bioproducto. Algas de estos géneros son microalgas como *Chlorella*, *Nannochloropsis*, *Isochrysis*, *Muriellopsis*, *Odontella*, *Dunaliella*, *Haematococcus*, *Porphyridium* or *Rhodella*, que se usan como nutracéuticos, para alimento de peces aves y ganado. De aquí que el potencial que representan para la industria resulta enorme.

Interesantemente, Martinus Beijerinck, un microbiólogo holandés, aisló por primera vez *Chlorella* en 1890, posteriormente Otto Warburg en 1919 la empleó para estudiar la fotosíntesis y Melvin Calvin y Andrew Benson (1962) utilizaron *Chlorella* en su trabajo sobre la asimilación de dióxido de carbono en plantas. *Chlorella* fue también una de las primeras microalgas consideradas para el cultivo masivo y la primera microalga producida comercialmente. Actualmente se utilizan como suplemento nutricional.

Se puede considerar a las algas como bioactores para la obtención de pigmentos de productos con valor agregado como la ficocitrina, ficocianina y carotenoides, que tiene un mercado muy importante en las industrias, alimentaria, cosmética y farmacéutica. El costo de estos productos hace factible el uso de las algas para su producción y aunque es posible la obtención de biocombustibles de las algas, estos procesos no son actualmente económicamente viables.

Podemos concluir que las algas, además de ser las generadoras de gran parte del oxígeno que consumimos los seres vivos, de sostener la biodiversidad de las comunidades marinas, son también organismos modelo para la bioingeniería de enzimas, producción de biocombustibles y para la bioremediación, además de que brindan una alternativa más amable con el ambiente para la obtención de biomoléculas.

*Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos. Desde la Academia de Ciencias de Morelos externamos nuestra preocupación por el vacío que genera la extinción de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología dentro del ecosistema de innovación estatal que se debilita sin la participación del Gobierno del Estado.*



ESTA PUBLICACIÓN FUE REVISADA POR EL COMITÉ EDITORIAL DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS

Para actividades recientes de la academia y artículos anteriores puede consultar: [www.acmor.org.mx](http://www.acmor.org.mx)  
¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTACTANOS: [editorial@acmor.org.mx](mailto:editorial@acmor.org.mx)

### Referencias

- Algae: Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology, Second Edition
- By Laura Barsanti, Paolo Gualtieri, CRS Press, 2014.