

Pintando de verde el futuro de los combustibles

Segunda parte: cultivos de algas, características y ventajas

Me en C Daniela Morales Sánchez,
Estudiante de Doctorado, Instituto de Biotecnología de la UNAM.

Me en C. Mitsue León Saiki,
Exestudiante de Maestría, Instituto de Biotecnología de la UNAM.

Dr. Alfredo Martínez Jiménez,
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, Investigador Titular del Instituto de Biotecnología de la UNAM Campus Morelos.

Adicionalmente a lo presentado la semana pasada en este espacio (ver referencia [1]), las microalgas pueden emplearse para resolver problemas de tipo ambiental, alimentándolas con carbono proveniente del dióxido de carbono generado por las industrias y/o propagándolas en aguas residuales. Uno de los principales efluentes de las plantas termoeléctricas es un gas con elevado contenido de dióxido de carbono que, de no ser capturado, se dispersaría en la atmósfera como parte de las emisiones de gases de efecto invernadero. En cultivos *fototróficos*, es decir, que obtienen su energía de la luz, como los cultivos de algas que llevan a cabo la fotosíntesis, fijando de forma natural el dióxido de carbono y transformándolo mediante reacciones bioquímicas en carbono orgánico que forma aproximadamente el 40% en peso de la masa celular de las algas. De esta manera, el cultivo de algas puede contribuir a capturar el carbono que, de otra forma, contribuiría al efecto invernadero. Otro problema ambiental para el cual se ha propuesto el uso de las algas es el tratamiento de aguas residuales. Las aguas residuales provenientes del hogar, industrias y/o agricultura son una fuente rica en nitrógeno y fósforo, 'alimentos' indispensables para el crecimiento de las algas. Adicionalmente al beneficio ambiental, el uso de estas estrategias ayuda a reducir los costos de producción, ya que no es necesario comprar los nutrientes que requieren las algas para crecer.

Para obtener una cantidad considerable de biomasa de algas, éstas se tienen que "cultivar" de forma similar a los vegetales, pero, en lugar de usar una parcela de tierra, el cultivo de micro y macroalgas se realiza en grandes recipientes con un medio de cultivo consistente de agua en la que se disuelven los componentes que requiere el alga para crecer. Éstos son nutrientes idénticos a los que se usan como fertilizantes para el cultivo de plantas. Tomemos como ejemplo a las algas microscópicas o microalgas. Éstas son comúnmente cultivadas en largos



Sistema abierto al ambiente para el cultivo de microalgas y macroalgas en estanques tipo "pista de carreras".

estanques de poca profundidad, que, desde arriba, parecen pistas de carrera y que se encuentran abiertos al medio ambiente (figura 1). Se cultivan también en "fotobiorreactores", recipientes transparentes cerrados, cuando se requiere evitar el contacto directo entre el ambiente y el cultivo (figura 2), permitiendo el paso de la luz y con la "alimentación" de una corriente de gas que contiene dióxido de carbono. El cultivo de algas en estanques abiertos es más económico y sencillo en cuanto al diseño y material de construcción (generalmente concreto, resinas o diferentes tipos de plástico) y son relativamente fáciles de operar. Sin embargo, este sistema tiene las desventajas de depender de las condiciones climáticas (por ej. variaciones de temperatura durante el día, dilución de los cultivos por acumulación de agua cuando llueve o bien pérdida de agua evaporación de agua cuando la temperatura es elevada) y de que puede ser invadido por microorganismos e incluso por insectos y/u otros animales. Por su parte, los fotobiorreactores (figura 2) no sufren los problemas de contaminación de los estanques abiertos, ya que el cultivo no tiene contacto directo con el ambiente exterior, pero tienen la desventaja de ser más caros debido al diseño y modo de operación. Por esta razón, el uso de este tipo de sistemas se limita actualmente a la producción de biomasa para alimentación en la acuicultura y a la investigación para definir las mejores condiciones de cultivo, es decir aquellas que permiten encontrar estrategias y condiciones para lograr altas productividades de biomasa algal, para después usarlas en cultivos abiertos.

Desde los años 50's se había tenido la idea de producir combustibles a partir de algas, aunque en ese tiempo no resultaba económicamente viable, principalmente, porque los combustibles fósiles eran muy baratos y abundantes. En los años 70's la idea volvió a tomar importancia debido al encarecimiento de los combustibles derivados del petróleo. Sin embargo, por muchos años las algas continuaron siendo utilizadas especialmente para alimentación humana, como las algas que

nos comemos en el sushi o la "spirulina" que se producía en el lago de Texcoco, usada como complemento alimenticio los deportistas, en la acuicultura y en la obtención de algunos productos especializados como el polímero biológico conocido como "alginato" que usan los dentistas para tomar impresiones de nuestros dientes o el agar que se utiliza en los laboratorios de microbiología para generar una base semisólida para el crecimiento de muchos microorganismos. No obstante, fue hasta el 2008 que a las algas se les consideró nuevamente como una opción viable de cultivo para obtener biocombustibles, cuando los precios de los combustibles fósiles empezaron a elevarse hasta llegar a más de 130 dólares por barril de petróleo. A consecuencia de esto, en varias partes del mundo, la iniciativa privada y/o los gobiernos han estado invirtiendo muchos recursos para desarrollar biocombustibles a partir de algas. Tanto ha sido el interés por las algas que una de las empresas más importantes, la productora más grande de aviones -Boeing- ha realizado inversiones del orden de millones de dólares apostando por los biocombustibles a partir de algas. Esa inversión se debe al convencimiento de que el desarrollo de los combustibles de nueva generación a partir de algas es inaplazable. En el Instituto de Biotecnología de la UNAM, nuestro grupo de trabajo realiza investigación para desarrollar aplicaciones del cultivo de microalgas dentro del concepto de la biorefinería (ver la referencia [1]) y la figura 2 ejemplifica algunos de los sistemas de cultivo que hemos empleado en las pesquisas. En realidad, el uso de las algas en la producción de biocombustibles es bastante promisorio y ventajoso, dado que otros biocombustibles que actualmente se desarrollan en varios países provienen de cultivos vegetales empleados en la alimentación, como es el caso del bioetanol a partir de la caña de azúcar o del almidón de maíz. El cultivo de algas, a diferencia de estos recursos vegetales, no requiere del uso de tierras fértiles, no necesita lluvia, no requiere de grandes cantidades de agua además de que ésta se puede

reciclar, no se trata de un sistema de producción estacional como el de los vegetales, y, lo más importante en estos tiempos de escasez alimentaria, no compite por materias primas con los sistemas actuales de producción de alimentos. Frecuentemente, al pasar junto a un estanque de algas consideramos que sólo es agua sucia; sin embargo, las ventajas del cultivo de algas hará que la población se dé cuenta gradualmente de que constituye una opción atractiva en el mediano y largo plazos para la generación de biocombustibles en biorefinerías y para la resolución de problemas ambientales.

Actualmente, se utilizan diversas estrategias para seleccionar especies de algas con un mayor contenido de aceites, carbohidratos y/u otros componentes, y se mejoran las estrategias de cultivo y los procedimientos de cosecha y extracción de productos. Hay que recordar que adaptar a una especie a las necesidades de la humanidad no es tarea fácil. La domesticación de cultivos como el maíz y la soya llevaron cientos de años para poder

producirse en la forma masiva que permite la alimentación de cientos de millones de personas. En el caso de las algas, el objetivo es la 'biorefinería'. Un proceso sustentable y amigable con el medio ambiente que permitirá la obtención de biocombustibles, así como de varios productos de interés (pigmentos, alimento para ganado y peces, suplementos alimenticios, entre otros), a partir de la biomasa de diferentes algas.

Referencias

1. Daniela Morales Sánchez y Alfredo Martínez Jiménez, *Pintando de verde el futuro de los combustibles. Primera parte: importancia de las algas en la generación de los combustibles fósiles y de biorefinerías en el presente*, Unión de Morelos, 26 de agosto de 2013, p. 30, <http://bit.ly/197ZjYK>.



Sistemas cerrados al ambiente para el cultivo de microalgas en fotobiorreactores.

CARTELERA CINES

VIGENCIA: DEL VIERNES 30 DE AGOSTO AL JUEVES 05 DE SEPTIEMBRE DEL 2013.

DIANA
LOS ILUSIONISTAS DIG ING 11:30 / 13:50 / 18:40
EL CONJURO DIG ESP 16:00 / 21:00
CAZADORES DE SOMBRAS DIG ING 12:00 / 14:40 / 17:20 / 20:00 / 22:30
EL CONJURO DIG ING 12:10 / 14:30 / 17:00 / 19:40 / 22:00
CAZADORES DE SOMBRAS DIG ESP 11:00 / 13:40 / 16:20 / 19:00 / 21:40
EL CONJURO DIG ESP 12:30 / 14:50 / 17:10 / 19:30 / 22:10
ONE DIRECTION DIG ASI SOMOS 15:30 / 19:50 / 21:50
ONE DIRECTION DIG 3D ASI SOMOS 11:10 / 13:20 / 17:40
ARMADAS Y PELIGROSAS DIG 12:50 / 15:15 / 17:40 / 20:10 / 22:40
PERCY JACKSON 2 DIG ESP V-D 11:40 / 14:10 L-V 11:40
NO SE SI CORTARME LAS VENAS DIG V-D 16:40 / 19:20 / 21:30 L-V 14:10 / 16:40 / 19:20 / 21:30
LOS PITUFOS 2 DIG V-D 11:20 / 15:50 L-V 11:20
SON COMO NIÑOS 2 DIG ESP V-D 18:20 / 20:40 / 22:50 / L-V 15:50 / 18:20 / 20:40 / 22:50
JACARANDAS
SON COMO NIÑOS 2 DIG ESP 11:10 / 13:20 / 15:20 / 17:20 / 19:20 / 21:50
LOS ILUSIONISTAS DIG ESP 18:05 / 22:30
SON COMO NIÑOS 2 DIG ESP 11:50 / 14:00 / 16:05 / 20:20
ONE DIRECTION DIG 3D ASI SOMOS 11:00 / 13:00 / 15:00 / 17:00 / 19:00
JURASSIC PARK 3D ESP 21:00
CAZADORES DE SOMBRAS DIG ESP 11:00 / 13:30 / 16:00 / 18:30 / 21:20
CAZADORES DE SOMBRAS DIG ESP 12:15 / 14:45 / 17:15 / 19:45 / 22:40
EL CONJURO DIG ESP 11:00 / 13:15 / 15:30 / 17:45 / 20:00 / 22:15
EL CONJURO DIG ESP 12:00 / 14:20 / 16:30 / 18:45 / 21:30
ARMADAS Y PELIGROSAS DIG 11:15 / 13:35 / 15:55 / 18:15 / 20:35 / 22:55
ARMADAS Y PELIGROSAS DIG 12:40 / 15:15 / 17:35 / 19:55 / 22:20
NO SE SI CORTARME LAS VENAS DIG 22:50 / 18:35 / 20:45 / 22:50
DINOSAURIOS DIG 11:40 / 13:25 / 15:05 / 16:45
CINEMEX CUAUTLA
ARMADAS Y PELIGROSAS DIG 11:40 / 14:15 / 16:50 / 19:20 / 21:40
SON COMO NIÑOS 2 DIG ESP 11:20 / 13:40 / 15:50 / 18:10 / 20:30 / 22:45
ARMADAS Y PELIGROSAS DIG 12:40 / 15:10 / 17:40 / 20:15 / 22:30
JURASSIC PARK 3D ESP 22:10
ONE DIRECTION DIG 3D ASI SOMOS 12:00 / 14:00 / 16:00 / 18:00 / 20:00
EL CONJURO DIG ESP 11:05 / 13:20 / 15:40 / 18:05 / 20:20 / 22:40
EL CONJURO DIG ESP 12:05 / 14:20 / 16:40 / 19:05 / 21:20
CAZADORES DE SOMBRAS DIG ESP 11:10 / 13:50 / 16:30 / 19:10 / 21:50
CAZADORES DE SOMBRAS DIG ESP 12:10 / 14:50 / 17:30 / 20:10 / 22:50
LOS PITUFOS 2 DIG 12:25 / 14:30 / 16:45
SON COMO NIÑOS 2 DIG ESP 18:50 / 21:10 / 23:20
NO SE SI CORTARME LAS VENAS DIG 11:50 / 14:10 / 16:20 / 18:30 / 20:50 / 23:10
ONE DIRECTION DIG ASI SOMOS 11:00 / 13:00 / 15:00 / 17:00 / 19:00 / 21:00 / 23:00
LOS ILUSIONISTAS DIG ESP 12:20 / 14:40 / 17:10 / 19:30 / 22:00