# NOVEDOSO FOTOBIORREACTOR PARA EL CULTIVO MASIVO DE MICROALGAS

TECNOLOGÍA PATENTADA

**DATOS DE CONTACTO:**

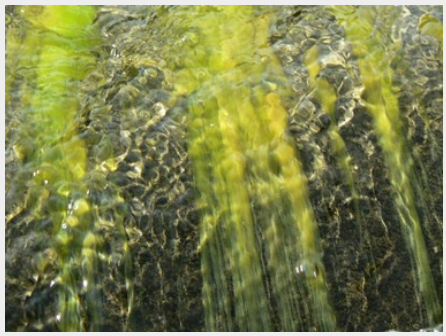
Relaciones con la Empresa
Oficina de Transferencia de Resultados de la Investigación-OTRI
Universidad de Alicante
Tel.: +34 96 590 99 59
Email: areaempresas@ua.es
http://innoua.ua.es

## RESUMEN

El grupo de investigación "Procesado y pirólisis de polímeros" de la Universidad de Alicante ha desarrollado un novedoso fotobiorreactor que permite cultivar de forma masiva cualquier tipo de microalga.

Frente a otros dispositivos comerciales, este equipo se caracteriza por su gran productividad, mejor aprovechamiento del $CO_2$, mejor transferencia de la luz al cultivo, agitación más eficaz y menores operaciones de limpieza y mantenimiento. Además, permite el escalado industrial y la automatización.

Se buscan empresas interesadas en adquirir esta tecnología para su explotación comercial.



## INTRODUCCIÓN

Las microalgas son organismos unicelulares presentes en diversos hábitats. Presentan una amplia variedad de formas y tamaños, y se caracterizan por su elevada capacidad fotosintética y de reproducción.
El aumento en los niveles de dióxido de carbono (CO2) en la atmósfera como consecuencia del consumo masivo de combustibles fósiles, ha llevado a la búsqueda de combustibles alternativos. En este sentido, las microalgas pueden emplearse como materia prima para la generación de biocombustibles:

1. Por un lado, los lípidos contenidos en las microalgas pueden utilizarse para producir biodiesel (mediante transesterificación). En determinadas condiciones de cultivo, se puede favorecer la acumulación de lípidos para maximizar la cantidad del biodiesel generado.

2. Por otro lado, la energía almacenada en los enlaces moleculares que componen la estructura de las microalgas, se libera cuando éstos se rompen:
   - Por combustión directa.
   - Mediante pirólisis: se obtiene biofuel (un combustible renovable y biodegradable, más limpio que el combustible fósil).

## DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Para el cultivo masivo de microalgas pueden emplearse distintos tipos de fotobiorreactores. Los verticales son compactos y sencillos de utilizar.

Actualmente, existen diversas configuraciones de reactores verticales:

- De columna de burbujas;

- Tipo air-lift con tubo de aspiración;

- Tipo air-lift con recirculación interna y tubos concéntricos constituido por módulos independientes (el principal inconveniente es que el remolino que forman las burbujas es menor que el diámetro del fotobiorreactor, por lo que las paredes de éste quedan recubiertas con las microalgas adheridas, impidiendo de este modo un paso óptimo de la luz).

- Con reactor sumergible, lo que permite un control económico de la temperatura del cultivo (el principal problema es el coste de construcción y la complejidad de uso, ya que se tienen que controlar gases como el oxígeno, que se acumula porque el recipiente es estanco).

La presente invención se ha desarrollado con el objetivo de superar las limitaciones técnicas anteriormente descritas y disponer de un fotobiorreactor con mejores prestaciones.

**Descripción de la tecnología:**

El presente fotobiorreactor combina el mecanismo de una columna de burbujas con el de tipo air-lift para conseguir una mayor producción de biomasa que ambos sistemas por separado.

En este sentido, se ha desarrollado un fotobiorreactor vertical de forma cilíndrica (rígido o flexible) con fondo plano o cónico fabricado en material transparente que reúne las condiciones óptimas para la transmisión de luz. El fotobiorreactor puede estar cerrado por una tapa superior transparente que evita que distintas sustancias (polvo, insectos, etc.) se introduzcan en el mismo, aunque la tapa no cierra herméticamente el recipiente, de modo que los gases pueden salir del mismo. También cuenta con al menos un conducto de recirculación interno ubicado en el fondo que permite combinar los efectos air-lift y columna de burbujas.

Para el óptimo crecimiento de las microalgas es necesario suministrar luz, aire y, en su caso, $CO_2$ para controlar adecuadamente el pH del medio de cultivo y que no alcance valores que pongan en peligro la supervivencia de las microalgas.

La inyección del aire y del $CO_2$ se realiza por la parte inferior del fotobiorreactor. La cantidad de $CO_2$ inyectada se controla mediante una sonda de pH con compensación interna de temperatura.

El fotobiorreactor cuenta también con un intercambiador de calor para mantener la temperatura óptima para el desarrollo de las microalgas.
Posibles configuraciones del sistema:

La primera de las configuraciones posibles es una modificación del air-lift convencional en el que la mezcla cultivo+gas, en lugar de ser introducida por la parte superior, se introduce a través de un conducto de recirculación no perforado situado en el fondo. De este modo, se consiguen mejorar dos aspectos:

- El aprovechamiento del $CO_2$ suministrado: el gas asciende hasta la parte superior del fotobiorreactor y tiene más tiempo para que se disuelva en el cultivo;

- Al tener una mejor agitación del cultivo, los gradientes (de temperatura, pH y concentración de nutrientes) son menores;

- La transferencia de luz es mejor.

Una configuración alternativa consiste en colocar diversos conductos de recirculación no perforados (véase Figura 1), consiguiendo así una agitación mayor y más homogénea, solucionando así los problemas que presenta el tipo air-lift (por ejemplo, el ensuciamiento de las paredes).

Otra configuración posible consiste en perforar el conducto de recirculación (véase Figura 2(a)), de esta forma, se introducen burbujas que ascienden formando un remolino. Las perforaciones deben tener un tamaño adecuado para que la entrada de las burbujas en el medio sea homogénea y se evite la muerte celular del cultivo que se incorpora nuevamente al fotobiorreactor debido al estrés hidrodinámico provocado por un incorrecto diámetro de la perforación. El número de perforaciones será suficiente para que la salida del gas que circula a su través sea uniforme. De esta manera, se consigue una agitación más homogénea, ya que las burbujas se distribuyen por todo el diámetro del fotobiorreactor. Por tanto, se consigue mejorar:

- El intercambio de microalgas entre zonas de luz y de oscuridad;

- La transferencia de luz al cultivo;

- Se mejora el control de los gradientes de: temperatura, pH y concentración de nutrientes;

- Se mejora el aprovechamiento del $CO_2$ (aumenta el tiempo de residencia del $CO_2$ en el medio de cultivo);

- Se evita la deposición de las microalgas en las paredes cuando el cultivo alcanza concentraciones elevadas.

Otra configuración alternativa consiste en colocar varios conductos de recirculación con múltiples perforaciones (véase Figura 2(b)), consiguiendo de este modo que el efecto de la agitación producida sea más uniforme a lo largo del fotobiorreactor.

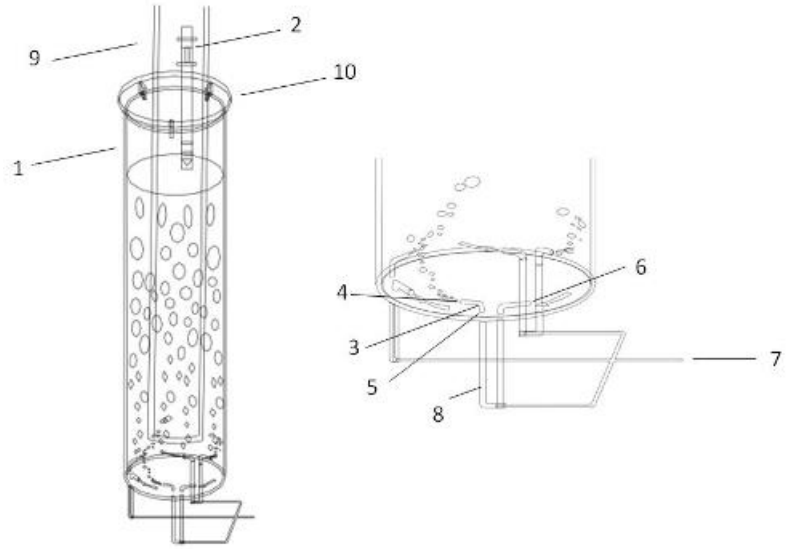



*Figura 1: Fotobiorreactor que dispone de tres conductos de recirculación no perforados situados en el fondo (incluye el detalle de la base)*

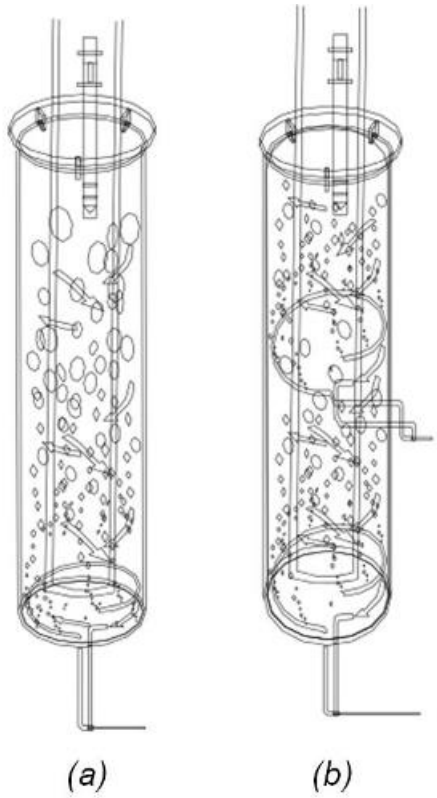



*Figura 2:*
*(a) Fotobiorreactor que dispone de un conducto de recirculación con múltiples perforaciones igualmente espaciadas*
*(b) Fotobiorreactor que dispone de dos conductos de recirculación con múltiples perforaciones distribuidos a lo largo del fotobiorreactor*

## VENTAJAS Y ASPECTOS INNOVADORES

• La agitación es mucho más eficaz, ya que se suman los efectos de ambos tipos de reactores (columna de burbujas y tipo air-lift), lo que permite un intercambio de microalgas entre zonas de luz y de oscuridad más rápido.

• Consigue una mejor transferencia de luz al cultivo, porque las burbujas generadas permiten una agitación directa del cultivo que dan lugar a una expansión del mismo.

• Mantiene la uniformidad en la distribución del gas en el sistema.

• Mejora la disolución de los nutrientes: el modo en que se inyecta el $CO_2$ para mantener el pH del cultivo permite aumentar el tiempo de residencia del $CO_2$ en el medio, consiguiendo así un mejor aprovechamiento de éste (debe atravesar todo el cultivo hasta alcanzar la superficie del mismo).

• Mejor control de las condiciones de cultivo (pH, temperatura, etc.).

• Se produce una menor adherencia de las microalgas en las paredes del fotobiorrreactor, lo que favorece el mayor aprovechamiento de la luz cuando el cultivo alcanza concentraciones elevadas, y apenas requiere operaciones de limpieza y mantenimiento.

• El consumo de $CO_2$ para alcanzar un crecimiento de microalgas adecuado se reduce notablemente respecto a otros sistemas. El mejor aprovechamiento de este nutriente respecto al reactor tipo air-lift convencional se debe a que el tiempo de residencia del $CO_2$ en el medio es superior: hay una mayor concentración disuelta de éste, y por tanto, una mayor disponibilidad para las microalgas. En la Figura 3 puede observarse cómo el número de inyecciones de $CO_2$ llevadas a cabo en un cultivo de Nannochloropsis oculata en un determinado intervalo de tiempo se reduce respecto a un reactor del tipo air-lift convencional.

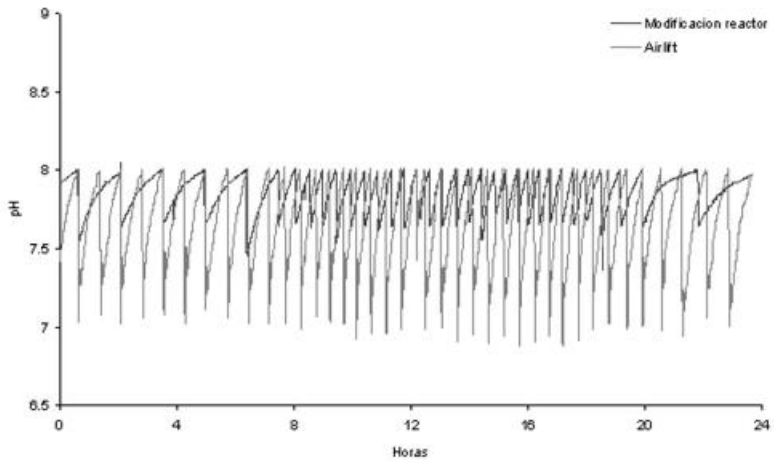



*Figura 3: comparación de los perfiles de pH empleando el fotobiorreactor descrito en esta invención y un reactor del tipo air-lift convencional*

• Por su diseño, permite el escalado a nivel industrial fácilmente.

• Diseño robusto y sencillo de instalar y operar (no se requiere experiencia técnica para su manejo).

• El mayor aprovechamiento de la luz solar, minimiza el consumo y gasto energético.

• Es automatizable (dispone de circuitos de aireación, circulación, alimentación y cosecha).

• Está termostatizado (para el crecimiento óptimo de las microalgas).

• Dispone de una sonda de pH automatizada para la inyección de $CO_2$.

• Permite cultivar cualquier especie de microalga (Chlorella, Nannochloropsis oculata, Nannochloropsis gaditana, Isochrysis aff. galbana, Spirulina platensis, Dunaliella salina, Odontella aurita, Phaedactylum tricornutum, Porphyridium cruentum, etc.).

• Se han optimizado las condiciones del cultivo de Nannochloropsis oculata, un tipo de microalga especialmente resistente a la contaminación (de hongos, levaduras, bacterias, virus, etc.).

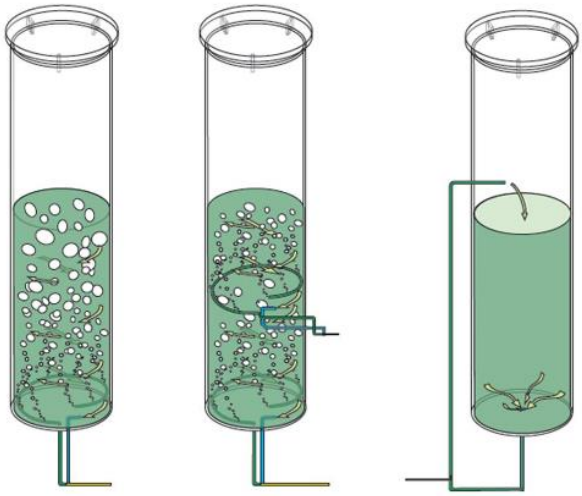
• Gran productividad.

## ESTADO ACTUAL

Actualmente, no existe ningún fotobiorreactor similar en el mercado, por lo que se trata de una tecnología con grades posibilidades de comercialización a nivel internacional.

El grupo de investigación ha desarrollado un prototipo que está disponible para su demostración experimental. Se trata de un fotobiorreactor de 30 litros cuya productividad es de 6 g/día.

Además, el grupo de investigación dispone de una planta piloto para llevar a cabo el escalado pre-industrial en reactores de hasta 500 litros (con una capacidad de producción de 100 g/día). También dispone de depósitos para agua marina, decantadores, equipos de filtración, liofilización y de caracterización molecular, pudiendo optimizar el cultivo de cualquier microalga.



*Esquema gráfico de los prototipos*

## APLICACIONES DE LA OFERTA

La presente invención consiste en un fotobiorreactor que combina el mecanismo de una columna de burbujas con el de tipo air-lift para conseguir una mayor producción de biomasa que ambos sistemas por separado a partir de microalgas.

Las microalgas presentan una alta eficiencia fotosintética, por lo que su crecimiento es mucho más rápido que el de las plantas superiores. En este sentido, las microalgas constituyen una materia prima muy interesante para la generación de biocombustibles.

Además de biomasa para producir biocombustibles, las microalgas se pueden emplear para obtener otras sustancias de gran valor industrial en distintos sectores: agroalimentario, farmacéutico, cosmético, etc. En función de la especie cultivada, se pueden obtener:

· Antibióticos

· Enzimas

· Proteínas

· Péptidos

· Pigmentos

· Vitaminas

· Biopolímeros

· Polisacáridos

· Ácidos grasos poliinsaturados

· Triglicéridos

· Lípidos esenciales

· Oxilipinas

· Antioxidantes

· Etc.

## COLABORACIÓN BUSCADA

Se buscan empresas interesadas en adquirir esta tecnología para su explotación comercial mediante:

· Acuerdos de licencia de la patente.

· Búsqueda de oportunidades de financiación para probar nuevas aplicaciones, implantarlo en planta piloto, adaptarlo a necesidades específicas, etc.

· Acuerdos en materia de transferencia de conocimiento.

## DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Esta tecnología se encuentra protegida mediante solicitud de patente.

· Número de solicitud: P201200903.

· Fecha de solicitud: 19/09/2012.

## SECTORES DE APLICACIÓN (7)

Agroalimentación y Pesca
Biología
Biología Molecular y Biotecnología
Farmacéutica, Cosmética y Oftalmológica
Ingeniería, Robótica y Automática
Tecnología Química
Transporte y Automoción