

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 019 212**

51 Int. Cl.:

**A01D 44/00** (2006.01)

**A01G 33/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.03.2019 PCT/IL2019/050251**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.09.2019 WO19171380**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.03.2019 E 19763222 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2025 EP 3761777**

54 Título: **Sistema y método de recolección de plantas acuáticas**

30 Prioridad:  
**07.03.2018 US 201862639570 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.05.2025**

73 Titular/es:  
**HINOMAN LTD (100.00%)  
Avraham Rozenman St. 632 POB 262  
8771102 Netivot, IL**

72 Inventor/es:  
**LAPIDOT, MIRI;  
SHANI, OREN y  
INBART, AMIT**

74 Agente/Representante:  
**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 3 019 212 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Sistema y método de recolección de plantas acuáticas

**5 Campo técnico**

Esta solicitud reivindica el beneficio de prioridad de la solicitud de patente provisional de EE. UU. Nº 62/639.570 presentada el 7 de marzo de 2018.

10 La presente invención se refiere a un sistema y método para recolectar plantas acuáticas y, más en particular, pero no exclusivamente, a un sistema y método para recolectar lenteja de agua de una masa de agua.

**Antecedentes de la invención**

15 Algunas plantas acuáticas, como la lenteja de agua y las algas acuáticas, son conocidas por su alto valor nutricional así como por su rápido crecimiento. Debido a estas cualidades existe un creciente interés en utilizar estas plantas acuáticas para diversas aplicaciones. Las aplicaciones conocidas incluyen la remediación del agua, la producción de bioenergía y, más recientemente, la aplicación alimentaria. Se sabe que la lenteja de agua tiene un rendimiento proteico relativamente alto; en comparación con la soja, por ejemplo, tiene un alto contenido de pigmento verde y además es una buena fuente de vitaminas y polifenoles.

20 La wolffia, también conocida como lemna, es un género conocido de lenteja de agua. Las wolffias son gibosas y flotan libres en superficies de agua dulce. La wolffia globosa es un ejemplo de especie de wolffia. Se sabe que la wolffia globosa crece en capas en la superficie de masas apacibles de agua dulce, como estanques, lagos y pantanos. Es una planta muy pequeña, de forma ovalada, sin hojas, tallos ni raíces. La wolffia globosa ha sido descrita como la planta con flores más pequeña del mundo, con 0,1-1 mm de diámetro. Al igual que otras wolffias, la planta es comestible y constituye un alimento nutritivo.

25 Aunque el potencial de las plantas acuáticas como la lenteja de agua y las algas acuáticas puede ser enorme, las dificultades relacionadas con la recolección suelen ser el mayor impedimento para el cultivo práctico y económico de estas plantas acuáticas.

30 La publicación de patente estadounidense Nº 2012/0117869 titulada "Cultivo, recolección y procesamiento de especies acuáticas flotantes con alta tasa de crecimiento" describe un aparato para cultivar una especie de lenteja de agua al aire libre. El aparato incluye un contenedor configurado para contener las especies de lenteja de agua en un medio de cultivo. El contenedor tiene una configuración de canalización que permite que el medio de cultivo fluya en un bucle continuo, un mecanismo de propulsión para provocar su movimiento, y un sensor configurado para supervisar el grosor de una capa flotante de la especie lenteja de agua. Un sistema de recolección incluye una correa transportadora configurada para descender hasta el medio de cultivo por debajo de la capa flotante de la especie lenteja de agua, y una desnatadora de superficie configurada para desnatar una superficie superior del medio de cultivo. También se describe que el sistema de recolección incluye un mecanismo para reciclar el medio de cultivo en el contenedor.

35 La patente estadounidense Nº 5.197.263 titulada "Método y aparato para recolectar plantas acuáticas", describe una recuperación de una suspensión de lenteja de agua de la masa de agua mediante el ajuste de un cabezal de alimentación que tiene una cámara de mezcla, y el cabezal de alimentación está próximo a la superficie de la masa de agua de modo que la lenteja de agua de la superficie de la masa de agua y el agua de la masa de agua fluyan hacia el cabezal de alimentación y la cámara de mezcla. La suspensión de lenteja de agua, compuesta por lenteja de agua y agua de la masa de agua, se transporta a una estación de deshidratación terrestre en la que se elimina la mayor parte del agua. El agua eliminada de la suspensión de lenteja de agua luego se devuelve a la masa de agua.

40 La publicación de patente japonesa JP H07 108107 A - Hitachi - 25 de abril de 1995 describe la eliminación continua de polvo sin reducir la eficiencia de filtración de aguas residuales mediante la eliminación de películas o fibras de un medio filtrante. El medio filtrante se sumerge en agua para limpiarla y se proporcionan medios para limpiar posteriormente la suciedad del filtro.

45 La solicitud de patente estadounidense Nº 2017/072345 A1- Syed et al. - 16 de marzo de 2017 describe la limpieza de un medio de microtamiz, como una correa en un tamiz de correa giratorio.

50 La solicitud de patente estadounidense Nº 2016/288027 A1 - Choi Yoeng Mo - 6 de octubre de 2016 describe un aparato de eliminación de algas verdes que flotan en el agua. Una unidad de criba extrae las algas del agua mientras gira, y las algas se limpian y recogen mediante unidades de limpieza y recogida.

55 El aparato comprende una primera y una segunda unidad de limpieza dispuestas para soplar aire con el fin de separar y eliminar las algas verdes. Una unidad de cepillo entra en contacto con la superficie exterior de la unidad de criba.

60 La EP 2 586 289 A1 - Canter Cremers Henri Carel Johan - 5 de marzo de 2013 describe un método y un sistema para

cultivar plantas acuáticas en la superficie de una masa de agua. Las plantas se cultivan en un recipiente al que se le suministra agua rica en nutrientes en un lugar determinado. El agua se extrae en otro lugar provocando el movimiento de las plantas acuáticas hacia una zona de recogida.

## 5 Resumen de la invención

La presente invención corresponde a un sistema y método para recolectar plantas acuáticas de manera continua en un medio de cultivo mientras se mantienen condiciones de crecimiento estables en el cultivo. En algunas realizaciones de ejemplo, la recolección se basa en desnatar una superficie de un medio de cultivo. De acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo, la recolección (o desnatado) se realiza sin alterar una superficie de cultivo flotante o sumergida de las plantas acuáticas, por ejemplo, sin romper la continuidad de una capa flotante o sumergida formada por las plantas acuáticas. Mantener la superficie de cultivo flotante (o sumergida) intacta durante la recolección es una ventaja, ya que puede reducir significativamente el potencial de contaminación por algas que puede ocurrir debido a la penetración involuntaria de luz. Según algunas realizaciones de ejemplo, el sistema y el método también permiten recolectar la planta acuática con poco residuo de medio líquido y, prácticamente, sin ningún daño mecánico a la planta acuática.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de recolección para recolectar plantas acuáticas en o flotando en un medio de cultivo, y el sistema comprende: un lecho de recolección configurado para circular dentro y fuera del medio de cultivo; un actuador configurado para hacer circular el lecho de recolección; un raspador ubicado contra el lecho de recolección y configurado para raspar las plantas acuáticas en el lecho de recolección; un canal configurado para transportar las plantas acuáticas retiradas por el raspador; y una cuba de recogida configurada para recibir las plantas acuáticas transportadas a través del canal.

El lecho de recolección es una placa y el actuador está configurado para girar la placa sobre un eje de rotación, donde el eje de rotación es perpendicular al lecho de recolección.

De manera opcional, la placa está sostenida fijamente sobre un eje y donde el actuador está configurado para girar el eje.

De manera opcional, el sistema incluye una pluralidad de placas sostenidas fijamente sobre un solo eje y donde el actuador está configurado para girar el eje.

Según el primer aspecto de la invención, la placa tiene forma de disco.

De manera opcional, la placa tiene un grosor de 1-15 mm.

De manera opcional, el sistema incluye una fase Z configurada para ubicar la placa a una altura deseada.

De manera opcional, el lecho de recolección es una correa.

De manera opcional, la correa es una correa sin fin que circula con un sistema transportador.

De manera opcional, la correa está configurada para sumergirse en el medio de cultivo de manera que una superficie de la correa sea paralela a una dirección de flujo en un tanque que contiene el medio de cultivo.

De manera opcional, el lecho de recolección es un rodillo.

De manera opcional, el raspador está fijo y la circulación del lecho de recolección está configurada para accionar el raspado de las plantas acuáticas.

De manera opcional, el raspador está unido fijamente a una canalización configurada para recoger las plantas acuáticas raspadas por el raspador.

De manera opcional, la canalización se inclina hacia el canal.

De manera opcional, el sistema incluye un par de raspadores ubicados contra cada una de las dos superficies planas opuestas del lecho de recolección.

De acuerdo con el primer aspecto de la invención, el sistema incluye una boquilla configurada para rociar fluido sobre una superficie del lecho de recolección, a una altura por encima de una posición del raspador, y una fuente de fluido configurada para suministrar fluido a la boquilla.

De manera opcional, el fluido es agua.

De manera opcional, el sistema incluye un par de boquillas configuradas para rociar fluido en cada una de dos

superficies opuestas del lecho de recolección.

De manera opcional, el sistema incluye un controlador configurado para controlar el caudal de circulación.

- 5 De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método para recolectar plantas acuáticas en o flotando en un medio de cultivo, y el método que comprende en: sumergir parcialmente un lecho de recolección en un medio de cultivo, y el medio de cultivo que comprende en plantas acuáticas; hacer circular el lecho de recolección dentro y fuera del medio de cultivo; raspar las plantas acuáticas adheridas al lecho de recolección a medida que el lecho de recolección se hace circular; canalizar las plantas acuáticas retiradas por el raspador hacia una cuba de recogida; y recoger las plantas acuáticas en la cuba de recogida.

De manera opcional, el lecho de recolección es una placa.

De manera opcional, el raspado se acciona en función de la rotación de la placa.

- 15 De acuerdo con el segundo aspecto de la invención, el método incluye rociar una parte de la placa por encima del raspador con un fluido.

De manera opcional, el método incluye alinear un borde de la placa con una dirección de flujo del medio de cultivo.

- 20 De manera opcional, el método incluye alinear una superficie de la placa en un ángulo agudo con respecto a una dirección de flujo del medio de cultivo.

- 25 De manera opcional, el método incluye sumergir parcialmente una pluralidad de placas en un medio de cultivo, donde la pluralidad de placas están desplazadas entre sí por una distancia definida y donde la pluralidad de placas giran sobre un mismo eje de rotación.

De manera opcional, el lecho de recolección es una correa sin fin que circula con un sistema transportador.

- 30 De manera opcional, el método incluye sumergir la correa sin fin en el medio de cultivo de manera que una superficie de la correa sea paralela a una dirección de flujo en un tanque que contiene el medio de cultivo.

De manera opcional, el método incluye alinear una superficie de la correa en un ángulo agudo con respecto a una dirección de flujo del medio de cultivo.

- 35 De manera opcional, el lecho de recolección es un rodillo.

De manera opcional, el método incluye ubicar un eje longitudinal del rodillo perpendicular a una dirección de flujo del medio de cultivo.

- 40 A menos que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y/o científicos utilizados en este documento tienen el mismo significado que comúnmente entiende una persona versada en la materia a la que pertenece la invención. Aunque se pueden utilizar métodos y materiales similares o equivalentes a los que aquí se describen en la práctica o ensayo de realizaciones de la invención, a continuación se describen métodos y/o materiales ejemplificativos. En caso de conflicto, prevalecerá la especificación de la patente, incluidas las definiciones. Además, los materiales, métodos y ejemplos son meramente ilustrativos y no pretenden ser necesariamente limitativos.

#### **Breve descripción de las distintas vistas de los dibujos**

- 50 A continuación se describen algunas realizaciones de la invención, sólo a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos (incluidas las imágenes). Con referencia específica ahora a los dibujos en detalle, se subraya que los detalles mostrados son a título de ejemplo y con fines de análisis ilustrativo de realizaciones de la invención. En este sentido, la descripción tomada de los dibujos pone de manifiesto para los expertos en la materia cómo pueden ponerse en práctica las realizaciones de la invención. En los dibujos:

- 55 la FIGURA 1 es un dibujo esquemático simplificado de un ejemplo de sistema de recolección de acuerdo con algunas realizaciones ejemplificativas;

- 60 la FIGURA 2 es un dibujo esquemático simplificado de un ejemplo de disco con un raspador y una boquilla de acuerdo con algunas realizaciones ejemplificativas;

la FIGURA 3 es una vista lateral de un ejemplo de sistema de recolección de acuerdo con algunas realizaciones ejemplificativas;

- 65 la FIGURA 4 es una vista superior de un ejemplo de sistema de recolección de acuerdo con algunas realizaciones ejemplificativas;

la FIGURA 5 es una imagen de un ejemplo de un par de discos sumergidos en un medio de cultivo de acuerdo con algunas realizaciones ejemplificativas;

5 la FIGURA 6 es una imagen de un ejemplo de unidad de canalización para dirigir las plantas a una cuba de recogida de acuerdo con algunas realizaciones ejemplificativas;

la FIGURA 7 es una imagen de un ejemplo de raspador con boquilla de riego de acuerdo con algunas realizaciones ejemplificativas;

10 la FIGURA 8 es un diagrama de flujo simplificado de un ejemplo de método para la recolección de acuerdo con algunas realizaciones ejemplificativas; y

15 la FIGURA 9 es un dibujo esquemático simplificado de otro ejemplo de sistema de recolección de acuerdo con algunas realizaciones ejemplificativas;

la FIGURA 10 es un diagrama de flujo simplificado de otro ejemplo de método para recolectar de acuerdo con algunas realizaciones ejemplificativas;

20 las FIGURAS 11A y 11B son dibujos esquemáticos simplificados, lateral y frontal, de otro ejemplo de sistema de recolección de acuerdo con algunas realizaciones ejemplificativas; y

las FIGURAS 12A y 12B son un ejemplo de prototipo del sistema de recolección de acuerdo con algunas realizaciones ejemplificativas.

25 **Descripción de realizaciones específicas de la invención**

La invención se refiere a un sistema de recolección que incluye un lecho de recolección que circula dentro y fuera del medio de cultivo.

30 El lecho de recolección es al menos una placa giratoria, por ejemplo un disco que está configurado para sumergirse parcialmente en el medio de cultivo de manera que corte la superficie del medio a medida que gira sobre su eje. A medida que el disco gira, las plantas acuáticas que flotan en o cerca de la superficie del medio de cultivo pueden adherirse a las superficies del disco. De manera opcional, las plantas acuáticas que se adhieren al disco pueden crecer completamente sumergidas en el medio de cultivo. La adherencia a las superficies del disco puede deberse a las propiedades de adherencia de la planta acuática y también puede deberse a la tensión superficial entre la planta y la superficie del disco. Según algunas realizaciones de ejemplo, el disco está montado sobre un eje o un árbol que gira con un motor. De manera opcional, es posible montar más de un disco en un eje. En algunas realizaciones de ejemplo, más de un eje, cada uno de ellos con uno o más discos, se pueden extender dentro del tanque con el medio de cultivo. En algunas realizaciones de ejemplo, el tanque incluye flujo en una dirección definida y los discos están orientados en una dirección del flujo de modo que las superficies de los discos son sustancialmente paralelas a una dirección del flujo. De esta manera, los discos no perturban el flujo a través del tanque y la capa que puedan formar las plantas acuáticas queda intacta.

45 El sistema de recolección incluye además un raspador que se acopla al disco por encima de una superficie del medio de cultivo y raspa las plantas acuáticas de las superficies del disco. El raspado puede accionarse mediante la rotación del disco. Las plantas acuáticas retiradas de las superficies del disco se conducen luego a través de un canal de recogida situado debajo del raspador hasta un tanque de recogida.

50 El sistema de recolección incluye además una boquilla rociadora que dirige un flujo de agua sobre las superficies del disco giratorio por encima del raspador. El flujo de agua puede ayudar a desprender la planta acuática de la superficie del disco y también puede proporcionar flujo para canalizar las plantas acuáticas recogidas a través del canal de recogida hasta el tanque de recogida.

55 Según algunas realizaciones de ejemplo del método, el lecho de recolección es una correa. En algunas realizaciones de ejemplo, la correa es parte de un sistema transportador que está parcialmente sumergido en el medio de cultivo. A medida que partes de la correa se sumergen en el medio de cultivo, las plantas acuáticas se adhieren a las superficies de la correa. Los raspadores colocados a lo largo de la correa por encima del medio de cultivo pueden raspar una superficie de la correa a medida que ésta avanza entre los tambores giratorios del sistema. El sistema incluye una o más boquillas que dirigen un flujo de agua sobre las superficies de la correa para ayudar a separar las plantas de la superficie de la correa. De manera opcional, la correa está orientada de forma que su superficie sea paralela a una dirección de flujo del medio de cultivo en el tanque. En esta orientación, el movimiento de la correa no rompe significativamente la capa formada por las plantas acuáticas.

65 Según realizaciones de la presente invención, el sistema de recolección proporciona una recolección continua del material flotante en una operación totalmente automatizada. De manera opcional, se puede controlar una velocidad a

la que se recolecta la planta acuática basándose en uno o más de los siguientes: el control de la profundidad a la que se sumerge el disco en el medio de cultivo, el control de la velocidad de rotación de los discos y la cantidad de discos que se utilizan para la recolección. De manera opcional, la recolección también puede controlarse modificando selectivamente un material del disco. En algunas realizaciones de ejemplo, se puede modificar un ángulo del disco giratorio para activar una mezcla del medio de cultivo. De manera opcional, el sistema de recolección puede colocarse en una curva en la dirección del flujo del medio de cultivo de modo que se forme un ángulo (un ángulo agudo) entre una dirección de flujo y una superficie del disco. De manera opcional, el ángulo puede estar comprendido entre 0 y 60 grados. De manera opcional, el sistema de recolección se ubica en un extremo redondeado de un tanque de canalización. Por ejemplo, los discos, que giran perpendicularmente a la superficie del agua, pueden colocarse en paralelo a la dirección del flujo, sin causar perturbaciones en el flujo de agua, o en un ángulo mínimo con respecto al flujo laminar, perturbando ligeramente el movimiento del agua y generando el efecto de mezcla deseado. De manera opcional, el ángulo en el que se ubica el disco con respecto a la dirección del flujo puede modificarse periódicamente para perturbar aún más el medio. De manera opcional, la mezcla puede ayudar a la dispersión de los nutrientes en el medio.

Según algunas realizaciones de ejemplo, el sistema de recolección está configurado para ser un sistema autorregulado. La cantidad de plantas capaces de adherirse a un disco giratorio puede ser directamente proporcional a la densidad de plantas acuáticas en el estanque. De manera opcional, el sistema de recolección puede incluir un sensor configurado para detectar la densidad del material adherido al disco giratorio. De manera opcional, el sensor incluye una cámara que está configurada para capturar imágenes de la superficie del disco a medida que se sumerge en el medio de cultivo.

Antes de explicar en detalle al menos una realización de la invención, se debe entender que la invención no está necesariamente limitada en su aplicación a los detalles de construcción y la disposición de los componentes y/o métodos expuestos en la siguiente descripción y/o ilustrados en los dibujos y/o los ejemplos. La invención es susceptible de otras realizaciones o de ser practicada o llevada a cabo de diversas maneras.

Se hace referencia ahora a la FIGURA 1 que muestra un dibujo esquemático simplificado de un ejemplo de sistema de recolección de acuerdo con algunas realizaciones ejemplificativas. Un sistema de recolección 100 incluye un disco 150 que proporciona dos superficies opuestas en las que las plantas acuáticas 120 pueden adherirse cuando el disco 150 se sumerge en un tanque 110 en el que las plantas acuáticas 120 se cultivan en un medio de cultivo 115. El disco 150 puede estar sostenido por un eje o árbol 160 acoplado fijamente a un centro del disco 150 y puesto en rotación sobre su eje longitudinal con el motor 165. El disco 150 puede sumergirse parcialmente en el tanque 110 en una orientación sustancialmente vertical, de modo que un borde del disco 150 corte la masa de agua a medida que el disco 150 gira sin interrumpir sustancialmente la continuidad de una capa flotante o sumergida formada por plantas acuáticas 120. En algunas realizaciones de ejemplo, el tanque 110 puede incluir un flujo inducido en un canal definido y el disco 150 puede estar orientado en el tanque 110 de modo que su superficie sea paralela a una dirección del flujo. Como alternativa, el disco 150 puede estar orientado en el tanque 110 de modo que su superficie esté en ángulo con respecto a una dirección del flujo. De manera opcional, la inclinación del disco 150 con respecto a una dirección de flujo induce la mezcla del medio de cultivo.

Un raspador 130 está ubicado para acoplarse a cada una de las superficies 150A y 150B del disco 150 a una altura por encima de la superficie del medio de cultivo 115 en el tanque 110 y raspa las plantas 120 recogidas en el disco 150. A medida que el disco 150 continúa girando, una sección del disco 150 que ha sido raspada con el raspador 130 se sumerge nuevamente en el medio de cultivo y proporciona un área limpia en la que pueden adherirse plantas 120 adicionales. Las plantas 120 raspadas del disco 150 pueden recogerse en una canalización 134 y canalizarse a través de un canal 136 hacia una cuba de recogida 138.

El sistema de recolección 100 incluye además una boquilla 140 conectada a una fuente de agua 145 que rocía fluido 142, por ejemplo agua, sobre una superficie del disco 150 por encima del raspador 130. La boquilla 140 se puede instalar para cada una de las dos superficies del disco 150. El fluido 142 puede ayudar a desprender las plantas 120 del disco 150 de manera suave para evitar daños mecánicos a las plantas 120. De manera opcional, el desprendimiento se basa en que el fluido 142 se rocía sobre el disco 150 y el raspador 130 proporciona una superficie que dirige las plantas 120 desprendidas con el fluido 142 hacia la canalización 134. La boquilla rociadora puede rociar una fina capa de agua u otro fluido que pueda ayudar a desprender las partes de la planta del disco sin crear un flujo de derrame. De este modo, las plantas pueden recolectarse con poco líquido adicional.

Según algunas realizaciones de ejemplo, el funcionamiento del sistema de recolección 100 está automatizado y el funcionamiento automatizado está controlado por un controlador 200. El controlador 200 puede incluir una interfaz de usuario desde la que un usuario puede modificar selectivamente los parámetros de funcionamiento de la recolección 100. De manera opcional, los parámetros de funcionamiento del sistema 100 pueden controlarse en función de uno o más sensores 145. En algunas realizaciones de ejemplo, el sensor 145 puede incluir un sistema de imágenes y un procesador y el sensor 145 puede detectar la densidad de plantas en el disco 150. La densidad se puede detectar según la salida del sistema de imágenes. En algunas realizaciones de ejemplo, el controlador 200 puede controlar una tasa de recolección basándose en el control de una velocidad de rotación del eje 160, de acuerdo con el control de una profundidad a la que el disco 150 está sumergido en el medio de cultivo 115 con plantas 120, y también puede

controlarse basándose en el control del caudal del medio de cultivo 115 en el tanque 110. En algunas realizaciones de ejemplo, el eje 160 y el motor 165 pueden apoyarse en un soporte 162 que puede ajustarse en altura, por ejemplo, con una etapa de eje Z para modificar la profundidad de inmersión del disco 150.

5 En algunas realizaciones de ejemplo, el disco 150 puede tener un diámetro de 30 a 150 cm, por ejemplo, 80 cm, y puede estar sumergido a una profundidad de 5 a 20 cm o de 15 a 20 cm. El disco 150 puede seleccionarse para que sea lo suficientemente delgado como para evitar la creación de aberturas a través de una capa formada con plantas 120, manteniendo al mismo tiempo la estabilidad mecánica. De manera opcional, el grosor del disco 150 puede ser de 2 a 10 mm, por ejemplo, de 4 a 6 mm o de 4 mm. El disco 150 puede estar hecho de acero inoxidable, por ejemplo, 10 acero inoxidable 304, un polímero, por ejemplo, polietileno o difluoruro de polivinilideno u otro material que pueda proporcionar una tensión superficial adecuada para la acumulación de la planta 120.

En algunas realizaciones de ejemplo, el sistema de recolección 100 puede incluir una pluralidad de estaciones alrededor del tanque 110. Cada estación puede incluir un disco 150 con raspadores 130 y boquillas 140 sostenido por el eje 160 y girado por un motor 165. Cada estación puede incluir también canalizaciones específicas 134, canales 136 y una cuba de recogida 138 específica. Como alternativa, las plantas 120 recogidas de una pluralidad de estaciones diferentes pueden canalizarse a una cuba de recogida 138 común.

20 Se hace referencia ahora a la FIGURA 2 que muestra un dibujo esquemático simplificado de un ejemplo de disco con raspador y boquilla de acuerdo con algunas realizaciones ejemplificativas. Según algunas realizaciones de ejemplo, el disco 150 está parcialmente sumergido en un medio de cultivo 115 que incluye una capa de plantas 120. Las plantas 120 pueden ser, por ejemplo, una capa flotante (o sumergida) de plantas acuáticas. A medida que el disco 150 gira sobre de su eje 170, las plantas 120 en el medio de cultivo 115 se adhieren a las superficies del disco 150, por ejemplo, a la superficie 150A y forman un anillo de biomasa. La anchura W del anillo está definida por la profundidad D a la que el disco 150 está sumergido en el medio de cultivo 115.

Según algunas realizaciones de ejemplo, un raspador 130 se coloca contra la superficie 150A y recoge las plantas 120 acumuladas en la superficie 150A a medida que el disco 150 gira. En algunas realizaciones de ejemplo, la boquilla 140 rocía agua sobre la superficie 150A justo encima del raspador 130 para separar suavemente las plantas 120 de la superficie 150A. De manera opcional, la boquilla 140 rocía el fluido 142 a una altura de aproximadamente 2 a 10 cm por encima del raspador 130. De manera opcional, el fluido 142 rociado por la boquilla 140 es agua o una solución a base de agua que pueda ayudar a separar las plantas 120 de la superficie 150A. El fluido suministrado por la boquilla 140 también puede proporcionar flujo para transportar las plantas 120 desde la canalización 134 a través del canal 136. A medida que el disco 150 gira, una parte 151 de la superficie 150A que se limpia con el raspador 130 se sumerge nuevamente en el medio de cultivo 115 y recoge más plantas 120. Se puede realizar un proceso similar en una superficie opuesta a la superficie 150A.

Se muestra que el raspador 130 está ubicado en ángulo con respecto a una dirección radial en la superficie 150A pero, como alternativa, puede estar alineado con la dirección radial. De manera opcional, el tamaño del raspador 130 está calculado para que se extienda sobre una parte sustancial del radio del disco 150 e incluyendo la anchura W.

45 Se hace referencia ahora a la FIGURA 3 que muestra una vista lateral de un ejemplo de sistema de recolección y a la FIGURA 4 que muestra una vista superior del ejemplo de sistema de recolección, ambos de acuerdo con algunas realizaciones ejemplificativas. Según algunas realizaciones ejemplificativas, un sistema de recolección 101 puede incluir una pluralidad de discos 150 que están opcionalmente sostenidos y girados por un eje común 160. Se pueden instalar un par de raspadores 130 y canales de recogida 134 en cada uno de los discos 150. En algunas realizaciones de ejemplo, las plantas 120 recogidas en cada una de las cubetas 134 se dirigen hacia un canal 136 que continúa transportando las plantas recolectadas a una cuba de recogida. De manera opcional, los discos 150 pueden colocarse en el eje 160 con un espacio de 50-800 mm, por ejemplo, 500 mm entre ellos. La distancia entre los discos 150 se puede seleccionar en función del tamaño del tanque en el que están sumergidos, una tasa de recolección deseada, y en función de las características de crecimiento de la capa de plantas acuáticas 120.

55 Se hace referencia ahora a la FIGURA 5 que muestra una imagen de un par de discos de ejemplo sumergidos en un medio de cultivo, y a la FIGURA 6 que muestra una imagen de una unidad de canalización de ejemplo para dirigir las plantas a una cuba de recogida, ambas de acuerdo con algunas realizaciones ejemplificativas. Según algunas realizaciones de ejemplo, el sistema de recolección 101 incluye dos discos 150 apoyados sobre un eje común 160. Cada disco 150 está instalado con un par de raspadores 140 y un par de boquillas 140, uno en cada superficie del disco 150. Cada uno de los raspadores 130 y boquillas 140 puede estar fijado a una canalización 134 que recoge las plantas 120. De manera opcional, la canalización 134 está inclinada para que las plantas recogidas puedan derramarse hacia un canal 136 en función de la fuerza de gravedad. De manera opcional, un flujo de agua dirigido, una correa transportadora u otros medios mecánicos pueden empujar las plantas recogidas hacia el canal 136. En algunas realizaciones de ejemplo, las canalizaciones 134 pueden estar unidas y sostenidas por el canal 136, que puede extenderse generalmente paralelo al eje 160 hacia un borde del tanque 110 y una cuba de recogida 138. El canal 136 puede estar sostenido por el bastidor 164 ubicado en posición adyacente al tanque 110. De manera opcional, el bastidor 162 puede incluir una estructura que se extiende sobre el tanque 110 para sostener aún más el canal 136, así como otros elementos del sistema de recolección. El canal 136 y la canalización 134 pueden estar hechos de aluminio u otro

material ligero. De manera opcional, se pueden colocar columnas en el tanque 110 para sostener elementos del sistema de recolección 101. En algunas realizaciones de ejemplo, el bastidor 162 está montado en una etapa de eje Z (vertical) con la que el eje 160 puede elevarse o bajarse selectivamente para ubicar los discos 150 a una profundidad de inmersión deseada.

5

Se hace referencia ahora a la FIGURA 7 que muestra una imagen de un ejemplo de raspador con boquilla de riego de acuerdo con algunas realizaciones ejemplificativas. En algunas realizaciones de ejemplo, el raspador 130 puede incluir un filo 131. De manera opcional, el raspador 130 con filo 131 está hecho de acero inoxidable o aluminio. En otras realizaciones de ejemplo, el filo 131 puede estar formado a partir de un material elástico. El raspador 130 se instala de manera que el filo 131 toque la superficie del disco 150 sin interferir sustancialmente con la rotación del disco 150. El filo 130 puede estar fijado a la canalización 134 de manera que las plantas 120 raspadas del disco 150 con el raspador 130 puedan ser recogidas y canalizadas al canal común 136 que, generalmente, puede correr paralelo al eje 160 pero en un ángulo, para proporcionar un flujo de plantas 120 con fuerza de gravedad. En algunas realizaciones de ejemplo, el cabezal de la boquilla 140 está unido de forma fija a la canalización 134, por ejemplo, con una abrazadera, y está colocado con una orientación en la que la boquilla 140 rocía fluido 5-15 cm por encima del raspador 130, y generalmente perpendicular a la superficie 150A. De manera opcional, al rociar con la boquilla 140 se aflojan las plantas 120 de la superficie 150A para que las plantas puedan caer en la canalización 134.

10

15

20

25

Se hace referencia ahora a la FIGURA 8 que muestra un diagrama de flujo simplificado de un ejemplo de método para la recolección de acuerdo con algunas realizaciones ejemplificativas. Según algunas realizaciones de ejemplo, un disco apoyado sobre un eje está parcialmente sumergido en un medio de cultivo en el que se están cultivando plantas acuáticas (bloque 810). En algunas realizaciones de ejemplo, el disco está sumergido con una orientación generalmente vertical, por ejemplo, con superficies de los discos que son perpendiculares o sustancialmente perpendiculares a la superficie de la masa de agua y con superficies del disco que son generalmente paralelas a una dirección de flujo de la masa de agua en el tanque.

30

Según algunas realizaciones de ejemplo, el disco o los discos giran con un eje sobre el que se apoyan (bloque 820). De manera opcional, la rotación se realiza en una dirección que corresponde a la dirección del flujo en el tanque. A medida que el disco gira, se pueden recoger plantas en las superficies del disco.

35

Según algunas realizaciones de ejemplo, las plantas recogidas en el disco pueden desprenderse rociando agua sobre una parte del disco por encima de la superficie del medio de cultivo (bloque 830). Una posición del raspador contra el disco 150 puede raspar una superficie del disco 150 para recoger las plantas (bloque 840). Las plantas recogidas luego se pueden canalizar con un flujo basado en el movimiento gravitacional hacia una cuba de recogida (bloque 850).

40

Se aprecia que ciertas características de la invención que, para mayor claridad, se describen en el marco de realizaciones separadas, también pueden encontrarse combinadas en una única realización. A la inversa, varias características de la invención que, por razones de brevedad, se describen en el marco de una única realización, también pueden encontrarse por separado o en cualquier subcombinación adecuada, o como sea apropiado en cualquier otra realización descrita de la invención. Ciertas características descritas en el marco de varias realizaciones no deben considerarse características esenciales de esas realizaciones, a menos que la realización no funcione sin esos elementos.

45

Varias realizaciones y aspectos de la presente invención, como se describieron anteriormente y se reivindican en la sección de reivindicaciones a continuación, encuentran apoyo experimental en los siguientes ejemplos.

50

Se hace referencia ahora a la FIGURA 9 que muestra un dibujo esquemático simplificado de otro ejemplo de sistema de recolección de acuerdo con algunas realizaciones ejemplificativas. Según algunas realizaciones de ejemplo, un sistema de recolección 200 es un sistema de tipo transportador e incluye una correa sin fin 250, un motor eléctrico y una unidad de accionamiento 230. La correa 250 puede estar suspendida de una polea 220, con la parte inferior sumergida en el medio de cultivo 115 que incluye plantas acuáticas 120. A medida que la correa 250 desciende dentro del medio 115, las plantas acuáticas 120 se adhieren a uno o ambos lados de la correa. Uno o más raspadores 130 están montados a lo largo de la correa 250. Las plantas acuáticas recolectadas (la biomasa) pueden recogerse en una canalización 134 y canalizarse a través del canal 136 hasta una cuba de recogida.

55

Según algunas realizaciones de ejemplo, la correa 250 puede estar parcialmente sumergida en el medio de cultivo 115 de modo que su superficie sea sustancialmente paralela a una dirección de flujo 117, por ejemplo, un ancho W se extiende a lo largo de la dirección de flujo 117 en el tanque 110. De esta manera, el movimiento del transportador no altera significativamente la superficie de las plantas acuáticas 120 en crecimiento en el medio 115.

60

En algunas realizaciones de ejemplo, solo una superficie de la correa está formada a partir de material sobre el que las plantas acuáticas pueden adherirse, y la segunda superficie no está configurada para acumular las plantas. De esta manera, las plantas acuáticas no quedan presionadas entre la correa 250 y la polea 220. En otras realizaciones de ejemplo, el sistema de recolección 200 puede incluir un raspador específico 130 que elimina las plantas acuáticas de un lado de la correa antes de que las plantas acuáticas lleguen a la polea superior 220.

65

Se hace referencia ahora a la FIGURA 10 que muestra un diagrama de flujo simplificado de otro método de ejemplo para la recolección de acuerdo con algunas realizaciones ejemplificativas. Según algunas realizaciones de ejemplo, un sistema de correa transportadora está parcialmente sumergido en un medio de cultivo en el que se están cultivando plantas acuáticas (bloque 810). En algunas realizaciones de ejemplo, el sistema de correa transportadora está

5

parcialmente sumergido, por ejemplo, con superficies de la correa colocadas generalmente paralelas a una dirección de flujo en el tanque.

Según algunas realizaciones de ejemplo, la correa avanza dentro y fuera del medio de cultivo basándose en tambores giratorios del sistema transportador (bloque 820). A medida que la correa avanza, se pueden recoger plantas en las superficies de la correa.

10

Según algunas realizaciones de ejemplo, las plantas recogidas en el disco pueden desprenderse rociando agua sobre una parte de la correa por encima de la superficie del medio de cultivo (bloque 830). Una posición del raspador contra la correa puede raspar una superficie de la correa para recoger las plantas (bloque 840). Las plantas recogidas luego se pueden canalizar, en función del movimiento gravitacional, hacia una cuba de recogida (bloque 850).

15

A continuación se hace referencia a las FIGURAS 11A y 11B que muestran un dibujo esquemático simplificado lateral y frontal de otro ejemplo de sistema de recolección de acuerdo con algunas realizaciones ejemplificativas. Según algunas realizaciones de ejemplo, un sistema de recolección 400 es un sistema de tipo de rodillo e incluye un rodillo 450, un motor eléctrico y una unidad de accionamiento 465. El rodillo 550 puede apoyarse de forma giratoria sobre un eje 460. El eje 460 puede acoplarse al motor eléctrico y a la unidad de accionamiento 465. Un raspador 430 puede extenderse a lo largo del rodillo 450 y una canalización 434 puede recoger las plantas 120 que se raspan. Un canal 436 puede dirigir las plantas recogidas a una cuba de recogida 138. Un eje 461 puede sostener la canalización 434 y el raspador 430. Una o más boquillas de goteo o rociado de agua 440 pueden rociar agua sobre el rodillo para ayudar a separar las plantas 120 del rodillo antes del raspado. Las boquillas de agua también pueden apoyarse en el eje 461.

20

25

Según algunas realizaciones de ejemplo, el rodillo 450 puede estar parcialmente sumergido en el medio de cultivo 115 de modo que su eje longitudinal sea sustancialmente perpendicular a una dirección de flujo 117, por ejemplo, una longitud del rodillo 450 es perpendicular a una dirección de flujo 117 en el tanque 110. De esta manera, el movimiento del transportador no altera significativamente la superficie de las plantas acuáticas 120 en crecimiento en el medio 115. En otras realizaciones de ejemplo, el rodillo 450 puede estar alineado con una dirección de flujo 117.

30

#### *Ejemplos*

A continuación se hace referencia a los siguientes ejemplos, que junto con las descripciones anteriores ilustran algunas realizaciones de la invención de manera no limitativa.

35

#### *Ejemplo 1*

Un prototipo de sistema de recolección mostrado en las FIGURAS 12A y 12B se realizó con tres discos de 80 cm de diámetro, todos ellos apoyados sobre un eje común 160. Cada uno de los discos se hizo con un material diferente:

40

- 1) Polietileno (252);
- 2) Acero inoxidable 304 (253); y
- 3) Difluoruro de polivinilideno (PVDF) (251).

45

Los tres discos se sumergieron parcialmente a una profundidad de 10-15 cm en un tanque que incluía un cultivo de wolffia como se muestra en la FIGURA 12B. El cultivo de wolffia se realizó a una densidad de 400-800 g/m<sup>2</sup>, lo que permitió una cobertura prácticamente total de la superficie del agua. Los discos giraron a una velocidad de rotación de 1,5-3,0 r.p.m. Se estudió la capacidad de adherencia de la planta, por ejemplo las frondas, a cada uno de los materiales de los discos en diferentes condiciones de profundidad y velocidad. La recolección se logró en cada uno de los tres discos. La mayor capacidad de recolección del cultivo de wolffia se logró con el disco de acero inoxidable 253 en todas las diferentes condiciones probadas.

50

#### *Ejemplo 2*

Un sistema de recolección como se muestra en la FIGURA 5 que incluye dos discos giratorios 150 de acero inoxidable 304 con un diámetro de 90 cm se construyó e instaló en un tanque 110 que incluye un cultivo de wolffia globosa con una densidad superficial aproximada de 600 g/m<sup>2</sup>. El tanque incluye una curva de canalización. El sistema de recolección se ubicó al inicio de la curva de canalización del tanque 110. Los discos giratorios 150 se colocaron en el cultivo a una profundidad de 15-18 cm y se hicieron girar a una velocidad de rotación de 2,4 r.p.m. La rotación se controló mediante un convertidor de frecuencia variable. Se instaló un raspador 130 hecho de PVDF para raspar las plantas de la superficie de los discos 150.

60

La extracción de las plantas se facilitó aún más con un pequeño rociado de agua a través de las boquillas 140. Se logró una tasa de recolección de 575 g/min. Después de 40 minutos de funcionamiento se recolectaron 23 kg de material.

65

Luego se aumentó la velocidad de rotación de los discos 150 a 3 y 4 r.p.m. Este aumento tuvo un efecto negativo en la capacidad de adherencia en los discos 150 y en la eficiencia de la recolección. Al parecer, la reducción de la adherencia se debió a que el medio de cultivo fue arrastrado hacia arriba debido a la tensión superficial con el disco 150. El exceso de líquido puede haber impedido la adherencia de las plantas acuáticas al disco.

5

Si bien la invención se ha descrito junto con realizaciones específicas de la misma, es evidente que muchas alternativas, modificaciones y variaciones quedarán claras para los expertos en la materia. En consecuencia, se pretende abarcar todas las alternativas, modificaciones y variaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

10

REIVINDICACIONES

1. Sistema de recolección (100) para recolectar plantas acuáticas (120) en, o flotando en, un medio de cultivo (115), donde el sistema comprende:
- 5 un lecho de recolección configurado para circular dentro y fuera del medio de cultivo (115);  
 un actuador (165) configurado para hacer circular el lecho de recolección;  
 un raspador (130) ubicado contra una superficie del lecho de recolección y configurado para raspar las plantas acuáticas (120) en el lecho de recolección;  
 una boquilla (140) configurada para rociar fluido (142) sobre una superficie del lecho de recolección a una altura por  
 10 encima de una posición del raspador (130);  
 una fuente de fluido (145) configurada para suministrar fluido a la boquilla (140);  
 un canal (136) configurado para transportar las plantas acuáticas (120) extraídas por el raspador (130); y  
 una cuba de recogida (138) configurada para recibir las plantas acuáticas (120) transportadas a través del canal (136),  
 donde
- 15 el lecho de recolección es una placa (150), donde el actuador está configurado para girar la placa (150) sobre un eje de rotación, donde el eje de rotación es perpendicular al lecho de recolección, y donde la placa (150) tiene forma de disco.
2. Sistema según la reivindicación 1, que comprende una pluralidad de placas (150) sostenidas fijamente sobre un solo  
 20 eje (160) y donde el actuador está configurado para girar el eje (160).
3. Sistema según la reivindicación 1, donde la placa (150) tiene un grosor de 1-15 cm.
4. Sistema según la reivindicación 1 que comprende una etapa Z configurada para ubicar la placa (150) a una altura  
 25 deseada.
5. Sistema según la reivindicación 1, donde el lecho de recolección es una correa (250), donde la correa (250) es una correa sin fin que circula con un sistema transportador, y donde la correa (250) está configurada para sumergirse en el  
 30 medio de cultivo (115) de manera que una superficie de la correa (250) sea paralela a una dirección de flujo en un tanque (110) que contiene el medio de cultivo (115).
6. Sistema según la reivindicación 1, donde el lecho de recolección es un rodillo (450).
7. Sistema según la reivindicación 1, que comprende un controlador configurado para controlar un caudal de circulación,  
 35 donde el raspador (130) está fijo y la circulación del lecho de recolección está configurada para accionar el raspado de las plantas acuáticas (120), donde el raspador (130) está unido fijamente a una canalización (134) configurada para recoger las plantas acuáticas (120) raspadas por el raspador (130), donde la canalización (134) se inclina hacia el canal (136).
- 40 8. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 7 que comprende un par de raspadores (130) ubicados contra cada una de las dos superficies planas opuestas del lecho de recolección y un par de boquillas (140) configuradas para rociar fluido (142) en cada una de las dos superficies opuestas del lecho de recolección y donde el fluido (142) es agua.
- 45 9. Método de recolección de plantas acuáticas (120) en o flotando en un medio de cultivo (115), donde el método comprende:  
 sumergir parcialmente un lecho de recolección en un medio de cultivo (115), donde el medio de cultivo (115) comprende plantas acuáticas (120);  
 hacer circular el lecho de recolección dentro y fuera del medio de cultivo (115);  
 50 raspar las plantas acuáticas (120) adheridas al lecho de recolección a medida que el lecho de recolección se hace circular;  
 rociar una parte del lecho de recolección por encima del raspador (130) con un fluido (142);  
 canalizar las plantas acuáticas (120) extraídas por el raspador (130) hacia una cuba de recogida (138); y  
 recoger las plantas acuáticas (120) en la cuba de recogida (138).
- 55 10. Método de la reivindicación 9, donde el lecho de recolección es una placa (150) y donde el raspado se acciona en función de la rotación de la placa (150).
11. Método de la reivindicación 10, que comprende alinear un borde de la placa (150) con una dirección de flujo del  
 60 medio de cultivo (115) o alinear una superficie de la placa (150) en un ángulo agudo con respecto a una dirección de flujo del medio de cultivo (115).
12. Método de la reivindicación 10 o la reivindicación 11, que comprende sumergir parcialmente una pluralidad de  
 65 placas (150) en un medio de cultivo (115), donde la pluralidad de placas (150) están desplazadas entre sí por una distancia definida y donde la pluralidad de placas (150) se giran sobre un mismo eje de rotación.

## ES 3 019 212 T3

5 13. Método de la reivindicación 9, donde el lecho de recolección es una correa sin fin (250) que circula con un sistema transportador y que comprende sumergir la correa sin fin (250) en el medio de cultivo (115) de manera que una superficie de la correa (250) sea paralela a una dirección de flujo en un tanque (110) que contiene el medio de cultivo (115), o alinear una superficie de la correa (250) en un ángulo agudo con respecto a una dirección de flujo del medio de cultivo (115).

14. Método de la reivindicación 9, donde el lecho de recolección es un rodillo (450) y la ubicación de un eje longitudinal del rodillo es perpendicular a una dirección de flujo del medio de cultivo (115).

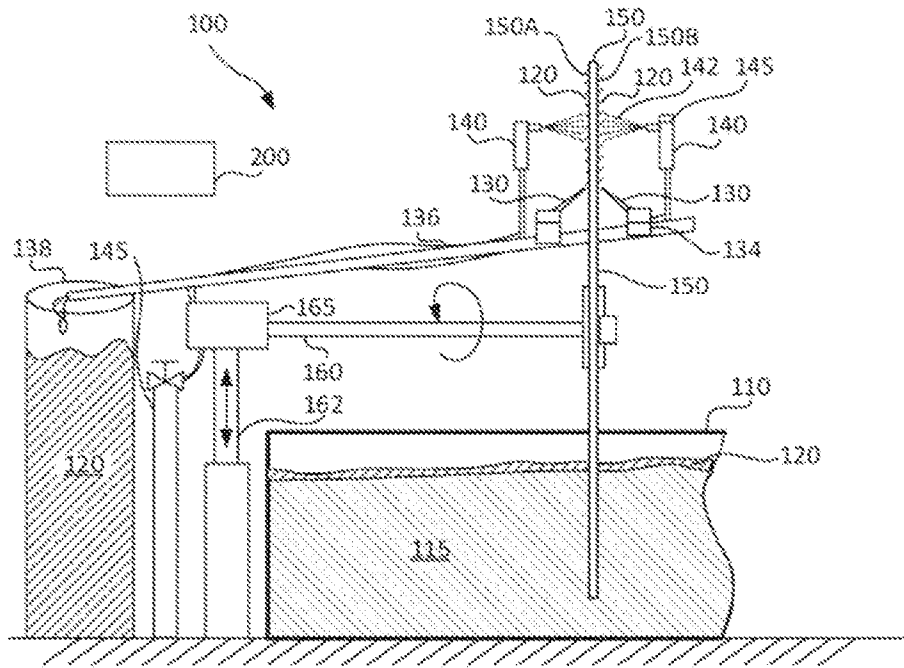


FIG. 1

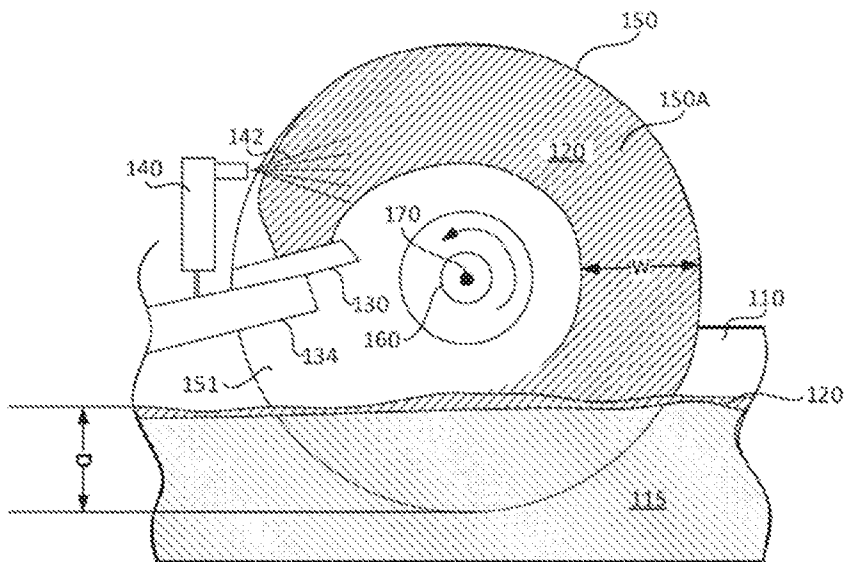
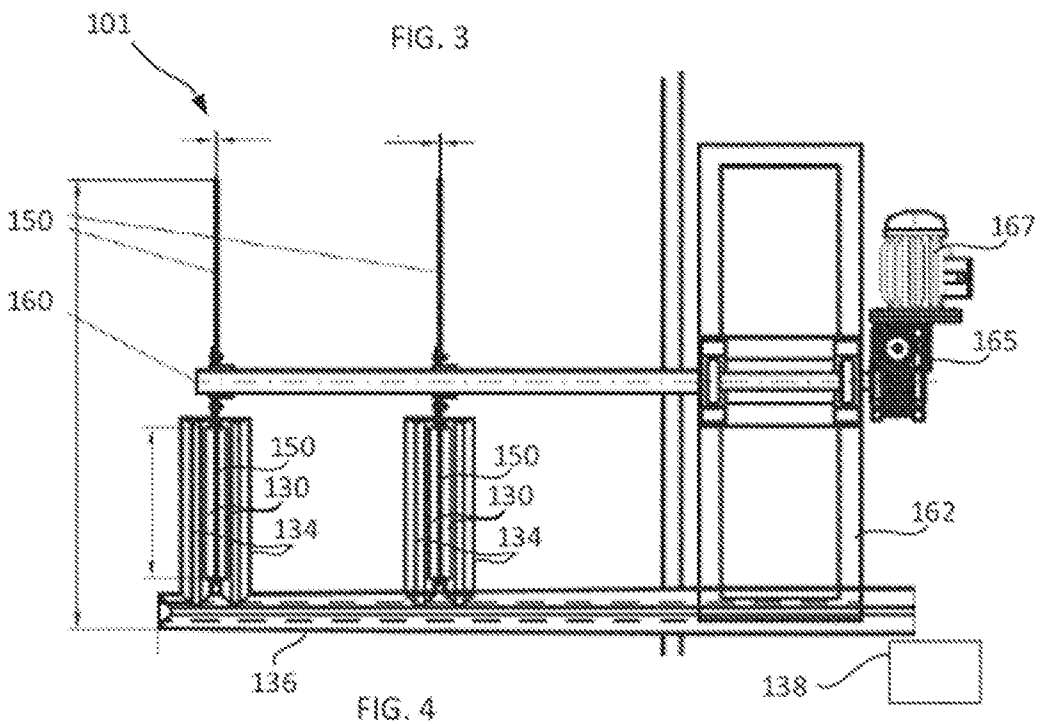
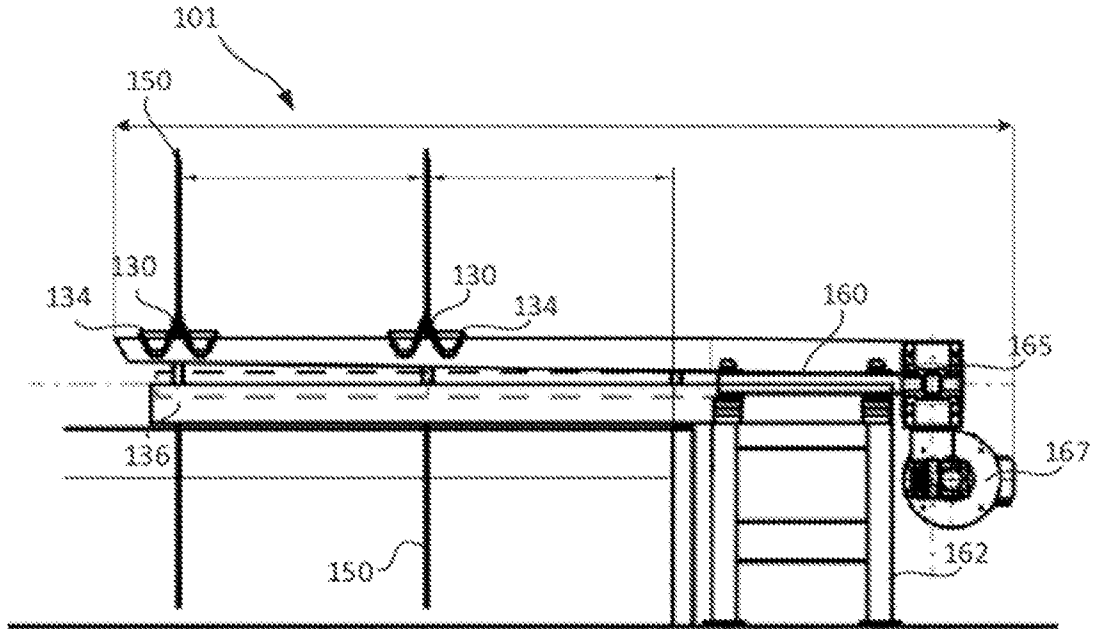


FIG. 2



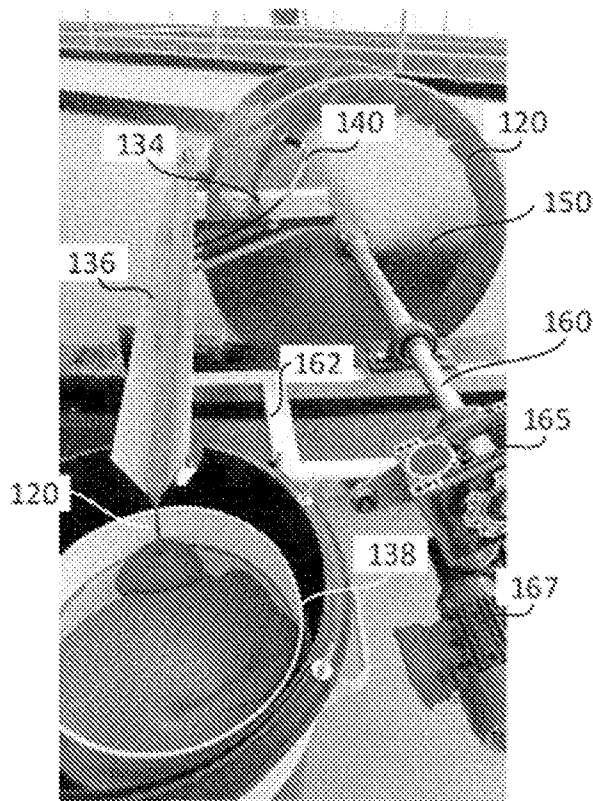
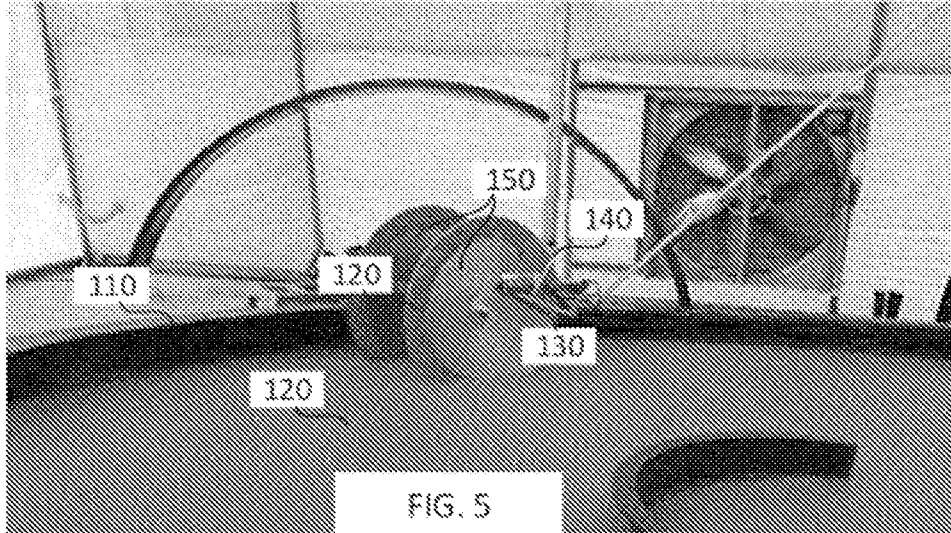


FIG. 6

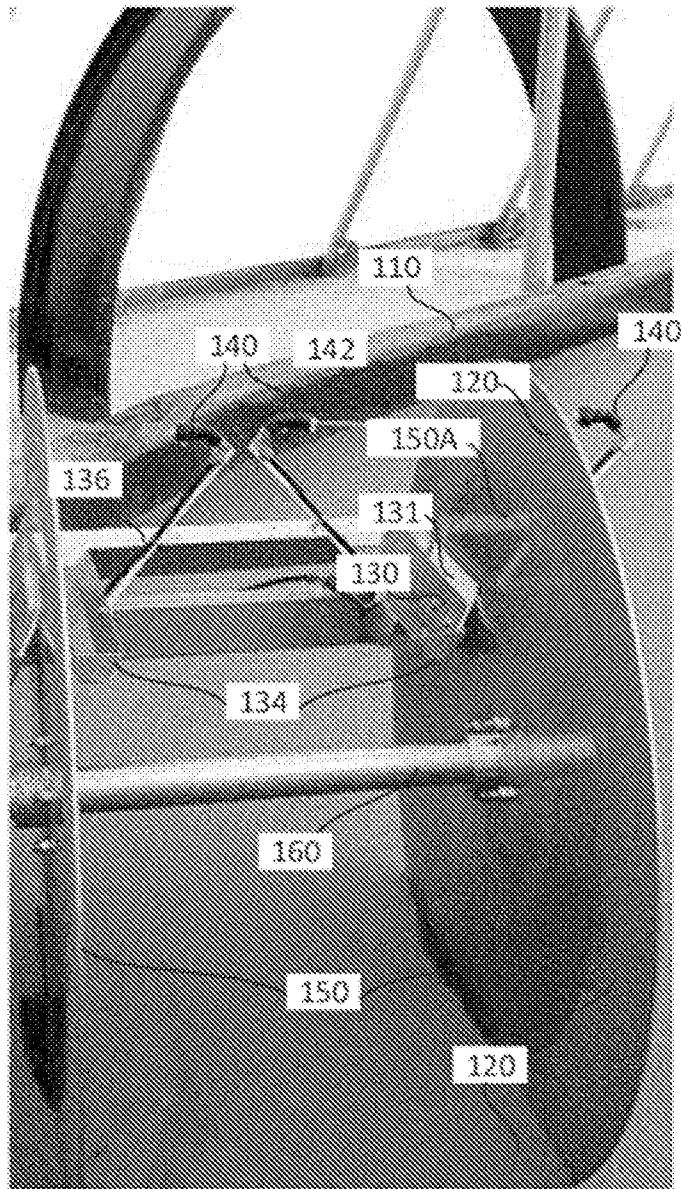


FIG. 7

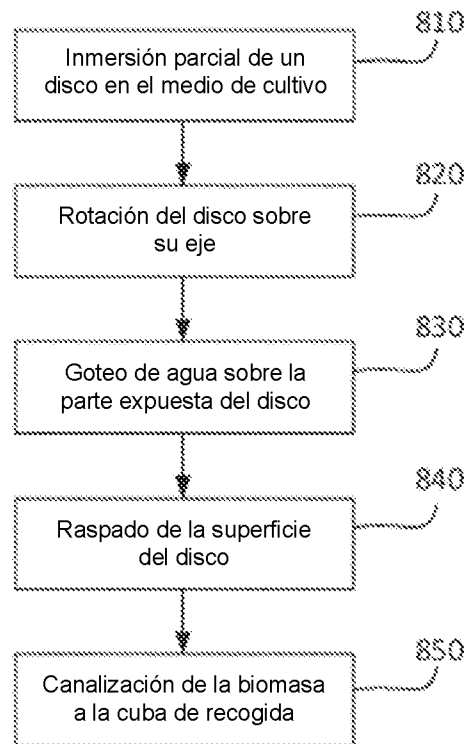


FIG. 8

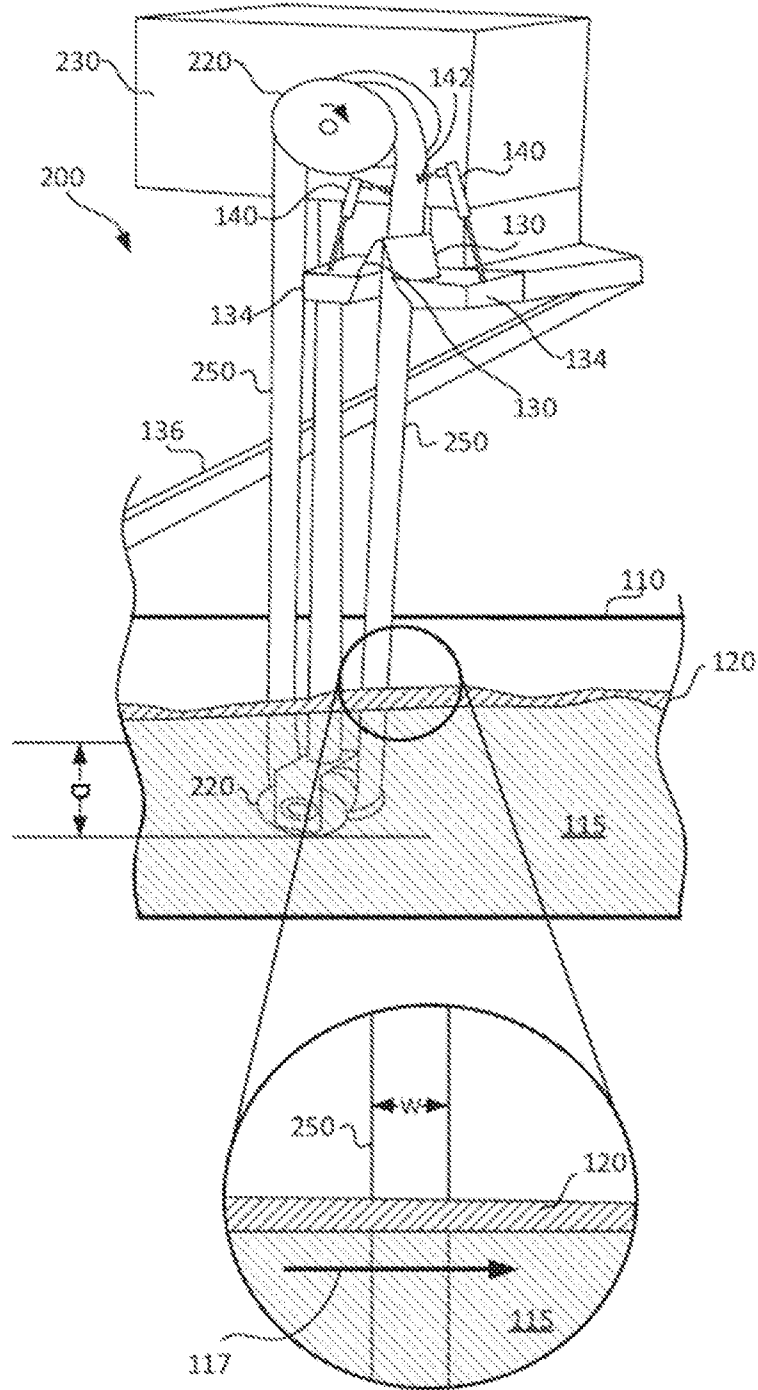


FIG. 9

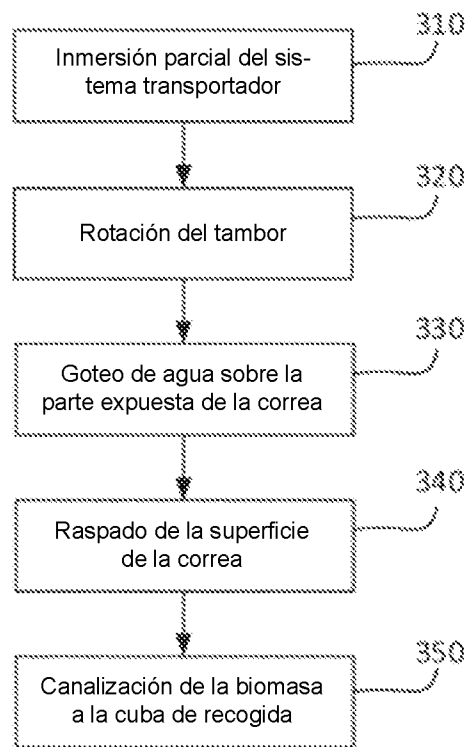


FIG. 10

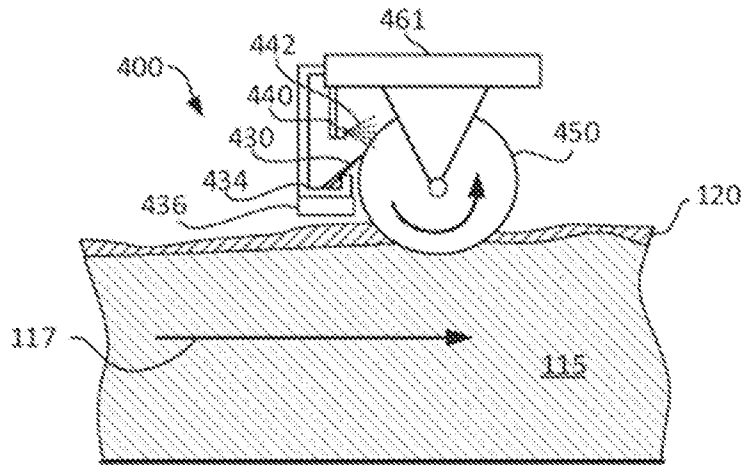


FIG. 11A

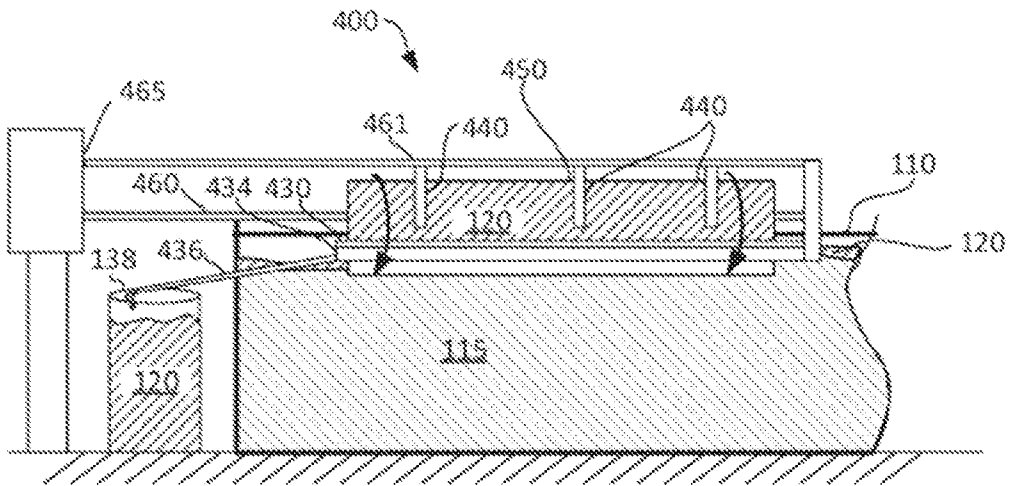


FIG. 11B

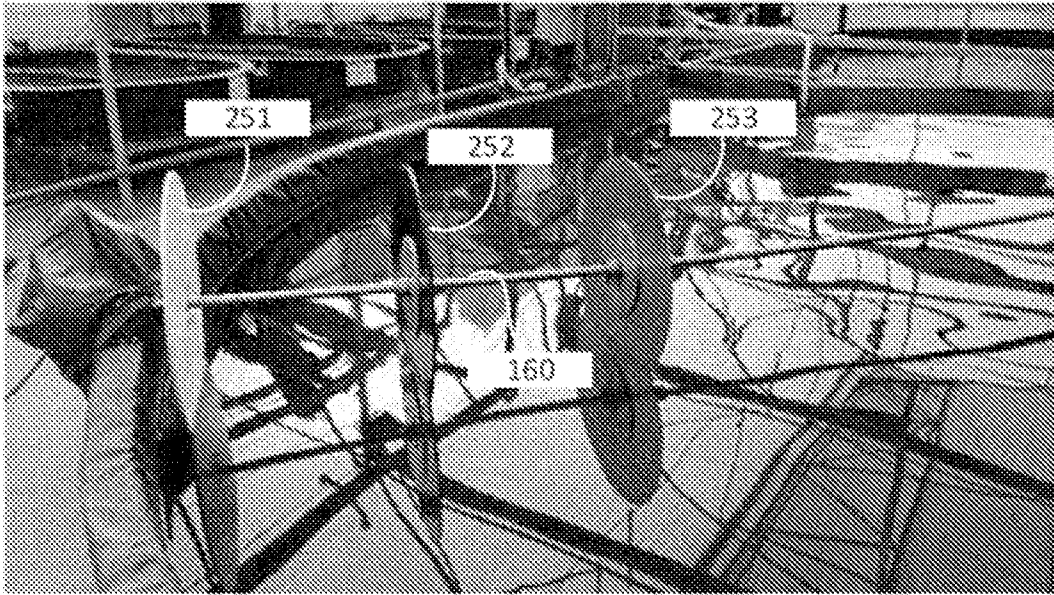


FIG. 12A

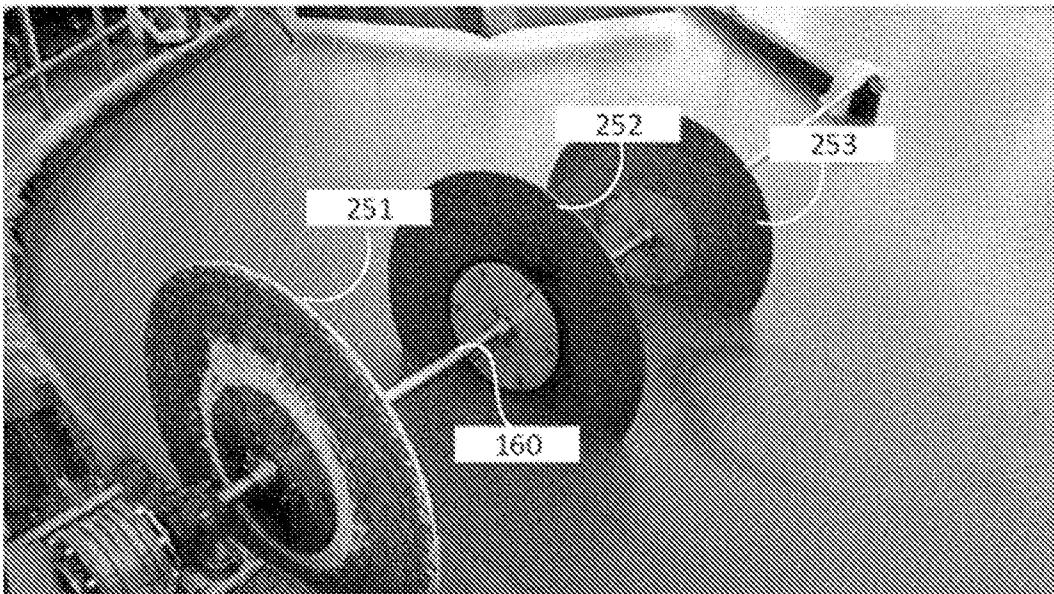


FIG. 12B