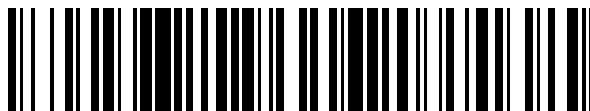


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 365 312**

21 Número de solicitud: 201000380

51 Int. Cl.:

**C12N 1/12** (2006.01)

**C12M 1/00** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación: **18.03.2010**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **29.09.2011**

Fecha de la concesión: **10.04.2012**

45 Fecha de anuncio de la concesión: **20.04.2012**

45 Fecha de publicación del folleto de la patente:  
**20.04.2012**

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE SEVILLA  
OTRI - PABELLÓN DE BRASIL, PASEO DE LAS  
DELICIAS S/N  
41013 SEVILLA, ES**

72 Inventor/es:

**GAÑAN CALVO, ALFONSO MIGUEL**

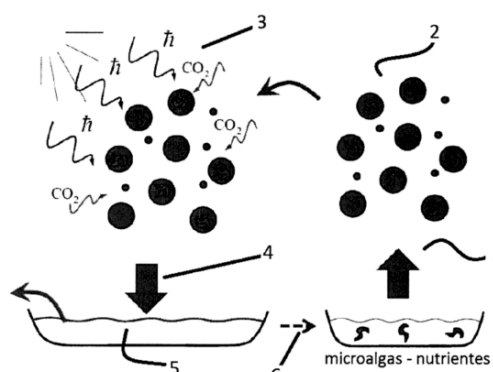
74 Agente/Representante:

**"No consta"**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE PRODUCCIÓN DE BIOMASA MEDIANTE EL USO DE AEROSOL  
ACUOSOS QUE CONTIENEN MICROORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS.**

57 Resumen:

Método de producción de biomasa mediante el uso de aerosoles acuosos que contienen microorganismos fotosintéticos que comprende una primera etapa de producción de aerosol (1) consistente en una suspensión acuosa de microorganismos fotosintéticos; y una segunda etapa de liberación del aerosol en un entorno aéreo atmosférico sometido a la radiación solar (3), de tal forma que dicha suspensión se mantenga el tiempo suficiente para que el rendimiento de producción de biomasa resulte positivo, recibiendo radiación solar y estando en contacto con el CO<sub>2</sub> atmosférico, realizando un proceso natural de generación de biomasa.



**FIG. 1**

**ES 2 365 312 B1**

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento de producción de biomasa mediante el uso de aerosoles acuosos que contienen microorganismos fotosintéticos.

La presente invención se encuadra dentro del campo técnico de la producción de biomasa para diversos usos y la retirada de CO<sub>2</sub> atmosférico. Dicha producción se propone realizarla en un entorno aéreo abierto y expuesto a la radiación solar, en donde pueda libremente entrar y salir el aire, pero en el que se pueda restringir la entrada o salida de aerosoles mediante cualquier método. En el entorno descrito se nebuliza de forma permanente una suspensión de microalgas u otros microorganismos fotosintéticos en forma de gotas que contienen uno o varios de dichos microorganismos, de tal forma que durante el tiempo que se mantienen en el aire las microgotas, reciban radiación solar y estén en contacto con el CO<sub>2</sub> atmosférico, realizando un proceso de generación de biomasa que se caracteriza por su elevada tasa de irradiación y superficie de contacto con el aire por unidad de volumen.

### Estado de la técnica anterior

Se desconoce por parte del inventor, experto en la materia de ningún método o procedimiento que contenga las características esenciales de la invención tal y como se describen a continuación.

### Explicación de la invención

Es un objeto de la presente invención un método de producción de biomasa mediante el uso de aerosoles acuosos que contienen microorganismos fotosintéticos. Los aerosoles son producidos a partir de una suspensión acuosa de dichos microorganismos que pueden tener los nutrientes necesarios para su desarrollo. Dichos aerosoles son liberados en un entorno aéreo atmosférico sometido a la radiación solar, y se mantienen en suspensión el tiempo suficiente para que el rendimiento de producción de biomasa resulte positivo. Para ello, el aerosol se libera de forma que describa una trayectoria global que maximice dicho tiempo de mantenimiento en suspensión, bajo la acción de las fuerzas gravitatorias e hidrodinámicas en el seno del aire. Adicionalmente, se pueden o no establecer corrientes forzadas de aire en el entorno, o favorecer las naturales, de forma que aumente el tiempo de suspensión y que el rendimiento energético del sistema se mantenga dentro de los parámetros de la sostenibilidad.

Es también un objeto de la presente invención un entorno de producción de microorganismos fotosintéticos mediante aerosoles en suspensión aérea obtenidos a partir de una suspensión acuosa de dichos microorganismos que puede contener nutrientes para su desarrollo. Dicha suspensión acuosa puede contener una o varias especies diversas y puede recibir también los aerosoles sedimentados.

También se considera un objeto de la presente invención un entorno considerado como un bosque artificial en el que el proceso de nebulización permanente genera ciclos bioquímicos repetitivos que pueden favorecer o establecer desarrollos direccionales, favoreciendo de forma selectiva a ciertas especies. En dicho entorno pueden también desarrollarse ecosistemas que pueden llegar, o no, a un régimen permanente, de manera que pueden ser favorecidos por algún tipo de acción artificial para que produzcan una determinada especie o producto biológico deseado.

Otro objeto de la presente invención es un método de cultivo de microorganismos fotosintéticos y de producción de biomasa mediante aerosoles en suspensión como el descrito anteriormente, para retirar CO<sub>2</sub> atmosférico o de un cierto efluente natural o artificial.

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra "comprende" y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y dibujos se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención. Además, la presente invención cubre todas las posibles combinaciones de realizaciones particulares y preferidas aquí indicadas.

### Breve descripción de los dibujos

Fig 1. Muestra una representación esquematizada del ciclo básico de producción de biomasa propuesto en la presente invención.

Fig 2. Muestra una representación esquematizada de un bosque artificial aéreo, objeto de la presente invención.

### Exposición detallada de modos de realización y ejemplos

Tal y como muestra la figura 1 el ciclo básico de producción de biomasa propuesto en la presente invención comprende una etapa de nebulización de una suspensión acuosa (1) de microorganismos fotosintéticos (2) que, opcionalmente, pueden comprender los nutrientes necesarios para el desarrollo de los microorganismos. Estos aerosoles (1) han sido liberados en un entorno aéreo atmosférico sometido a la radiación solar (3) y se mantienen en suspensión el tiempo suficiente para que el rendimiento de producción de biomasa resulte positivo. Posteriormente, los aerosoles con los microorganismos fotosintéticos (2) que, opcionalmente, pueden comprender los nutrientes necesarios para que el rendimiento de producción de biomasa resulte positivo. Posteriormente, los aerosoles (1) con los microorganismos fotosintéticos (2) sedimentan (4) y son recogidos (5) de tal forma que se establece una realimentación (6) con el cultivo original, para volver a ser nebulizado.

Dentro de esta realización, los aerosoles (1) se liberan de tal forma que describen una trayectoria ascendente y descendente que maximiza el tiempo de mantenimiento en suspensión, bajo la acción de las fuerzas gravitatorias e hidrodinámicas en el seno del aire.

En una realización particular, es posible establecer corrientes forzadas en el entorno aéreo, o favorecer las naturales, que aumentan el tiempo de suspensión de los aerosoles frente al resultante de la sedimentación en una atmósfera estática.

La suspensión acuosa puede contener una o varias especies diversas de microorganismos biológicos y una combinación de los aerosoles sedimentados, como anteriormente se ha indicado, así como nutrientes seleccionados para el desarrollo de dichos microorganismos fotosintéticos y de otros organismos biológicos que se encuentren en la suspensión acuosa.

El proceso de nebulización es mantenido durante periodos de tiempo muy largos en comparación con los tiempos típicos de suspensión aérea de una gota de aerosol, con lo cual dicho entorno genera ciclos bioquímicos repetitivos que pueden favorecer, potenciar

o establecer desarrollos biológicos selectivos, favoreciendo de manera selectiva a ciertas especies o la generación de productos biológicos determinados, y que pueden desarrollar ecosistemas que pueden alcanzar o no un régimen permanente.

Los ecosistemas generados pueden ser favorecidos por cualquier tipo de acción de artificial (es decir, una acción de cultivo) del grupo de control de temperatura, grado de humedad, pH de suspensión acuosa, concentración de óxidos de nitrógeno, azufre, hierro y sales de sodio, potasio, calcio y magnesio, para que, como se ha indicado, se favorezca el desarrollo de una

determinada especie o especies, así como la generación de un producto biológico determinado.

**Ejemplo**

5 En la figura 2 se muestra un ejemplo de aplicación práctica de la invención en un bosque artificial, donde un cultivo de algas en suspensión y nutrientes (21) es nebulizado (22) permanentemente en forma de aerosol, generando una nube (23) que absorbe la radiación solar (24) y el CO<sub>2</sub> (25) generando un alto rendimiento de biomasa, puesto que el aerosol que precipita (es decir, que sedimenta) es recogido en el cultivo (21) y nebulizado nuevamente.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**REIVINDICACIONES**

1. Método de producción de biomasa mediante el uso de aerosoles acuosos que contienen microorganismos fotosintéticos que se **caracteriza** porque comprende una primera etapa de producción de aerosol (1) consistente en una suspensión acuosa de microorganismos fotosintéticos; y una segunda etapa de liberación del aerosol en un entorno aéreo atmosférico sometido a la radiación solar (3), de tal forma que dicha suspensión se mantenga el tiempo suficiente para que el rendimiento de producción de biomasa resulte positivo, recibiendo radiación solar y estando en contacto con el CO<sub>2</sub> atmosférico, realizando un proceso natural de generación de biomasa.

2. Método de acuerdo con la reivindicación 1 que se **caracteriza** porque los aerosoles (1) se liberan describiendo una trayectoria descendente, o ascendente-descendente, maximizando el tiempo de mantenimiento en suspensión bajo la acción de las fuerzas

gravitatorias e hidrodinámicas en el seno del aire.

3. Método de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2 que se **caracteriza** porque se establecen corrientes de aire forzadas en el entorno aéreo, favoreciendo las naturales, de tal forma que se maximice el tiempo de suspensión frente al resultante de la sedimentación en una atmósfera estática.

4. Método de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, que se **caracteriza** porque la suspensión acuosa comprende, al menos, un componente seleccionado entre: (a) al menos una especie de organismo biológico; (b) aerosoles sedimentados; (c) una pluralidad de nutrientes seleccionados para el desarrollo de los microorganismos fotosintéticos; (d) nutrientes seleccionados para el desarrollo de otros organismos biológicos; o (e) una combinación de alguno de los anteriores.

5. Uso del método de las reivindicaciones 1 a 4 para la retirada del CO<sub>2</sub> atmosférico o procedente de un efluente artificial o natural.

5

10

15

20

25

30

35

40

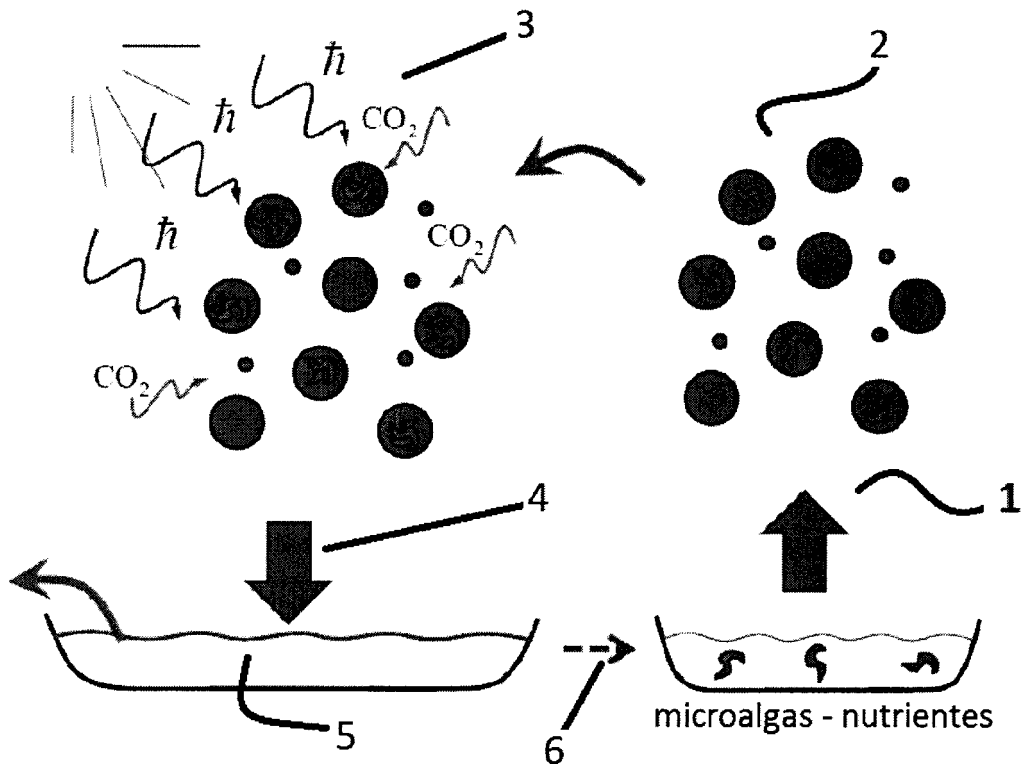
45

50

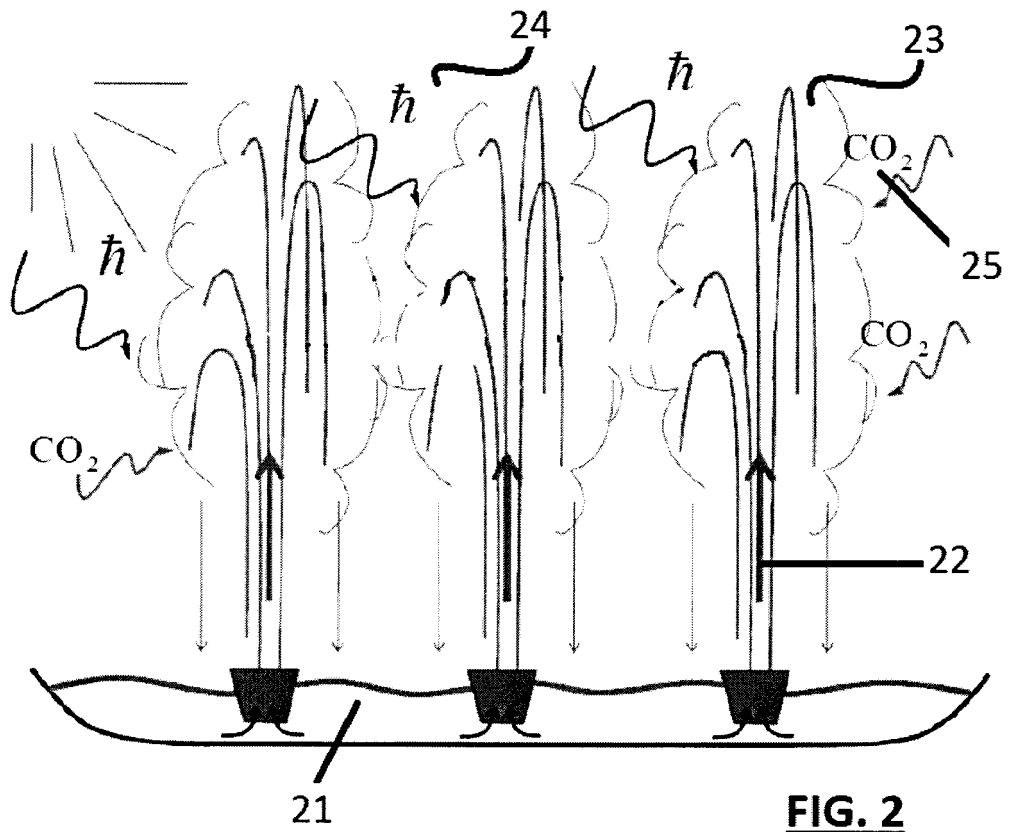
55

60

65



**FIG. 1**



**FIG. 2**



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201000380

②② Fecha de presentación de la solicitud: 18.03.2010

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **C12N1/12** (2006.01)  
**C12M1/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2008178739 A1 (LEWNARD JOHN J et al.) 31.07.2008, párrafos 0002-0005,0011,0025,0061,0082,0083,0086,0092,0093,0108,0109,0130; reivindicaciones 1,6-9,23; figuras 4,16,17,20.	1-5
X	SU 501719 A1 05.02.1976, figura 1 & Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE. Número de acceso SU-2016362-A.	1,2,4
A	SU 1055435 A1 (BRUSS NI PK I RYBNOGO KHOZ) 23.11.1983, figura 1 & Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE. Número de acceso SU-3311384-A.	1-5
A	WO 2009134114 A1 (HO TET SHIN) 05.11.2009, todo el documento.	1-5
A	ZEBIB, T. Microalgae Grown in Photobioreactors for Mass Production of Biofuel. 30.09.2008. Rutgers University. Department of bioenvironmental Engineering [en línea] [recuperado el 05.07.2011] Recuperado de internet: < <a href="http://www.water.rutgers.edu/Educational_Programs/Senior%20Design2008/Algae%20to%20Energy%20Report.pdf">http://www.water.rutgers.edu/Educational_Programs/Senior%20Design2008/Algae%20to%20Energy%20Report.pdf</a> >	1-5

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
06.07.2011

Examinador  
E. Ulloa Calvo

Página  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, BIOSIS, MEDLINE, NPL, XPESP, EMBASE, INSPEC, COMPDX

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 06.07.2011

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-5	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-5	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.



**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Doc.	Número Publicación o Identificación	Fecha Pub.
D01	US 2008178739 A1	31.07.2008
D02	SU 501719 A1	05.02.1976
D03	SU 1055435 A1	23.11.1983
D04	WO 2009134114 A1	05.11.2009
D05	ZEBIB, T. 30.09.2008. Rutgers University	30.09.2008

La solicitud describe un método de producción de biomasa mediante el uso de aerosoles acuosos con microorganismos fotosintéticos.

El documento D01 narra un método de producción de biomasa y de tratamiento de gases ricos en CO<sub>2</sub> por medio de un fotobiorreactor.

El documento D02 se refiere a un sistema de cultivo de microalgas.

El documento D03 menciona una instalación para el cultivo de microalgas que incluye un sistema de vaporización de la suspensión para mejorar la productividad.

El documento D04 detalla un sistema de cultivo en masa de microalgas que además puede ser empleado para capturar gases residuales (CO<sub>2</sub>). Consiste en una suspensión acuosa de microalgas con nutrientes que se proyecta hacia arriba por medio de unos tubos de aire para favorecer el contacto de las microalgas con la luz.

El documento D05 describe un método de producción de biomasa microalgal por medio de lagunas o fotobiorreactores, mediante suspensión acuosa de microalgas y nutrientes en un entorno con radiación solar y CO<sub>2</sub> inyectado (favorece el contacto).

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

**NOVEDAD Y ACTIVIDAD INVENTIVA (Art. 6.1 y 8.1 L.P.)**

La solicitud, en su primera reivindicación, describe un método de producción de biomasa que consiste en una primera etapa de producción de un aerosol formado por una suspensión acuosa de microorganismos fotosintéticos, y una segunda etapa de liberación del mismo en un entorno aéreo atmosférico y con radiación solar. Las reivindicaciones 2 y 3 hacen referencia a cómo efectúa la liberación (con qué trayectoria y empleando además una corriente forzada), la reivindicación 4 a otros componentes que lleva la suspensión, y la reivindicación 5 al uso del método para retirar CO<sub>2</sub> atmosférico o de otras procedencias.

Es sobradamente conocido en el estado de la técnica el cultivo de microalgas mediante una suspensión acuosa de las mismas, como método de producción de biomasa y captura de CO<sub>2</sub> procedente de distintas fuentes. El cultivo de microalgas suele realizarse en lagunas o fotobiorreactores, con la presencia de CO<sub>2</sub>, radiación solar y los nutrientes necesarios para que el cultivo prospere.

El documento del estado de la técnica más cercano se corresponde con D01.

El documento D01 se refiere a un método de producción de biomasa, así como un método de tratamiento de efluentes gaseosos (CO<sub>2</sub>), mediante la formación de una suspensión acuosa de microorganismos fotosintéticos (microalgas), incluyendo nutrientes, que opcionalmente puede ser vaporizada por medio de un spray, ya sea en trayectoria ascendente o descendente, sobre el entorno aéreo sometido a radiación solar, de forma que favorece el contacto gas/líquido. El gas (CO<sub>2</sub>) del entorno aéreo es sometido a una corriente de aire forzada.

La solicitud se ve anticipada por el documento D01, por lo que las reivindicaciones 1-5 carecen de novedad, y, por tanto, también de actividad inventiva, a la vista de este documento.

El documento D02 representa un sistema de cultivo de microalgas mediante el crecimiento de las mismas en una suspensión acuosa que incluye nutrientes e iluminación, cuya productividad se ve mejorada favoreciendo el contacto alga/iluminación/gas al hacer recircular la suspensión y esparcirla mediante un difusor (spray) en una trayectoria descendente.

Las reivindicaciones 1, 2 y 4 se ven afectadas por este documento, por lo que a la vista del mismo no cumplen con el requisito de novedad ni, por tanto, de actividad inventiva.