

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 974 382**

21 Número de solicitud: 202230971

51 Int. Cl.:

A01G 33/00

(2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

11.11.2022

43 Fecha de publicación de la solicitud:

26.06.2024

Fecha de concesión:

04.11.2024

45 Fecha de publicación de la concesión:

11.11.2024

73 Titular/es:

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA (100.0%)

Ctra. Sacramento s/n

04120 La Cañada de San Urbano (Almería) ES

72 Inventor/es:

ACIEN FERNÁNDEZ, Francisco Gabriel;

FERNÁNDEZ SEVILLA, José María;

GÓMEZ SERRANO, Cintia;

MORILLAS ESPAÑA, Ainoa;

PEÑA MARTÍN, José y

BERENGUEL MOYA, Luis Miguel

74 Agente/Representante:

ESCUDERO PRIETO, Nicolás E.

54 Título: **DISPOSITIVO DE LIMPIEZA PARA FOTOBIORREACTORES DE CULTIVO DE MICROALGAS, MÉTODO Y USO ASOCIADO**

57 Resumen:

Dispositivo de limpieza para fotobiorreactores de cultivo de microalgas, método y uso asociado.

La invención consiste en un dispositivo para la limpieza automática de cultivos de microalgas desarrollados en fotobiorreactores abiertos con un mínimo consumo de energía y coste. Comprende, esencialmente, un transportador, adaptado para disponerse parcialmente en el interior de un cultivo de microalgas y arrastrar el material de desecho presente en el mismo, y un elemento de retirada de material de desecho, dispuesto en cooperación con el transportador, para recoger el material de desecho arrastrado por el transportador. Gracias a esta configuración, el dispositivo de la invención reduce los problemas de contaminación típicos de este tipo de cultivos, consiguiendo no sólo una operación más estable y segura del fotobiorreactor, sino una mejora de la calidad de la biomasa producida y de la estabilidad del cultivo, y un aumento de la productividad en hasta un 20%.

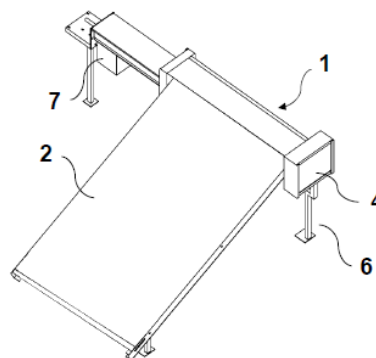


FIG. 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 974 382 B2

DESCRIPCIÓN**DISPOSITIVO DE LIMPIEZA PARA FOTOBIORREACTORES DE CULTIVO DE MICROALGAS, MÉTODO Y USO ASOCIADO**

5

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se enmarca en el campo de la producción de microalgas. Más concretamente, el objeto de la invención se refiere a un dispositivo de limpieza de material de desecho apto para su uso en fotobiorreactores abiertos para el cultivo masivo de estos microorganismos fotosintéticos, al método de limpieza utilizando dicho dispositivo, y al uso asociado al mismo.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15

Las microalgas son microorganismos unicelulares fotosintéticos con una eficiencia hasta cuatro veces superior a la de las plantas en la generación de materia orgánica ('biomasa') a partir de energía solar. Además, son altamente eficientes en la fijación del dióxido de carbono (CO₂) atmosférico, disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero. En los últimos años la producción masiva de estos microorganismos ha despertado un creciente interés debido a su rápida tasa de reproducción (1-10 días), alto contenido lipídico (más del 50% en peso en algunos casos) y bajos requerimientos de sustrato y espacio para su cultivo. Entre sus aplicaciones industriales cabe destacar la producción de biocombustibles, biofertilizantes, biocompuestos (ácidos grasos, pigmentos, vitaminas, antibióticos, productos farmacéuticos, etc.), nutracéuticos, y piensos para ganado y acuicultura, la depuración de aguas residuales, la absorción de CO₂, y la cosmética sostenible.

Los sistemas de cultivo abiertos o estanques (OPS, del inglés "*Open Pond System*"), con una profundidad de unos 20 a 50 cm y una superficie máxima de 10.000 m², son los más comunes para la producción comercial de microalgas al requerir una menor inversión, mantenimiento y consumo energético que los fotobiorreactores cerrados. Actualmente, el OPS más utilizado es el fotobiorreactor tipo '*raceway*', formado por canales de hormigón ovalados donde el cultivo se recircula y mezcla mediante un sistema de agitación (palas, propulsores, bombas de aire, etc.) para favorecer la estabilización del crecimiento y productividad de las microalgas. La mayor desventaja de estos sistemas es la facilidad

de contaminación del cultivo al estar en contacto directo con la atmósfera, ya sea por proliferación de bacterias, presencia de insectos, o restos de plástico o vegetación arrastrados por el viento, las aves o la acción humana. Ello afecta a la calidad de la biomasa, así como a la seguridad de operación del sistema por problemas mecánicos
5 derivados de obturaciones o atranques.

Una forma de minimizar estos problemas de contaminación consiste en la instalación de cubiertas transparentes, generalmente de plástico. Sin embargo, su uso repercute negativamente en la cantidad de radiación solar incidente en el cultivo y provoca una
10 mayor desorción de oxígeno y una reducción de la evaporación de agua, ocasionando el sobrecalentamiento del cultivo y, en consecuencia, una reducción de la productividad.

Como alternativa a estas cubiertas, se emplean mallas anti-insectos, las cuales permiten el flujo de aire a la vez que impiden la entrada de insectos portadores de enfermedades.
15 No obstante, la necesidad de estructuras de soporte y una limpieza periódica supone un encarecimiento de la instalación del reactor y una elevada mano de obra.

La limpieza manual de los cultivos de microalgas mediante mallas de filtración de diversos tamaños es habitualmente la estrategia más utilizada, aunque, al igual que las
20 mallas anti-insectos, requiere de una elevada mano de obra, sobre todo en el caso de instalaciones industriales de gran tamaño.

La presente invención propone una solución a las limitaciones mencionadas anteriormente mediante un novedoso dispositivo de limpieza para fotobiorreactores
25 abiertos destinados al cultivo de microalgas que permite una limpieza en continuo del cultivo, sin necesidad de mano de obra y con un mínimo consumo de energía y coste.

DESCRIPCIÓN BREVE DE LA INVENCION

30 A la luz de los problemas del estado de la técnica expuestos en la sección anterior, un primer objeto de la presente invención se refiere a un dispositivo de limpieza de material de desecho, apto para su uso en fotobiorreactores abiertos de cultivo de microalgas, que permite una limpieza en continuo del cultivo, sin necesidad de mano de obra y con un mínimo consumo de energía y coste (de aquí en adelante, "dispositivo de la invención").
35 Ventajosamente, el dispositivo de la invención comprende:

- un transportador, adaptado para disponerse parcialmente en el interior de un cultivo de microalgas y que comprende, a su vez:
 - una malla equipada con una pluralidad de orificios;
 - al menos un rodillo de tracción conectado a la malla; y,
 - unos medios de accionamiento conectados al rodillo de tracción;

donde los medios de accionamiento están configurados para hacer girar el rodillo de tracción y, en consecuencia, desplazar la malla respecto a dicho rodillo, arrastrando material de desecho desde el interior del cultivo de microalgas al exterior del mismo; y,

- un elemento de retirada de material de desecho, dispuesto en cooperación con el transportador y configurado para retirar el material de desecho arrastrado por la malla durante su desplazamiento. Dicha cooperación se interpreta tanto bajo la posibilidad de que el elemento de retirada de material de desecho esté en contacto con el transportador, aunque sin impedir el movimiento de la malla respecto al rodillo, como bajo la posibilidad de que el elemento de retirada de material de desecho y el transportador estén separados una distancia, si bien dicha distancia será inferior al tamaño del material de desecho, de forma que éste pueda ser retirado adecuadamente por el elemento de retirada de material de desecho.

Gracias a esta configuración, el dispositivo de la invención reduce los problemas de contaminación típicos de los cultivos de microalgas en fotobiorreactores abiertos, consiguiendo no sólo una operación más estable y segura del fotobiorreactor, sino una mejora de la calidad de la biomasa producida y de la estabilidad del cultivo, y un aumento de la productividad en hasta un 20%.

En el ámbito de interpretación de la presente invención, se entenderá por “microalga” cualquier microorganismo unicelular procariota o eucariota capaz de realizar fotosíntesis oxigénica. Por tanto, las cianobacterias se considerarán incluidas bajo dicho término en la presente invención.

Asimismo, se entenderá por “malla” cualquier tejido resultante del entrecruzamiento de filamentos de metal, fibra de carbono u otro material flexible o dúctil que pueda ser sumergido en un fluido sin degradarse o corroerse, comprendiendo, por tanto, una pluralidad de orificios de cualquier geometría.

Por último, se entenderá por “material de desecho” cualquier elemento contaminante de un cultivo de microalgas, como por ejemplo insectos muertos, caracoles, larvas, restos de plásticos o vegetación arrastrados por el viento, las aves o la acción humana hacia el interior del fotobiorreactor, e, incluso, parte de la biomasa floculada producida
5 (normalmente menos eficiente o muerta) que circula por la parte baja del fotobiorreactor.

En una realización preferente del dispositivo de la invención, el transportador comprende una cinta transportadora. Dicha cinta comprende una malla en forma de banda que se desplaza entre dos rodillos de tracción.

10

En otra realización preferente del dispositivo de la invención, la malla comprende orificios con un diámetro entre 1 y 10 mm. Así, se garantiza que cualquier tipo de los elementos contaminantes mencionados anteriormente sean arrastrados por la malla durante su desplazamiento sin alterar la biomasa producida.

15

En otra realización preferente del dispositivo de la invención, el elemento de retirada de material de desecho comprende un cepillo con una pluralidad de sectores helicoidales. De esta manera, una parte del cepillo siempre permanece en contacto con la superficie de la malla que se está limpiando, actuando de forma continua y sin sacudidas. Además,
20 la distancia entre los sectores del cepillo permite la retirada total del material de desecho arrastrado por la malla y evita cualquier posibilidad de obstrucción del cepillo o del rodillo de tracción, lo cual provocaría deterioro y daños en la malla.

En otra realización preferente del dispositivo de la invención, el transportador comprende
25 unos medios de soporte. Más preferentemente, dichos medios de soporte tienen una altura variable. De esta manera, la malla puede arrastrar material de desecho presente en el cultivo de microalgas no sólo a nivel superficial sino también a diferentes profundidades del mismo.

En otra realización preferente del dispositivo de la invención, dicho dispositivo comprende unos medios secundarios de accionamiento conectados al elemento de retirada de material de desecho. Preferentemente, los medios de accionamiento y/o los medios secundarios de accionamiento comprenden medios de accionamiento automático y, más preferentemente, comprenden un motor eléctrico con reductora para ajustar la
30 velocidad de giro del rodillo de tracción y/o del elemento de retirada de material de desecho.
35

En otra realización preferente del dispositivo de la invención, dicho dispositivo comprende, adicionalmente, un contenedor de material de desecho, conectado al elemento de retirada de material de desecho, para almacenar el material de desecho retirado de la malla mediante dicho elemento de retirada de material de desecho.

5

Un segundo objeto de la presente invención se refiere a un método de limpieza de material de desecho para fotobiorreactores abiertos de cultivo de microalgas mediante un dispositivo según cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento (de aquí en adelante, "método de la invención"). Ventajosamente, el método de la invención comprende la realización de las siguientes etapas en cualquier orden

10 técnicamente posible:

- disponer el transportador en el interior de un fotobiorreactor de manera que esté parcialmente sumergido en un cultivo de microalgas;
- arrastrar material de desecho desde el interior al exterior del cultivo de microalgas, haciendo girar el rodillo de tracción mediante los medios de accionamiento y, en consecuencia, desplazando la malla respecto al rodillo de tracción;
- retirar el material de desecho arrastrado por la malla durante su desplazamiento mediante el elemento de retirada de material de desecho.

20

En una realización preferente del método de la invención, el rodillo de tracción se hace girar mediante los medios de accionamiento, preferentemente un motor eléctrico con reductora, de tal manera que la malla se desplaza respecto al rodillo de tracción a una velocidad igual o inferior a 0.5 m/s. Esta velocidad permite minimizar la pérdida de carga de material de desecho durante el desplazamiento de la malla y facilitar su retirada mediante el elemento de retirada de material de desecho con la suficiente frecuencia como para evitar que dicho material se seque y quede adherido de forma irreversible a la malla.

30 En otra realización preferente del método de la invención, el elemento de retirada de material de desecho se hace girar a una velocidad igual o superior a 5 rpm mediante unos medios secundarios de accionamiento, preferentemente un motor eléctrico con reductora, para retirar el material de desecho arrastrado por la malla durante su desplazamiento antes de que este se seque y quede adherido irreversiblemente a la malla. Así, el dispositivo de la invención permite una limpieza automática y en continuo

35 del cultivo de microalgas, sin requerir mano de obra para su operación.

En otra realización preferente del método de la invención, dicho método comprende adicionalmente ajustar la altura de los medios de soporte. De esta manera, la malla arrastra el material de desecho presente en el cultivo de microalgas a diferentes profundidades del mismo.

5

En otra realización preferente del método de la invención, dicho método comprende adicionalmente:

- almacenar el material de desecho retirado por el elemento de retirada de material de desecho en un contenedor de material de desecho; y/o
- 10 - reciclar el material de desecho retirado por el elemento de retirada de material de desecho.

Un tercer objeto de la presente invención se refiere al uso de un dispositivo según cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento para la limpieza de fotobiorreactores abiertos destinados al cultivo de microalgas.

15

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 muestra una vista en perspectiva isométrica del dispositivo de la invención en una de sus realizaciones preferentes, donde dicho dispositivo comprende una cinta transportadora como transportador. Dicha cinta comprende a su vez una malla en forma de banda que se mueve entre dos rodillos de tracción a una velocidad ajustable.

20

Las Figuras 2a y 2b muestran varias vistas en perspectiva isométrica del dispositivo de la invención en otra de sus realizaciones preferentes. La malla del transportador no aparece representada para facilitar la visualización de los rodillos de tracción, así como del cepillo helicoidal como elemento de retirada de material de desecho.

25

REFERENCIAS NUMÉRICAS UTILIZADAS EN LAS FIGURAS

30

Con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características técnicas de la invención, la citada figura se acompaña de una serie de referencias numéricas donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se representa lo siguiente:

(1)	Transportador
(2)	Malla
(3)	Rodillo de tracción
(4)	Medios de accionamiento
(5)	Elemento de retirada de material de desecho
(6)	Medios de soporte
(7)	Medios secundarios de accionamiento

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Como se ha descrito en secciones anteriores, la presente invención se refiere, en primer lugar, a un dispositivo de limpieza automática de cultivos de microalgas desarrollados en fotobiorreactores abiertos para eliminar material de desecho que supere un cierto tamaño. En concreto, el dispositivo de la invención comprende:

- un transportador (1), adaptado para disponerse parcialmente en el interior de un cultivo de microalgas y que comprende, a su vez:

- una malla (2) equipada con una pluralidad de orificios, preferentemente con un diámetro entre 1-10 mm;
- al menos un rodillo (3) de tracción conectado a la malla (2); y,
- unos medios (4) de accionamiento conectados al rodillo (3) de tracción, preferentemente, un motor eléctrico con reductora;

donde los medios (4) de accionamiento están configurados para hacer girar el rodillo (3) de tracción y, en consecuencia, desplazar la malla (2) respecto al rodillo (3) de tracción, arrastrando material de desecho desde el interior del cultivo de microalgas hacia el exterior del mismo; y,

- un elemento (5) de retirada de material de desecho, dispuesto en cooperación con el transportador (1) y configurado para retirar el material de desecho arrastrado por la malla (2) durante su desplazamiento.

Gracias a esta configuración, el dispositivo de la invención permite una limpieza automática y en continuo de los cultivos de microalgas realizados en este tipo de fotobiorreactores, con un mínimo consumo de energía y coste al no requerir infraestructura ni mano de obra para su operación. Además, es independiente de la especie de microalga que se desee producir o su estado (libre o floculado), así como del reactor ("raceway" o de capa fina) o de la aplicación de la biomasa producida (consumo humano y/o animal, tratamiento de aguas residuales, biocombustibles, etc.), siendo el tamaño de partícula y la velocidad de retirada del material de desecho seleccionable

para cada caso concreto. Como se ha descrito anteriormente, en la presente invención se entenderá por “material de desecho” cualquier elemento contaminante del cultivo de microalgas; esto es, insectos muertos, caracoles, larvas, restos de plásticos o vegetación arrastrados por el viento, las aves o la acción humana hacia el interior del fotobiorreactor, e, incluso, parte de la biomasa floculada producida (normalmente menos eficiente o muerta) que circula por la parte baja del reactor.

La retirada de este tipo de materiales de desecho reduce los problemas de contaminación típicos de cultivos de microalgas desarrollados en reactores abiertos al estar en contacto directo con la atmósfera, mejorando no sólo la estabilidad y seguridad de operación del fotobiorreactor al reducirse los problemas mecánicos derivados de obturaciones o atranques, sino también la calidad de la biomasa producida, la estabilidad del cultivo y la productividad (en hasta un 20%).

El transportador (1), preferentemente una cinta transportadora, comprende una malla (2) en forma de banda que se desplaza entre dos rodillos (3) de tracción. El ancho de la malla es variable, pero siempre inferior al del canal del reactor abierto que se desea limpiar para poder disponer el transportador (1) en el interior del mismo. Opcionalmente, el transportador (1) puede comprender unos medios (6) de soporte con altura variable, de manera que la malla (2) pueda arrastrar material de desecho presente en el cultivo de microalgas no sólo a nivel superficial sino también a diferentes profundidades del mismo (Fig. 1).

El elemento (5) de retirada de material de desecho comprende, preferentemente, un cepillo de celdas semirrígidas dispuestas de manera helicoidal para favorecer la retirada del material de desecho arrastrado por la malla (2) durante su desplazamiento (Figs. 2a y 2b). Opcionalmente, el elemento (5) de retirada de material de desecho puede estar conectado a unos medios (7) secundarios de accionamiento automático y, más preferentemente, a un motor eléctrico con reductora para controlar la velocidad de giro del elemento (5).

Adicionalmente, el dispositivo de la invención puede comprender un contenedor de material de desecho, conectado al elemento (5) de retirada de material de desecho, para almacenar el material de desecho retirado por dicho elemento (5).

Un segundo objeto de la presente invención se refiere a un método de limpieza de material de desecho para fotobiorreactores abiertos de cultivo de microalgas mediante un dispositivo según cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento. Ventajosamente, el método de la invención comprende la realización de las siguientes

5 etapas en cualquier orden técnicamente posible:

- disponer el transportador (1) en el interior de un fotobiorreactor de manera que esté parcialmente sumergido en un cultivo de microalgas;
- arrastrar material de desecho desde el interior al exterior del cultivo de microalgas, haciendo girar el rodillo (3) de tracción mediante los medios (4) de accionamiento y, en consecuencia, desplazando la malla (2) respecto al rodillo de tracción;
- retirar el material de desecho arrastrado por la malla (2) durante su desplazamiento mediante el elemento (5) de retirada de material de desecho.

15 En una realización preferente del método de la invención, el rodillo (3) de tracción se hace girar mediante los medios (4) de accionamiento de tal manera que la malla (2) se desplace respecto al rodillo (3) de tracción a una velocidad igual o inferior a 0.5 m/s. Preferentemente, mediante un motor eléctrico con reductora. Esta velocidad permite minimizar la pérdida de carga de material de desecho durante el desplazamiento de la malla (2) y facilitar su retirada mediante el elemento (5) de retirada de material de desecho antes de que dicho material se seque y quede adherido irreversiblemente a la malla (2).

25 En otra realización preferente del método de la invención, el elemento (5) de retirada de material de desecho se hace girar a una velocidad igual o superior a 5 rpm mediante unos medios (7) secundarios de accionamiento para retirar el material de desecho arrastrado por la malla (2) durante su desplazamiento antes de que este se seque y quede adherido irreversiblemente a la malla (2); preferentemente, mediante un motor eléctrico con reductora.

30 En otra realización preferente del método de la invención, dicho método comprende adicionalmente ajustar la altura de los medios (6) de soporte para, así, arrastrar el material de desecho presente en el cultivo de microalgas a diferentes profundidades del mismo.

35

En otra realización preferente del método de la invención, dicho método comprende adicionalmente:

- almacenar el material de desecho retirado por el elemento (5) de retirada de material de desecho en un contenedor de material de desecho; y/o
- 5 - reciclar el material de desecho retirado por el elemento (5) de retirada de material de desecho.

Un tercer objeto de la presente invención se refiere al uso de un dispositivo según cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento para la limpieza de
10 fotobiorreactores abiertos destinados al cultivo de microalgas.

Ejemplo de realización

En un fotobiorreactor abierto tipo "raceway" de 100 m² se instaló una realización
15 preferente del dispositivo de la presente invención que se puso en marcha a las 9:00 AM. El transportador (1) del dispositivo comprendía una malla de 2 mm de paso de luz y 1 m de ancho, colocada desde la base del reactor a un ángulo de 45° respecto a la circulación del cultivo de microalgas. El rodillo (3) de tracción se hizo girar mediante los medios (4) de accionamiento de tal manera que la malla (2) se desplazaba respecto al
20 rodillo (3) a una velocidad de 0.2 m/s. La velocidad de giro del elemento (5) de retirada de material de desecho (un cepillo de tipo helicoidal) fue de 5 rpm.

Bajo estas condiciones y operando de manera continua durante 24 horas, el dispositivo de la invención recogió hasta 2 kg de material de desecho del cultivo de microalgas,
25 incluyendo hojas, caracoles e insectos, lo que supuso un 95% del material de desecho presente en el biorreactor. El dispositivo consumió una potencia eléctrica de 250 W.

La utilización del dispositivo propuesto permitió eliminar los bloqueos de las palas de circulación del cultivo, la necesidad de limpieza periódica de las sondas de nivel y
30 caudalímetro, así como mejoró las lecturas de los sensores de pH, oxígeno disuelto y temperatura instalados en el reactor. Más aún, se evitó la limpieza de la bomba de cosechado que se utiliza para la recolección de la biomasa del reactor. Por último, todos estos beneficios repercutieron en una mejora adicional de la productividad de biomasa, en más de un 20% en estado estacionario. Por tanto, el dispositivo de la invención
35 permite no sólo una operación más estable y segura del fotobiorreactor abierto, sino también un aumento de la productividad y estabilidad del cultivo.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de limpieza de material de desecho, apto para su uso en fotobiorreactores abiertos de cultivo de microalgas, **caracterizado por** que comprende:
 - 5 - un transportador (1), adaptado para disponerse parcialmente en el interior de un cultivo de microalgas y que comprende, a su vez:
 - una malla (2) equipada con una pluralidad de orificios;
 - al menos un rodillo (3) de tracción conectado a la malla (2); y,
 - unos medios (4) de accionamiento conectados al rodillo (3) de
 - 10 tracción;

donde los medios (4) de accionamiento están configurados para hacer girar el rodillo (3) de tracción y, en consecuencia, desplazar la malla (2) respecto al rodillo (3) de tracción, arrastrando material de desecho desde el interior del cultivo de microalgas hacia el exterior del mismo; y,
 - 15 - un elemento (5) de retirada de material de desecho, dispuesto en cooperación con el transportador (1) y configurado para retirar el material de desecho arrastrado por la malla (2) durante su desplazamiento.
2. Dispositivo según la reivindicación anterior, donde el transportador (1) comprende
 - 20 una cinta transportadora.
3. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde:
 - la malla (2) comprende orificios con un diámetro entre 1 y 10 mm; y/o
 - el elemento (5) de retirada de material de desecho comprende un cepillo con
 - 25 una pluralidad de sectores helicoidales.
4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el transportador (1) comprende medios (6) de soporte.
- 30 5. Dispositivo según la reivindicación anterior, donde los medios (6) de soporte tienen una altura variable.
6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente:
 - 35 - unos medios (7) secundarios de accionamiento conectados al elemento (5) de retirada de material de desecho; y/o

- un contenedor de material de desecho conectado al elemento (5) de retirada de material de desecho.

7. Dispositivo según la reivindicación anterior, donde los medios (4) de accionamiento y/o los medios (7) secundarios de accionamiento comprenden un motor eléctrico con reductora.

8. Método de limpieza de material de desecho para fotobiorreactores abiertos de cultivo de microalgas mediante un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, **caracterizado por** que dicho método comprende realizar los siguientes pasos en cualquier orden técnicamente posible:

- disponer el transportador (1) en el interior de un fotobiorreactor de manera que esté parcialmente sumergido en un cultivo de microalgas;
- arrastrar material de desecho desde el interior al exterior del cultivo de microalgas, haciendo girar el rodillo (3) de tracción mediante los medios (4) de accionamiento y, en consecuencia, desplazando la malla (2) respecto al rodillo (3) de tracción;
- retirar el material de desecho arrastrado por la malla (2) durante su desplazamiento mediante el elemento (5) de retirada de material de desecho.

9. Método según la reivindicación anterior, donde el rodillo (3) de tracción se hace girar mediante los medios (4) de accionamiento de tal manera que la malla (2) se desplaza respecto al rodillo (3) de tracción a una velocidad igual o inferior a 0.5 m/s.

10. Método según cualquiera de las reivindicaciones 8-9, donde el elemento (5) de retirada de material de desecho se hace girar mediante los medios (7) secundarios de accionamiento a una velocidad igual o superior a 5 rpm para recoger el material de desecho arrastrado por la malla (2) durante su desplazamiento.

11. Método según la reivindicación anterior, donde el elemento (5) de retirada de material de desecho comprende un cepillo con una pluralidad de sectores helicoidales.

12. Método según cualquiera de las reivindicaciones 8-11, que comprende adicionalmente ajustar la altura de los medios (6) de soporte.

13. Método según cualquiera de las reivindicaciones 8-12, donde el rodillo (3) de tracción y/o el elemento (5) de retirada de material de desecho se hace/n girar mediante un motor eléctrico con reductora.

5 14. Método según cualquiera de las reivindicaciones 8-13, que comprende adicionalmente:

- almacenar el material de desecho retirado por el elemento (5) de retirada de material de desecho en un contenedor de material de desecho; y/o
- reciclar el material de desecho retirado por el elemento (5) de retirada de

10

material de desecho.

15. Uso de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-7 para la limpieza de fotobiorreactores abiertos destinados al cultivo de microalgas.

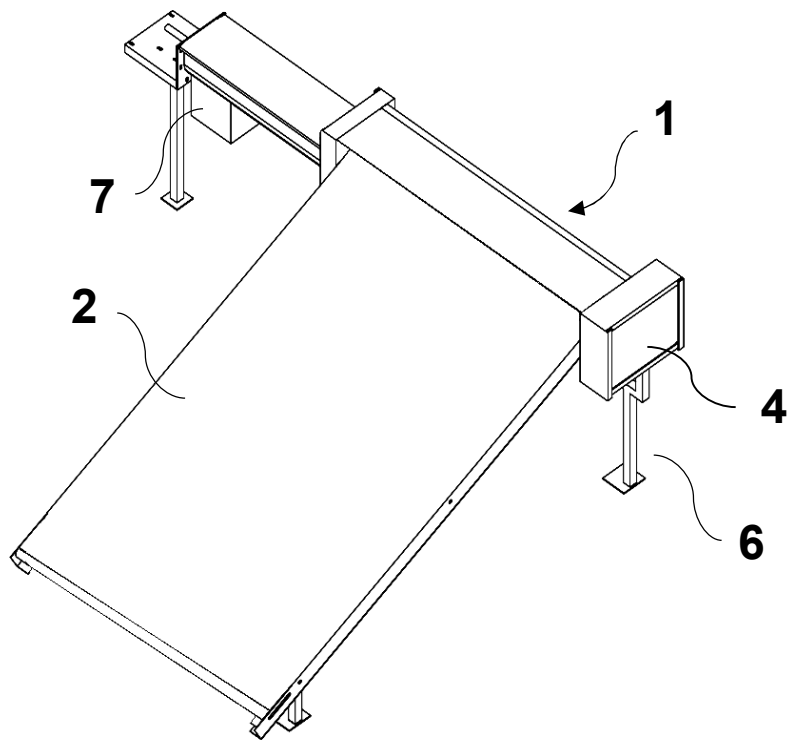


FIG. 1

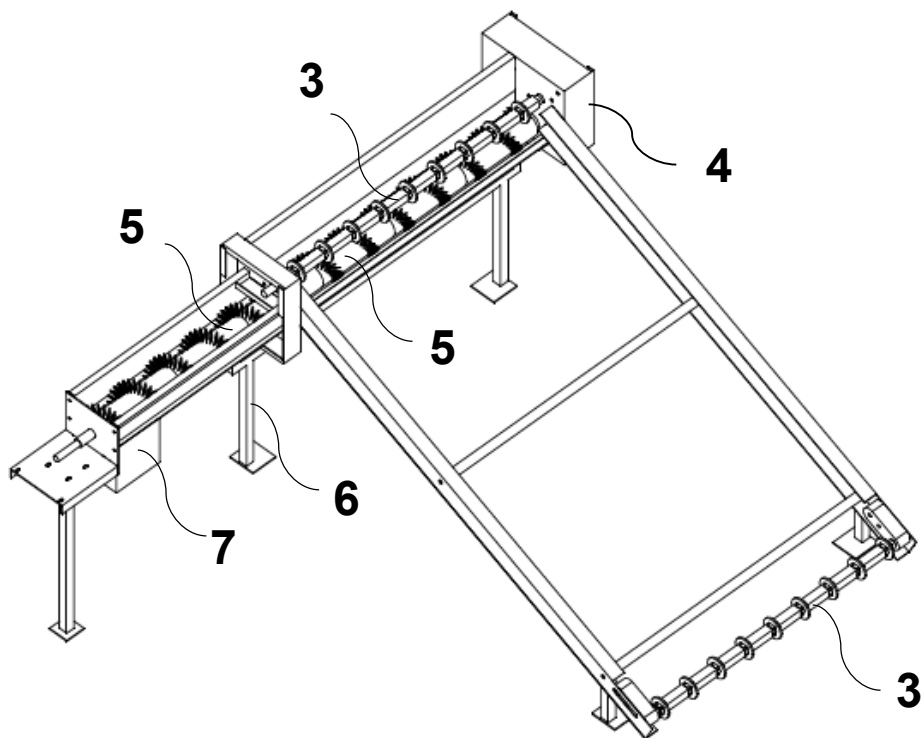


FIG. 2A

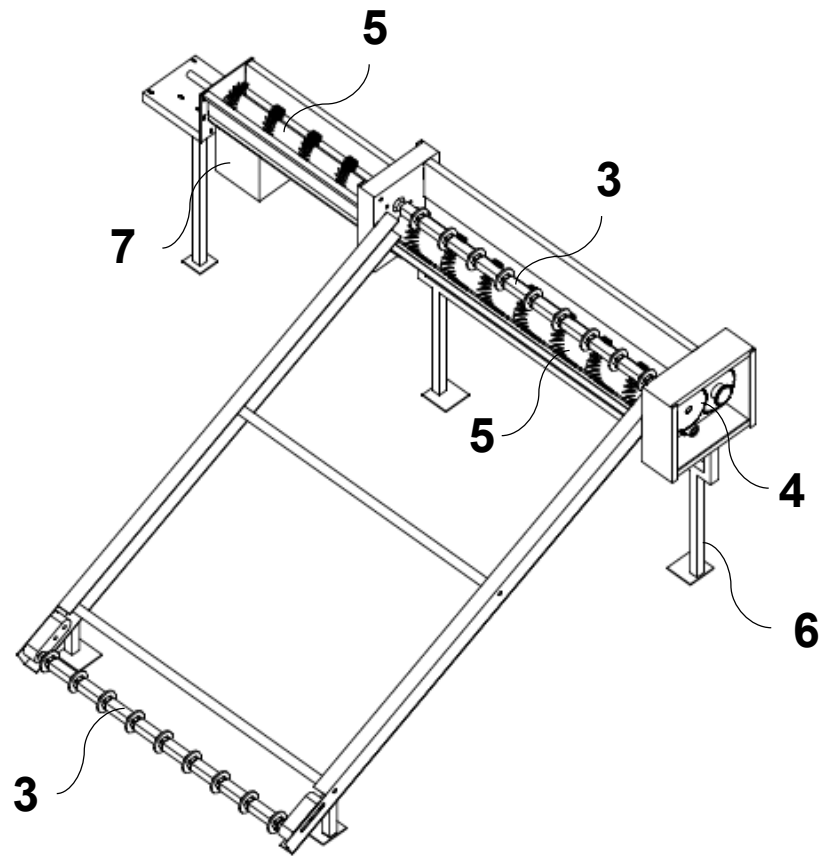


FIG. 2B