
Producción de microalgas de *Chorella protothecoides* como alternativa para disminuir el calentamiento global

Production of *Chorella protothecoides* microalgae as an alternative to reduce global warming

Raymundo René Rivas Cáceres¹, María Elena González Ruelas², Nelly Hostein³, Guillermo Alberto Barraza Garza⁴, Carmen Alejandra Méndez Hurtado⁵.

^{1,4,5}Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Departamento de Ciencias Químico-biológicas
Ciudad Juárez Chihuahua, México.

^{2,3}Centro Universitario de la Costa, Campus Vallarta, Universidad de Guadalajara Av. Universidad, No. 203 Delegación Ixtapa Puerto Vallarta C.P. 48280, Jalisco, México.

Recibido: mayo 23 de 2023

Aceptado: junio 18 de 2023

DOI: <https://doi.org/10.60113/ap.v9i17.8>

RESUMEN

Las microalgas son plantas acuáticas que no necesariamente requieren agua dulce para crecer, pueden hacerlo en agua salobre o incluso en agua de mar. Debido a que son microscópicas, obtienen rápidamente sus nutrientes en el medio de cultivo, lo que les da la habilidad de crecer mucho más rápido que las plantas terrestres más productivas. Los estanques de microalgas pueden producir una cantidad de biomasa equivalente a diez veces más que lo que el área equivalente produciría con plantas terrestres. Es quizá la única cosecha agrícola que no requiere agua dulce para crecer, además de bioremediar el agua y los suelos salados: sin competir por tierras fértiles ni por agua dulce, no gasta ni disminuye la tabla de agua del subsuelo, se fertiliza más eficientemente y sin producir contaminación por deslave de fertilizantes químicos en el ambiente. La productividad de las microalgas es tremenda y además se obtiene mucho producto rico en proteínas y carbohidratos en comparación

con otras cosechas terrestres. Además de la alta productividad, captura enormes cantidades de CO₂ lo que ayuda a disminuir el cambio climático. De igual forma se requiere que los alimentos, habitaciones y transportes dejen una menor huella de carbono. Las microalgas pueden ser fundamentales para mejorar los alimentos, la agricultura y la ganadería, el secuestro masivo de CO₂, además de dar un servicio ambiental de biorremediación ya que funcionan como filtro biológico para utilizarlo como un tratamiento cuaternario a agua y ríos.

Palabras Clave: microalgas, *Chorella protothecoides*, aplicaciones.

ABSTRACT

Microalgae are aquatic plants that do not necessarily require fresh water to grow, they can do it in brackish water or even in sea water. Because they are microscopic they quickly obtain their nutrients in the culture medium, which gives them the ability to grow much faster than the most productive land plants. Microalgae ponds can produce an amount of biomass equivalent to ten times more than what the equivalent area would produce with land plants. It is perhaps the only agricultural harvest that does not require fresh water to grow, in addition to bioremediating water and salty soils: without competing for fertile land or fresh water, it does not spend or decrease the water table of the subsoil, it is fertilized more efficiently and without producing contamination by landslides of chemical fertilizers in the environment. The productivity of microalgae is tremendous and also a lot of product rich in protein and carbohydrates compared to other terrestrial crops. In addition to high productivity, Capture huge amounts of CO₂ which helps reduce climate change. Similarly, food, rooms and transport are required to leave a lower carbon footprint. The microalgae can be fundamental to improve food, agriculture and cattle raising, the massive kidnapping of CO₂, in addition to giving a bioremediation environmental service since they function as a biological filter to use it as a quaternary treatment of water and rivers.

Key Words: microalgae, *Chorella protothecoides*, applications

INTRODUCCIÓN

El petróleo ecológico es un combustible elaborado a partir de aceites principalmente vegetales, que puede ser usado en motores a combustión de diesel derivado del petróleo (Chisti, 2008). El biodiesel ha sido elaborado principalmente de aceites de semillas de soya, canola y aceite de palma. En Estados Unidos, el 90 % de la producción de biodiesel proviene del aceite de soya (Canakci y Sanli, 2008; Chisti, 2008; Van Gerpen, 2005). La Tabla 1 indica las especies vegetales más usadas para la elaboración de biodiesel y su porcentaje de lípidos. El biodiesel podría ser elaborado a partir de cualquier célula o tejido que contenga ácidos grasos. Sin embargo, uno de los puntos claves en la elaboración de biodiesel, es la elección del organismo, que estará en función del porcentaje de lípidos que contenga, en relación a su peso seco (Sharma *et al.* 2008). Generalmente, se seleccionan las especies con mayor porcentaje de lípidos ya que producirán mayor cantidad de biodiesel. Las microalgas son organismos unicelulares fotosintéticos (utilizan CO₂ para producir oxígeno) que poseen un alto porcentaje de lípidos. Bajo ciertas condiciones de cultivo, las microalgas podrían exceder la cantidad de lípidos útiles para la elaboración de biodiesel en comparación con las semillas que tradicionalmente se han usado (Donghui Song *et al.* 2008; Sheehan *et al.* 1998).

La elaboración de biodiesel a partir de especies vegetales tiene varias desventajas. La principal de todas sería la gran superficie de cultivo necesaria para cubrir la demanda de energéticos y el uso de grandes cantidades de agua para riego. Por ejemplo, en el caso hipotético de reemplazar el 50% del consumo de hidrocarburos en Estados Unidos con biodiesel, se requeriría plantar entre un 24 y 77% de toda la superficie cultivable de este país dependiendo de la planta seleccionada. Tabla 3. Esta estrategia comprometería otros cultivos destinados para consumo humano, ocasionaría escasez y encarecimiento de productos agrícolas, entre otras consecuencias adversas (Chisti, 2008). Por otra parte, el cultivo de microalgas representa una opción factible debido a las características biológicas que poseen estos organismos como: a) tasa de crecimiento muy alta. La biomasa puede duplicarse en un periodo de 3.5 hrs durante crecimiento

exponencial. b) alto porcentaje de lípidos en relación con el peso seco de biomasa (Chisti, 2007 y 2008).

En condiciones especiales de cultivo, el porcentaje de lípidos puede exceder el 80% aunque porcentajes de 20-50% son más comunes (Chisti, 2007; Han Xu *et al.* 2006). c) Mayor rendimiento por hectárea. El volumen de cultivo de microalgas genera un rendimiento diez veces mayor de biodiesel por hectárea en comparación con las plantas. La superficie de cultivo de microalgas necesaria en Estados Unidos para cubrir el 50% de la demanda de combustible sería de 2.5% por lo que no comprometería otros cultivos destinados para consumo humano (Chisti, 2007).

METODOS Y RESULTADOS

Se evaluaron el porcentaje de lípidos de cepas cultivadas y *Chlorella protothecoides* fue seleccionada por su alto porcentaje de lípidos y alta tasa de crecimiento. La evaluación del porcentaje lipídico se realizó mediante experimentos de crecimiento heterótrofo y autótrofo aplicando diferentes tratamientos. Los detalles del procedimiento se presentan a continuación:

Cultivo de microalgas:

1. Se filtraron 15 litros de agua salada de un pozo abandonados del valle de Juárez, distrito bravo, usando un filtro de 500 µm posteriormente el volumen se pasó por un filtro de 100 µm y finalmente por uno filtro de nitrocelulosa menor a 50 µm. Estos filtrados sucesivos tienen como objetivo separar toda la materia orgánica macroscópica y células de gran tamaño.
2. El filtro menor a 50 µm fue transferido a un tubo que contenía agua salada enriquecida estéril y fue homogenizado para tener un concentrado de microalgas.
3. El concentrado de microalgas se incubó entre 20 y 25°C con iluminación artificial y agitación.
4. Para generar cultivos inespecíficos, se realizaron diluciones del concentrado de microorganismos 1:10; 1:100 y 1:1000 Las diluciones de microorganismos serán sembradas en agar preparado para el crecimiento de microalgas. Durante la incubación se controló la temperatura y el fotoperiodo.

5. Los microorganismos que crecieron en el medio de cultivo fueron observados con un microscopio para poder identificarlos.
6. Los organismos identificados como microalgas se mantuvieron en crecimiento.

El presente estudio de generación de oxígeno a partir del dióxido de carbono, utilizando microalgas para la biorremediación de la producción de bioenergéticos, tiene como finalidad limpiar el agua y el suelo, así como el controlar el calentamiento global a través de la producción de cepas que tengan alta tasa de crecimiento (g/lt/día) y alto porcentaje de aceites, para la elaboración eficiente de materia cruda de microalgas. La manera de identificar estas cepas de microalgas se realizó a través de la experimentación bajo crecimiento autótrofo considerando diferentes concentraciones de CO₂ y luz. Adicionalmente, se evaluaron variables como temperatura, nivel de ph y concentración de fertilizantes, ya que estas variables afectan el crecimiento y el porcentaje de aceites en las microalgas que es la materia prima para la producción de petróleo ecológico, los cuales se evaluaron con la técnica de rojo Nilo. Todos los experimentos se realizaron con cultivos de microalga (*Chlorella sp.*), con mayor contenido de aceites y alta tasa de crecimiento (2g/lt).

CONCLUSIONES

Lo innovador de esta investigación, por un lado, es la de desarrollar microalgas para bioremediar el agua y suelos salados y bajar los niveles de CO₂ y por el otro el de identificar cepas que tengan alto porcentaje de aceites, para la elaboración eficiente de aceite crudo de microalgas, siendo la materia prima para la producción de fertilizantes orgánicos, suplementos alimenticios para la ganadería y para la elaboración del petróleo del futuro. Todo esto representa una opción factible debido a las características biológicas que poseen estas microalgas, como lo es el potencial de duplicarse en un periodo de 3.5 hrs. durante crecimiento exponencial en relación con el peso seco de biomasa, por lo que pueden controlar la contaminación del suelo y agua, producir biomasa de microalgas a gran escala, para una agricultura y ganadería orgánica, así como el disminuir el Calentamiento Global y resol-

ver nuestra Crisis Energética.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Departamento de Ciencias Químico-biológicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez por las facilidades para realizar las investigaciones.

REFERENCIAS

- Canakci, M. Sanli, H. 2008. Biodiesel production from various feedstocks and their effects on the fuel properties. Journal Industrial Microbiology Biotechnology 35: 431-441.
- Chisti, Y. 2007. Biodiesel from microalgae. Biotechnology Advances 25: 294-306.
- Chisti, Y. 2008. Biodiesel from microalgae beats bioethanol. Trends in Biotechnology 26 (3): 126-131.
- Donghui Song; Jingjuan Fu; Dingji Shi. 2008. Exploitation of Oil-bearing Microalgae for Biodiesel. Chinese Journal of Biotechnology 24(3): 341-348.
- Han Xu; Xiaoling Miao; Qingyu Wu. 2006. High quality biodiesel production from a microalga *Chlorella protothecoides* by heterotrophic growth in fermenters. Journal of Biotechnology (126): 499-507.
- Mauderly, J. 2001. Diesel emissions: is more health research still needed? Toxicological sciences 62: 6-9.
- Seog June Lee; Byung-Dae Yoon. 1998. Rapid method for the determination of lipid from the green alga *Botryococcus braunii*. Biotechnology Techniques 12(7): 553-556.
- Sharma, Y; Singh, B; Upadhyay, S.N. 2008. Advancements in development and characterization of biodiesel: A review. Fuel (doi:10.1016/j.fuel.2008.01.014).
- Sheehan, J; Dunahay, T; Benemann, J. 1998. A Look Back at the U.S. Department of Energy's Aquatic Species Program: Biodiesel from Algae. National Renewable Energy Laboratory, Colorado USA.
- United States Environmental Protection Agency. 2002. A Comprehensive Analysis of Biodiesel Impacts on Exhaust Emissions. United States Environmental Protection Agency 118 pages.

- Van Gerpen, J. 2005. Biodiesel processing and production. Fuel Processing Technology 86: 1097-1107.
- Xiufeng Li; Han Xu; Qingyu Wu. 2007. Large-Scale Biodiesel Production From Microalga *Chlorella protothecoides* Through Heterotrophic Cultivation in Bioreactors. Biotechnology and Bioengineering 98(4): 764-771.
- Yandi, D; Abhishek, M; Ramon, G. 2006. Anaerobic fermentation of glycerol by *Escherichia coli*: A new platform for metabolic engineering. Biotechnology and Bioengineering 94(5): 821-829.

