

Hot Science

Microalgas: Las guardianas ancestrales del clima y arquitectas del futuro energético sostenible

Microalgae: Ancestral guardians of the climate and architects of a sustainable energy future

Resumen

Las microalgas, como antiguas guardianas del clima y pioneras en el futuro de la energía sostenible, tienen el potencial de transformar la fabricación de combustibles y contribuir a contrarrestar el cambio climático. En este artículo se analiza la importancia de las microalgas en la fotosíntesis, su función en la generación de biocombustibles y su impacto en la disminución de gases de efecto invernadero. Asimismo, se abordan los progresos tecnológicos y los usos prácticos de las microalgas en procesos y producción de energía renovable.

Palabras clave: Microalgas, fotosíntesis, biocombustibles.

Summary

As ancient guardians of the climate and pioneers of the future of sustainable energy, microalgae have the potential to transform fuel manufacturing and help counteract climate change. This article discusses the importance of microalgae in photosynthesis, their role in biofuel generation, and their impact on reducing greenhouse gases. It also addresses technological advances and practical uses of microalgae in renewable energy processes and production.

Keywords: Microalgae, photosynthesis, biofuels.

Abraham Efraím Rodríguez Mata*
Jesús Alfonso Medrano Hermsillo
Helí Hassan Díaz González

Tecnológico Nacional de México / IT de Chihuahua,
Chihuahua, México.

*Autor para la correspondencia:
abraham.rm@chihuahua.tecnm.mx

Introducción

Entre las formas de vida más antiguas de nuestro planeta se encuentran las cianobacterias, una “clase de microalgas”, que forman parte de las criaturas microscópicas más viejas de las que se tiene registro. Se sabe que las primeras de estas microalgas aparecieron en los mares antiguos del mundo, y que a partir de un pionero y muy complejo fenómeno metabólico llamado fotosíntesis ellas extrajeron energía (Figura 1) [1]. Las microalgas, plantas y ciertas bacterias utilizan la fotosíntesis para producir energía a partir de luz solar, agua y dióxido de carbono (CO₂) [2]. Este proceso es esencial, ya que permite a estos organismos convertir la energía solar en energía química, la cual se almacena como glucosa y otros compuestos.

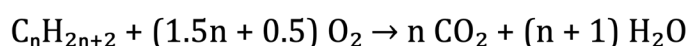
El crecimiento de la población y también de nuestras actividades; así como el desarrollo de tecnologías, han aumentado la cantidad de energía necesaria para la producción industrial, militar y alimentaria. Debido a esto los com-



Figura 1. Antiguos océanos ricos en microalgas (elaboración propia).

bustibles son cada vez más necesarios y cada vez éstos son más complejos, es decir, con más carbonos en su estructura, entre más carbonos su reacción de oxidación en general produce más energía térmica, pero también de manera proporcional y estequiométrica, se libera más CO_2 a la atmósfera [3].

La oxidación rápida de combustibles es en realidad el propósito inverso de la fotosíntesis, la energía solar almacenada durante millones de años en organismos vivos se transforma en energía térmica. Por ejemplo, en un motor de un automóvil, la energía acumulada en el diésel se consume rápidamente para generar energía mecánica y propulsar el movimiento, dado la siguiente ecuación:



Donde n es el número de carbonos del hidrocarburo. La liberación de energía en forma de calor a través de estas reacciones es esencial para diversas actividades cotidianas y tecnológicas [3]. El CO_2 produce un fenómeno natural llamado “efecto invernadero”, que hace que aumente la temperatura del planeta y aunque el efecto invernadero es crucial para mantener la temperatura adecuada en la Tierra, la quema de combustibles fósiles ha provocado el calentamiento global (Figura 2), habiendo una relación causal entre el aumento del CO_2 y el calentamiento global [4]. Científicos como Valukenko y su equipo de investigación atribuyeron este cambio al impacto de las actividades humanas en las concentraciones de CO_2 y las temperaturas globales [5]. En otros estudios, como los hechos por el equipo del científico

Liu sobre la temperatura y los gases de efecto invernadero de 2005, encontraron una correlación entre los cambios en la concentración de CO_2 en la atmósfera y su impacto directo sobre el calentamiento global [6]. En pleno año 2024, ya no se puede dudar de que los seres humanos estamos cambiando las condiciones de temperatura globales. El delicado equilibrio térmico y químico de nuestra atmósfera, que había sido cuidadosamente preservado por miles de años, lamentablemente está siendo perturbado por la quema no controlada de combustibles fósiles [7]. El reto ético y científico consiste en conciliar la necesidad de energía para las actividades humanas con la urgente tarea de mitigar el cambio climático ocasionado por la sobreexplotación de combustibles fósiles [3].



Figura 2. El calentamiento global (elaboración propia).

Producción de microalgas, cambio climático y biocombustibles

Mientras tanto, las energías renovables como la solar y la eólica son indudablemente prometedoras para reducir el impacto ambiental de nuestras necesidades energéticas sin comprometer la calidad atmosférica del mundo. Sin embargo, su naturaleza intermitente y la necesidad de almacenamiento de energía plantean desafíos que aún se están mejorando. La transición será lenta y una dependencia total de estas fuentes de energía puede llevar tiempo. Los biocombustibles de microalgas están surgiendo como una alternativa estratégica adicional en este contexto. Su capacidad para aprovechar el CO_2 en su crecimiento implica que tienen la capacidad de contribuir activamente a la disminución de los niveles de este gas en la atmósfera, lo que les permite abordar

directamente el problema del cambio climático, piénsenlo solo un momento, al parecer estos microorganismos ancestrales y pioneros de la vida en la Tierra siempre fueron la solución.

La evolución de los biocombustibles ha tenido lugar a lo largo de varias generaciones, y cada una de ellas refleja el progreso tecnológico y una mayor conciencia ambiental. Dado que competían por recursos esenciales en la producción de alimentos, las primeras generaciones de biocombustibles, que se derivaban principalmente de cultivos alimenticios y desechos agrícolas, enfrentaron desafíos éticos y de sostenibilidad. Con el tiempo, la investigación y el desarrollo han llevado

a la exploración de fuentes más sostenibles y menos invasivas, como los biocombustibles de tercera generación hechos a partir de microalgas. Así, los biocombustibles derivados de microalgas se presentan como una opción prometedora para garantizar un futuro energético sostenible; ya que a partir de sus biomoléculas se pueden obtener biocombustibles tales como el biodiésel a partir de los lípidos saturados; el bioetanol a partir de carbohidratos; el biogás a partir de la biomasa total y el biohidrógeno mediante procesos fotosintéticos específicos. Estos biocombustibles ofrecen alternativas viables para diversificar las fuentes de energía renovable.

Las microalgas no sólo brindan una opción renovable y menos contaminante que los combustibles fósiles, sino que también ofrecen una solución efectiva para capturar CO_2 , un gas

de efecto invernadero esencial.

El uso de biocombustibles producidos por microalgas tiene tres ventajas. Primero, brindan una fuente de energía renovable. Las microalgas son biomasa, acumulan energía solar en forma de carbohidratos y otros metabolitos. En segundo lugar, el cultivo de microalgas para biocombustibles reduce la concentración de CO₂ en la atmósfera. Por último, los biocombustibles no adicionan más CO₂ a la atmósfera como los derivados del petróleo. Por lo tanto, las microalgas ofrecen una solución práctica y ambientalmente responsable, para avanzar hacia un futuro energético sostenible mientras continuamos mejorando las tecnologías de energía renovable (solar, eólica e hídrica) y seguimos buscando optimizar su eficiencia.

Promover el uso de energías renovables para reducir las emisiones de CO₂ es una opción sustentable.

Algunas variedades de microalgas ricas en lípidos son utilizadas como materias primas para la producción de biodiésel. Es fundamental elegir la cepa adecuada para obtener el máximo rendimiento de lípidos, dado que algunas especies almacenan hasta el 70% de su peso en forma de lípidos. Entre las especies con potencial prometedor para la producción de biocombustibles se encuentra *Scenedesmus obliquus*. Un estudio exhaustivo sobre las tasas de conversión de biocombustibles derivados de microalgas reveló que *Chlorella vulgaris* presenta mayor potencial para diversos tipos de biocombustibles. Además, las condiciones del cultivo también influyen en el almacenamiento de metabolitos [9].

En la actualidad, los progresos en la elaboración de biocombustibles a partir de microalgas están contribuyendo a superar los desafíos en la producción automatizada y consistente de biocombustibles. En los fotobiorreactores artificiales, se ha incrementado significativamente la cantidad de biomasa en comparación con la producción en estanques abiertos. La incorporación de tecnología electrónica y el uso de inteligencia artificial en estos reactores permiten optimizar la producción final de biomasa, que está directamente relacionada con los subproductos que, tras procesos adicionales, posibilitan la creación de biocombustibles [9].

La síntesis de biocombustibles a partir de microalgas sigue siendo más costosa



Figura 3. Futuro energético sostenible: Fotobiorreactores avanzados para la producción de biocombustibles a partir de microalgas, integrados con tecnologías de energía solar y eólica (elaboración propia).

económicamente que los combustibles fósiles, pero se espera que el costo disminuya con la combinación de energía solar e hidráulica (Figura 3). A largo plazo, esto representará una inversión más sostenible, ya que ayudará a reducir los efectos del cambio climático y mitigar las concentraciones de CO₂.

Conclusiones

El uso de biocombustibles obtenidos a partir de microalgas se plantea como una opción práctica y respetuosa con el medio ambiente para progresar hacia un horizonte energético sostenible. Los biocombustibles no sólo constituyen una fuente de energía renovable, sino que también colaboran en la disminución de la concentración de CO₂ en la atmósfera y no incrementan la concentración de este gas en la atmósfera como los combustibles fósiles. Sin embargo, es fundamental seguir optimizando las tecnologías de cultivo y procesamiento de microalgas para maximizar su potencial. Además, es necesario integrarlas de manera efectiva con otras fuentes de energía renovable, como la solar, eólica e hidroeléctrica. La adopción de un enfoque multidisciplinario y un compromiso global permitirán, será posible superar las barreras tecnológicas y económicas existentes. Esto permitirá que las microalgas tomen en un futuro cercano un papel fundamental en la remisión del cambio climático y en la transición hacia un modelo energético más sostenible y eficiente. **iBIO**

Referencias

- [1] Rocuzzo, S., Beckerman, A. P., & Pandhal, J. (2016). The use of natural infochemicals for sustainable and efficient harvesting of the microalgae *Scenedesmus* spp. for biotechnology: Insights from a meta-analysis. *Biotechnology Letters*, 38(11), 1983–1990. <https://doi.org/10.1007/s10529-016-2192-2>
- [2] Debnath, C., Bandyopadhyay, T. K., Bhunia, B., Mishra, U., Narayanasamy, S., & Muthuraj, M. (2021).

Microalgae: Sustainable resource of carbohydrates in third-generation biofuel production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 150, 111464. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111464>

[3] Jones, W. P., & Lindstedt, R. P. (1988). Global reaction schemes for hydrocarbon combustion. *Combustion and Flame*, 73(3), 233-249. [https://doi.org/10.1016/0010-2180\(88\)90021-1](https://doi.org/10.1016/0010-2180(88)90021-1)

[4] Newell, N. D., & Marcus, L. F. (1987). Carbon dioxide and people. *Palaos*, 2(1), 101-103. <https://www.jstor.org/stable/3514578>

[5] Valukenko, N. V., Kotlyakov, V. M., & Sonechkin, D. M. (2017). The connection between the growth of anthropogenic carbon dioxide in the atmosphere and the current climate warming. *Doklady Earth Sciences*. <https://doi.org/10.1134/S1028334X17110083>

[6] Liu, H., & Rodríguez, G. (2005). Human activities and global warming: A cointegration analysis. *Environmental Modelling & Software*, 20(6), 761–773. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2004.06.007>

[7] Ganivet, E. (2019). Growth in human population and consumption both need to be addressed to reach an ecologically sustainable future. *Environment, Development and Sustainability*, 22(6), 4979–4998. <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00446-w>

[8] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Cambridge University Press*. <https://doi.org/10.1017/9781009157926>

[9] Aigner, S., Arc, E., Schletter, M., Karsten, U., Holzinger, A., & Kranner, I. (2022). Metabolite Profiling in Green Microalgae with Varying Degrees of Desiccation Tolerance. *Microorganisms*, 10(5), 946. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10050946>