

# DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA OBTENCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES A PARTIR DE MICROALGAS CULTIVADAS EN AGUAS RESIDUALES

MARÍA TERESA ORTA

**Grupo: Tecnologías Innovadoras en Ingeniería Ambiental**

El uso de tecnologías limpias para la obtención de biocombustibles a partir de microalgas como medidas de eficiencia energética, genera bienestar social al disponer de biocombustibles que no impactan el ambiente, lo cual redundará en la salud de la población y conservación de los ecosistemas. El desarrollo de un sistema de recolección de algas económico sigue siendo un reto en la actualidad. Una de las estrategias para disminuir los costos de cosecha es utilizar tecnologías que pueden tener beneficios adicionales aparte de la separación. El grupo de investigación que lidera la Dra. María Teresa Orta Ledesma en colaboración con los doctores Adam Harvey y Sharon Velásquez de la Universidad de Newcastle (UN) en Reino Unido; y apoyado por el Dr. Ignacio Monje, la M. en C. Isaura Yáñez, así como becarios de doctorado, maestría y licenciatura; está desarrollando una tecnología innovadora que permitirá establecer las bases de un desarrollo tecnológico “sustentable”, con el cual se genera bioenergía mediante la producción de biocombustibles (biodiesel, bioetanol y biogás) a partir de microalgas nativas de

la zona del ex-Lago de Texcoco cultivadas en aguas residuales (figura 1). Como beneficio adicional, se consigue agua residual tratada que cumple con los requerimientos de calidad del agua para reúso (Komolafe, 2014; Velásquez, 2014). El proyecto fue seleccionado en la convocatoria del Fondo Sectorial CONACYT-SENER-SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA 2013-05.

A nivel mundial se presenta un constante aumento en la demanda de energía, siendo los combustibles fósiles la fuente más económica (FAO, 2008), aunque con impactos negativos al ambiente. Se estima que con el ritmo actual de consumo, las reservas de petróleo serán agotadas en 50 años (IEA, 2010). El biodiesel es un combustible alternativo y una fuente de energía renovable, biodegradable, no contiene compuestos aromáticos y posee mejores propiedades de combustión (Huang *et al*, 2010). Se puede obtener a partir de materias primas tales como: derivados agrícolas (caña de azúcar), plantas alimenticias (granos de maíz, aceites de semillas), insumos no alimenticios (residuos agrícolas y forestales) y microalgas. Existe controversia respecto a la producción de biodiesel a partir de materias primas alimenticias, es por



Figura 1. Zona del ex-Lago de Texcoco, lugar de origen de las microalgas cultivadas en agua residual utilizadas para la obtención de biocombustibles

ello, que la utilización de biomasa microalgal cada día toma más fuerza, ya que no requieren de grandes espacios para su reproducción, tienen tasas de crecimiento mayores que las plantas terrestres (duplican su biomasa en menos de 24 hrs). Pueden cultivarse en diferentes tipos de agua (entre ellas, en agua residual), poseen un alto contenido de ácidos grasos por gramo de biomasa, utilizan la radiación solar y el CO<sub>2</sub> atmosférico como fuente de carbono. Los biocombustibles obtenidos de las microalgas aún no son comerciales, sin embargo existen ya algunas empresas, principalmente en Estados Unidos que intentan su comercialización (Chisti y Yan, 2011). Los biocombustibles de tercera generación (figura 2) como el biodiesel de microalgas, es una tecnología en fase de desarrollo, siendo la producción de biomasa a gran escala y la cosecha, las principales limitantes del proceso de producción.

La cosecha de microalgas es una etapa que consume de 20 a 30% de los costos de producción de biomasa (Pragya

*et al*, 2013). Los procesos más utilizados son la filtración, centrifugación, floculación y flotación, ninguno de los cuales es completamente satisfactorio. La selección de una técnica de recolección eficiente y accesible es trascendental. El presente desarrollo tecnológico incluye una tecnología novedosa para el cosechado de las microalgas mediante flotación con ozono (ozoflotación) y recientemente se está investigando la sedimentación. Se evalúa el efecto del ozono en la liberación de proteínas surfactantes y la composición de ácidos grasos con potencial aprovechamiento para la producción de biodiesel. El ozono induce a la flotación a través de la liberación de polímeros naturales que agrupan a las microalgas, las cuales son concentradas en la espuma formada en la superficie, lo que posibilita su fácil recolección; posteriormente se cuantifican los lípidos, proteínas y etanol generados (figura 3).

Además de recuperar las microalgas, se tiene el beneficio adicional de tratar exitosamente las aguas residuales que



Figura 2. Clasificación de los biocombustibles y su procedencia.

se destina para reúso, considerando que en México la reutilización del agua residual es una práctica común. El ozono remueve contaminantes incluyendo los organismos patógenos, promoviendo así una mejora en la calidad del agua. Así mismo hemos demostrado que esta tecnología reduce las emisiones de carbono y energía necesarios para limpiar el agua. Con todos los beneficios que se han expuesto, el desarrollo tecnológico se presenta como una tecnología sostenible, nueva y económicamente atractiva dado que la biomasa obtenida se puede convertir en productos económicamente atractivos como bioplásticos, biocombustibles o fertilizantes. Los cultivos de microalgas se han ido escalando: 2, 10, 50, 100, 250, 500, 1000, 5000 mL a nivel laboratorio, actualmente se cuenta con un reactor de circuito abierto conocido como RACEWAY en el que se tiene un cultivo a escala mayor (figura 4).

Recientemente se ha sometido una propuesta atendiendo la Convocatoria Newton Fund Conjunta CONACYT-British Council Mexico en colaboración con la UN proponiendo un sistema innovador a escala piloto para tratamiento de agua residual/lixiviado y la captura de CO<sub>2</sub> utilizando microalgas y ozoflotación. Con ello se espera que los resultados obtenidos en el laboratorio puedan ser escalados, lo que permitirá visualizar la factibilidad de la tecnología utilizando un análisis de sustentabilidad, así como indicadores económicos y de mercado. |

**Palabras clave:** agua residual, biocombustibles, bioenergía, microalgas, ozoflotación.

## Bibliografía

1. FAO (2010). Algae-based biofuels: A review of challenges and opportunities for developing countries. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
2. IEA (2010). World Energy Outlook. Francia: SOREGRAPH.
3. Huang, GuanHua, Feng Chen, Dong Wei, Xue Wu Zhang, y Gu Chen (2010). Biodiesel production by microalgal biotechnology. *Applied Energy*, 87: 38-46.
4. Chisti, Yusuf y Jinyue Yon (2011). Energy from algae: Current status and future trends algal biofuels - A status report. *Applied Energy*, 88: 3277-3279.
5. Oladapo Komolafe, Sharon B. Velasquez Orta, Ignacio Monje-Ramirez, Isaura Yáñez Noguez, Adam P. Harvey, María T. Orta Ledesma (2014). Biodiesel production from indigenous microalgae grown in wastewater bioresource technology, 154: 297-304.
6. Sharon B. Velasquez Orta; Reyna García-Estrada; Ignacio Monje-Ramirez; Adam Harvey; Maria T. Orta Ledesma (2014). Microalgae harvesting using ozoflotation: effect on lipid and FAME recoveries. *Biomass and Bioenergy*, 70:356-363.
7. Pragya Namita, Pandey Krishan K y Sahoo P. K. (2013). A review on harvesting, oil extraction and biofuels production technologies from microalgae. *Renewable and sustainable energy reviews*, 24:159-171.



Figura 3. Extracción de lípidos a partir de biomasa de microalgas cultivadas en agua residual, cosechada mediante el proceso de ozoflotación



Figura 4. Cultivo de microalgas en reactor de circuito abierto conocido como RACEWAY