

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 928 564**

51 Int. Cl.:

A01G 33/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.04.2016 PCT/IL2016/050405**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.10.2016 WO16170529**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.04.2016 E 16782728 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.07.2022 EP 3285565**

54 Título: **Producción de biomasa de macroalgas**

30 Prioridad:

20.04.2015 US 201562149693 P

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

21.11.2022

73 Titular/es:

**SEAKURA PRODUCTS FROM NATURE LTD.
(100.0%)**

**27 Maskit Street
4673327 Herzliya, IL**

72 Inventor/es:

KARTA, YOSSI

74 Agente/Representante:

GARCÍA GONZÁLEZ, Sergio

ES 2 928 564 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

Producción de biomasa de macroalgas

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a sistemas y métodos para el cultivo y procesamiento de macroalgas de alta calidad, particularmente para el cultivo de algas marinas comestibles a escala comercial.

10 Antecedentes de la invención

El creciente número de la población humana conduce a una búsqueda constante de fuentes alimenticias adicionales y alternativas para los seres humanos, así como también para otros animales en la cadena alimentaria. Las macroalgas, conocidas con el nombre común de algas marinas, son una de las fuentes futuras más prometedoras de productos alimenticios saludables. Las algas marinas contienen cantidades equilibradas de proteínas, aminoácidos libres, vitaminas, minerales, fibra y ácidos grasos insaturados en formas disponibles para el consumo. Además, las macroalgas contienen altas concentraciones de micronutrientes esenciales que incluyen hierro, calcio y magnesio, que son necesarios en la dieta diaria. Además del alto valor nutricional, las macroalgas también proporcionan una solución a la creciente demanda de sistemas de agricultura sostenible y para reducir las cantidades de productos alimenticios de origen animal.

Sin embargo, el uso de macroalgas como alimento es aún escaso, particularmente en el mundo occidental. Más allá de cuestiones de gusto y hábitos, este uso limitado se correlaciona altamente con la falta de sistemas para la producción eficiente de macroalgas a escala comercial.

Se han hecho intentos para optimizar el crecimiento y el rendimiento de las macroalgas. Por ejemplo, la Patente de Estados Unidos Núm. 4,869,017 describe métodos para mejorar la producción de macroalgas, que incluyen Gracilaria, en un sistema de cultivo marino al mejorar el medio de cultivo. El método comprende primero ajustar la alcalinidad de una cantidad de agua dulce mediante la adición de un reactivo alcalino, diluir el agua de mar con tal agua dulce de alcalinidad ajustada para crear una solución salina que tenga una salinidad de entre aproximadamente 15 a 25 partes por mil y una alcalinidad de entre aproximadamente 3 a 10 meq/l., disolviendo dióxido de carbono en la solución resultante para llevar su pH a entre aproximadamente 7,5 y 8,5 y usar tal solución enriquecida con dióxido de carbono como el medio de cultivo.

La Patente de Estados Unidos Núm. 6,986,323 proporciona una descripción general de los sistemas y métodos para el crecimiento de la maricultura. Describir un método y sistema novedoso para la acuicultura continental de especies marinas mediante el uso de agua de un acuífero salino que tiene un contenido de metales pesados dentro de los límites aceptables de las pautas de la EPA para el agua potable. El acuífero es preferentemente el acuífero Coconino ubicado en Arizona y Nuevo México. El sistema puede usarse para cultivar microalgas, macroalgas, peces, camarones y muchas otras especies marinas. Pueden añadirse nutrientes y fertilizantes al agua para optimizar las condiciones de cultivo para especies particulares. Los productos útiles pueden aislarse de las especies marinas o las especies marinas cultivadas pueden cosecharse como productos útiles en sí mismas.

Los números de patente de Estados Unidos 7,080,478 y 7,484,329 describen tecnología, sistemas y métodos para cultivar diferentes tipos de algas marinas en estanques de agua de mar, terrestres que tengan un ambiente climáticamente adecuado y con nutrientes controlados. Estos estanques terrestres pueden construirse en cualquier parte del mundo con ingeniería estructural y modificaciones arquitectónicas. La invención proporciona métodos para diseñar diferentes etapas de crecimiento y definir las condiciones especiales para optimizar cada una de las diferentes etapas en ambientes controlados. La tecnología incluye técnicas para enriquecer las algas marinas con los nutrientes e ingredientes deseados para la producción de productos de alta calidad libres de contaminantes marinos, además de generar rendimientos máximos bajo condiciones ambientales óptimas, limpias, con temperatura controlada y estables.

La patente de Estados Unidos Núm. 8,633,011 describe métodos y sistemas para la producción de macroalgas de una manera que proporciona una fuente de biomasa económica y sostenida que puede usarse en diversos procesos de uso final, que incluye la producción de energía. La patente describe combinaciones específicas de tipos de macroalgas, composiciones de medios de crecimiento de agua salada y contenedores de agua de estanque abierto que dan como resultado una producción de biomasa más allá de la que puede producirse naturalmente sin la manipulación requerida. Específicamente, se ha descubierto que las macroalgas que producen un exoesqueleto en presencia de agua salobre (por ejemplo, pedregal) proporcionan una excelente producción de biomasa bajo las condiciones de la invención.

El documento WO 2005/051073 A1 describe un sistema para el cultivo terrestre de algas marinas mediante el uso de instalaciones de laboratorio para producir esporas y sporelings en cultivos, mangas para madurar los sporelings y tanques de inoculación con agua de mar y nutrientes añadidos para hacer crecer los sporelings maduros en piezas de algas marina.

En un estudio del año 2013, Chan y otros. (J. Appl. Phycol., DOI:10.1007/s10811-013-9985-7) concluyó que el agua de mar profundo tiene un alto potencial para el cultivo de macroalgas comestibles sin suministro de nutrientes adicionales hasta que alcanza el tamaño de cosecha. Este potencial se ha relacionado con la mayor cantidad de aminoácidos en el agua de mar profunda en comparación con la cantidad relativamente baja de aminoácidos en el agua de mar superficial.

Sin embargo, existe la necesidad y sería altamente ventajoso tener sistemas integrados que aborden todos los parámetros de crecimiento involucrados en el crecimiento comercial de las macroalgas.

Resumen de la invención

La presente invención proporciona sistemas y métodos para el cultivo y procesamiento de macroalgas, particularmente macroalgas comestibles. Los sistemas terrestres de la presente invención superan muchos de los obstáculos que impiden la producción de macroalgas a una escala útil y económica. Los sistemas de la invención combinan agua de mar prístina de alta calidad que carece de contaminantes y patógenos pero que aún comprende los micronutrientes deseados y tanques y estanques de cultivo de diseño innovador, lo que proporciona condiciones de crecimiento que dan como resultado un alto rendimiento y una alta calidad de macroalgas, particularmente macroalgas comestibles. Las macroalgas cosechadas del sistema están listas para usar y necesitan un procesamiento mínimo antes de su comercialización.

El sistema y los métodos de la presente invención son ventajosos sobre los sistemas conocidos hasta ahora al menos en que (i) el agua usada es agua de mar prístina, típicamente agua de mar obtenida de un pozo costero profundo; (ii) todo el sistema es un sistema al aire libre con la temperatura controlada solamente por la temperatura del agua de mar en todas las etapas de crecimiento; (iii) los sistemas únicos de aireación y/o chorro de agua proporcionan una suspensión y distribución óptimas de las macroalgas dentro de los tanques y estanques (iv) las macroalgas pueden cosecharse de cada estanque, dependiendo de la cantidad deseada de macroalgas, sin necesidad de un sistema de cosecha especializado; y (v) puede obtenerse un alto rendimiento de 200 a 400 gr de macroalgas por día por m² de área de cultivo y los ciclos de crecimiento pueden tener lugar bajo condiciones climáticas variables, que incluye condiciones durante el verano y el invierno en Israel. Como se usa en la presente descripción, "verano" o "tiempo de verano" se refiere a principios de abril a finales de septiembre; y "invierno" o "tiempo de invierno" se refiere a principios de octubre a finales de marzo.

De acuerdo con un aspecto, la presente invención proporciona un sistema terrestre para la producción de macroalgas, el sistema que comprende:

- un reservorio que contiene agua de mar prístina, caracterizado porque el agua de mar prístina se obtiene de al menos un pozo costero profundo;
- al menos un tanque de inóculo que comprende al menos uno de un sistema de distribución de gas, un sistema de chorro de agua o una combinación de los mismos, el al menos un tanque de inóculo que contiene un medio de cultivo y trozos de talos jóvenes de macroalgas, en el que
- el medio de cultivo consiste en el agua de mar prístina del reservorio; y
- al menos un estanque de cultivo que comprende al menos uno de un sistema de distribución de gas, un sistema de chorro de agua o una combinación de los mismos, el al menos un estanque de cultivo que contiene un medio de cultivo y macroalgas, en el que el medio de cultivo consiste en agua de mar prístina del reservorio; en el que el agua de mar prístina está esencialmente libre de contaminación con metales pesados, bifenilos policlorados (PCB), dioxinas y patógenos y en el que el agua de mar prístina es rica en minerales esenciales seleccionados del grupo que consiste en calcio, magnesio, carbonatos y cualquier combinación de los mismos. De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, el sistema comprende además una malla que recubre al menos un tanque de inóculo y/o el al menos un estanque de cultivo.

El agua de mar prístina se obtiene de al menos un pozo costero profundo.

De acuerdo con ciertas modalidades, la temperatura del agua de mar prístina es de aproximadamente 2 °C a aproximadamente 30 °C. De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, la temperatura del agua de mar prístina es una temperatura constante de aproximadamente 20 °C a aproximadamente 25 °C. De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas adicionales, la temperatura del agua de mar prístina es de 22 °C.

El agua de mar prístina está esencialmente libre de contaminantes que incluyen, pero no se limitan a, metales pesados, bifenilos policlorados (PCB), dioxinas y patógenos. El agua de mar prístina es rica en minerales esenciales que incluyen, pero no se limitan a, calcio, magnesio y carbonatos. El medio de cultivo consiste en agua de mar prístina.

De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, el tanque de inóculo tiene forma de media bola. De acuerdo con modalidades ilustrativas adicionales, el tanque de inóculos tiene un volumen de 0,5 a 3 metros cúbicos (m³).

De acuerdo con ciertas modalidades, la abertura del estanque de cultivo tiene una configuración cuadrangular. De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, la abertura tiene una configuración cuadrada. De acuerdo con otras

modalidades ilustrativas, la abertura tiene una configuración rectangular. De acuerdo con ciertas modalidades, el estanque de cultivo tiene una configuración cúbica. De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas adicionales, el estanque de cultivo es en forma de U. Cuando se usa una pluralidad de estanques de cultivo con los sistemas y métodos de la presente invención, la configuración y/o forma de cada estanque de cultivo dentro de la pluralidad de estanques de cultivo puede ser igual o diferente.

De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, el medio de cultivo abarca desde aproximadamente el 80 % hasta aproximadamente el 90 % del volumen del estanque de cultivo.

De acuerdo con ciertas modalidades, el sistema de distribución de gas comprende un dispositivo de fuente de gas y una pluralidad de tubos de gas que comprenden al menos una entrada de gas y una pluralidad de salidas de gas, en el que la pluralidad de tubos de gas se posiciona a lo largo de la base del estanque de cultivo. De acuerdo con ciertas modalidades, la pluralidad de tubos de gas se ubica a una distancia de 30 a 50 cm entre sí y de las paredes longitudinales de dicho estanque de cultivo. De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, la pluralidad de tubos de gas se ubica a una distancia de 40 cm entre sí y de las paredes longitudinales de dicho estanque de cultivo. De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, cada tubo de gas tiene un diámetro de aproximadamente 50 mm. De acuerdo con otras modalidades ilustrativas, las salidas de gas se posicionan a lo largo del tubo de gas separadas a 30 cm. De acuerdo con modalidades adicionales, cada salida de gas comprende una abertura que tiene un diámetro de 2 a 4 mm.

De acuerdo con ciertas modalidades, el gas es aire. Cuando está en uso, el gas pasa a través del medio de cultivo desde la parte inferior del estanque de cultivo hasta la parte superior.

De acuerdo con ciertas modalidades, el sistema de chorro de agua comprende una serie de tuberías de chorro de agua conectadas por al menos una tubería de agua y posicionadas a lo largo de las paredes del estanque de cultivo, en el que cada tubería de chorro de agua comprende una válvula. De acuerdo con algunas modalidades, la tubería se ubica cerca de la superficie del medio de cultivo y las tuberías de chorro de agua miran hacia abajo, hacia la parte inferior del estanque de cultivo. De acuerdo con otras modalidades, la tubería se ubica en la parte inferior del estanque de cultivo y las tuberías de chorro de agua miran hacia arriba, hacia la superficie del medio de cultivo. De acuerdo con ciertas modalidades, la abertura de cada tubería de agua está al menos a 50 cm más abajo de la superficie del medio de cultivo. De acuerdo con algunas modalidades, la tubería de agua tiene un diámetro de aproximadamente 10 mm a aproximadamente 30 mm. De acuerdo con algunas modalidades, la serie comprende tuberías de chorro de agua que tienen el mismo diámetro. De acuerdo con otras modalidades, la serie comprende tuberías de chorro de agua que tienen diferentes diámetros. De acuerdo con ciertas modalidades, las tuberías de chorro de agua se disponen a una distancia de aproximadamente 40 cm a aproximadamente 150 cm entre sí. De acuerdo con algunas modalidades, la válvula de cada tubería de chorro de agua se establece para dar un flujo de agua de aproximadamente 1 a aproximadamente 3 m³/h. De acuerdo con algunas modalidades, todas las válvulas en la serie de tuberías de chorro de agua se establecen para dar el mismo flujo de agua. De acuerdo con otras modalidades, las válvulas en la serie de tuberías de chorro de agua se establecen para dar diferentes flujos de agua.

De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, el estanque de cultivo o la pluralidad de estanques de cultivo de la presente invención comprenden una combinación de sistema de distribución de gas y sistema de chorro de agua.

La configuración única de la pluralidad de tubos de gas y/o tuberías de chorro de agua proporciona la suspensión, distribución uniforme y circulación de las macroalgas dentro del estanque de cultivo. Sin pretender estar ligado a ninguna teoría o mecanismo de acción específico, la suspensión y circulación inducida por gas y/o chorro de agua proporciona el crecimiento óptimo de las macroalgas al permitir una exposición óptima a la luz solar con un daño mínimo a las macroalgas circulantes.

De acuerdo con otras modalidades adicionales, cada uno de los estanques de cultivo comprende uno o más puertos de líquido que actúan como entradas y/o salidas para el paso de líquido dentro y fuera del estanque de cultivo para permitir el ajuste del caudal de agua dentro del estanque de cultivo. De acuerdo con modalidades adicionales, los puertos de líquido permiten además la cosecha y el rellenado de dicho estanque de cultivo. De acuerdo con ciertas modalidades, el líquido es agua de mar prístina del reservorio.

De acuerdo con ciertas modalidades típicas, el estanque de cultivo o la pluralidad de estanques de cultivo de la presente invención comprenden una combinación de sistema de distribución de gas; un sistema de chorro de agua y uno o más puertos de líquido.

Cuando el sistema comprende una pluralidad de tanques de inóculo y/o estanques de cultivo, la forma, configuración y volumen de los tanques de inóculo y/o estanques de cultivo pueden ser iguales o diferentes.

De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, el sistema comprende una pluralidad de tanques de inóculo.

De acuerdo con ciertas modalidades, el sistema comprende una pluralidad de estanques de cultivo. De acuerdo con algunas modalidades, el volumen de cada uno de los estanques de cultivo es de 1 a 1000 m³.

De acuerdo con ciertas modalidades, el sistema comprende al menos dos, al menos tres o al menos cuatro estanques de cultivo.

De acuerdo con ciertas modalidades, el estanque de cultivo se selecciona del grupo que consiste en:

- Un estanque de cultivo que tiene un volumen de 5 a 10 metros cúbicos (estanque de cultivo de 5 a 10 m³);
- Un estanque de cultivo que tiene un volumen de 20 a 30 metros cúbicos (estanque de cultivo de 20 a 30 m³);
- Un estanque de cultivo que tiene un volumen de 40 a 70 metros cúbicos (estanque de cultivo de 40 a 70 m³);
- Un estanque de cultivo que tiene un volumen de 200 a 500 metros cúbicos (estanque de cultivo de 200 a 500 m³); y
- cualquier combinación de los mismos.

De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, el área de la base del estanque de cultivo de 5 a 10 m³ es de 6 m²; el área de la base del estanque de cultivo de 20 a 30 m³ es de 18 m²; el área de la base del estanque de cultivo de 40 a 70 m³ es de 54 m²; y el área de la base del estanque de cultivo de 200 a 500 m³ es de 250 m².

De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, el sistema comprende al menos un estanque de cultivo de 5 a 10 m³; al menos un estanque de cultivo de 20 a 30 m³; y al menos un estanque de cultivo de 200 a 500 m³.

De acuerdo con modalidades ilustrativas adicionales, el sistema comprende al menos un estanque de cultivo de 5 a 10 m³; al menos un estanque de cultivo de 20 a 30 m³; al menos un estanque de cultivo de 40 a 70 m³ y al menos un estanque de cultivo de 200 a 500 m³.

De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, el estanque de cultivo de 5 a 10 m³ contiene macroalgas obtenidas del tanque de inóculo; el estanque de cultivo de 20 a 30 m³ contiene macroalgas obtenidas del estanque de cultivo de 5 a 10 m³; el estanque de cultivo de 40 a 70 m³ contiene macroalgas obtenidas del estanque de cultivo de 20 a 30 m³ y el estanque de cultivo de 200 a 500 m³ contiene macroalgas obtenidas del estanque de cultivo de 20 a 30 m³ o del estanque de cultivo de 40 a 70 m³.

Los diferentes tanques de inóculos y/o estanques de cultivo pueden conectarse para permitir una fácil transportación de las macroalgas entre los tanques/estanques por cualquier medio y método conocido en la técnica.

De acuerdo con ciertas modalidades, la malla que cubre el(los) tanque(s) de inóculo y/o el(los) estanque(s) de cultivo protege(n) el medio de cultivo que comprende las macroalgas de patógenos transportados por el aire.

El pH, la temperatura y la composición de nutrientes del medio de cultivo pueden variar dependiendo de las especies de macroalgas cultivadas en el sistema. El sistema de la presente invención es ventajoso sobre los sistemas abiertos conocidos hasta ahora para el cultivo de macroalgas, ya que las condiciones de crecimiento pueden manipularse de manera que se permita el crecimiento durante todo el año, particularmente bajo las condiciones climáticas de Israel y condiciones climáticas equivalentes a la misma. Ventajosamente, la temperatura del agua de mar prístina permite la manipulación de la temperatura del medio de cultivo y como resultado del pH, por adaptación del caudal de agua.

De acuerdo con algunas modalidades, el pH del medio de cultivo se mantiene más abajo de 9,5. De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, el pH se mantiene en el intervalo de 7,5 a 9,5.

De acuerdo con ciertas modalidades, las macroalgas son de un género seleccionado del grupo que consiste en, pero no se limita a, *Ulva*, *Porphyra* (Nori), *Laminaria*, *Undaria*, *Eucheuma*, *Gracilaria*, *Sargassum*, *Codium*, *Furcellaria*, *Cladophora*, *Ascophyllum* y *Palmaria*.

De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, las macroalgas son del género *Gracilaria*. De acuerdo con algunas modalidades ilustrativas, las macroalgas son de la especie *Gracilaria cornea*. De acuerdo con modalidades ilustrativas adicionales, las macroalgas son del género *Ulva*. De acuerdo con algunas modalidades ilustrativas, las macroalgas son de la especie *Ulva lactuca*.

De acuerdo con otro aspecto más, la presente invención proporciona un método para el cultivo de macroalgas, el método que comprende:

- a) proporcionar al menos un tanque de inóculo que tenga un volumen de 0,5 a 3,0 metros cúbicos, que contenga un medio de cultivo que consista en agua de mar prístina, caracterizado porque el agua de mar prístina se obtiene de al menos un pozo costero profundo; porque el agua de mar prístina está esencialmente libre de contaminación con metales pesados, bifenilos policlorados (PCB), dioxinas y patógenos y porque el agua de mar prístina es rica en minerales esenciales seleccionados del grupo que consiste en calcio, magnesio, carbonatos y cualquier combinación de los mismos;
- b) inocular el tanque de inóculo con aproximadamente 100 a 200 g de talos jóvenes fragmentados de una macroalga;
- c) cultivar la macroalga dentro del tanque de inóculos para alcanzar una masa total fresca de inóculo de macroalgas de aproximadamente 2 a 15 kg;

- d) transferir la masa de inóculo de macroalgas o una parte de la misma a un estanque de cultivo que tiene un volumen de 5 a 10 metros cúbicos que comprende un sistema de distribución de gas de operación y/o una serie de tuberías de chorro de agua de operación, que contiene un medio de cultivo que consiste en agua de mar prístina;
- 5 e) cultivar el inóculo de macroalgas dentro del estanque de cultivo de 5 a 10 m³ para alcanzar una masa fresca total de macroalgas de aproximadamente 10 a 60 kg;
- f) transferir la masa de macroalgas o una parte de la misma a un estanque de cultivo que tiene un volumen de 20 a 30 metros cúbicos que comprende un sistema de distribución de gas de operación y/o una serie de tuberías de chorro de agua de operación, que contiene un medio de cultivo que consiste en agua de mar prístina;
- 10 g) cultivar las macroalgas dentro del estanque de cultivo de 20 a 30 m³ para alcanzar una masa fresca de macroalgas de aproximadamente 100 a 200 kg;
- h) cosechar la masa de macroalgas; u opcionalmente
- i) transferir al menos parte de la masa de macroalgas del estanque de cultivo de 20 a 30 m³ a un estanque de cultivo que tiene un volumen de 200 a 500 metros cúbicos que comprende un sistema de distribución de gas de operación y/o una serie de tuberías de chorro de agua de operación, que contiene un medio de cultivo que consiste en agua de mar prístina;
- 15 j) cultivar las macroalgas dentro del estanque de cultivo de 200 a 500 m³ para alcanzar una masa fresca total de macroalgas de al menos 400 a 1000 kg; y
- k) cosechar la masa fresca de macroalgas.

20 De acuerdo con ciertas modalidades, la etapa (i) comprende

- (1) transferir al menos parte de la masa de macroalgas del estanque de cultivo de 20 a 30 m³ a un estanque de cultivo que tiene un volumen de 40 a 70 metros cúbicos que comprende un sistema de distribución de gas de operación y/o una serie de tuberías de chorro de agua de operación, que contiene un medio de cultivo que consiste en agua de mar prístina;
- 25 (2) cultivar las macroalgas dentro del estanque de cultivo de 40 a 70 m³ para alcanzar una masa fresca de macroalgas de aproximadamente 100 a 200 kg;
- (3) cosechar la masa de macroalgas; u opcionalmente
- (4) transferir al menos parte de la masa de macroalgas del estanque de cultivo de 40 a 70 m³ a un tercer estanque de cultivo que tiene un volumen de 200 a 500 metros cúbicos que comprende un sistema de distribución de gas de operación y/o una serie de tuberías de chorro de agua de operación, que contiene un medio de cultivo que consiste en agua de mar prístina.
- 30

35 De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, el cultivo de macroalgas dentro del tanque de inóculos en la etapa (c) comprende además la fragmentación de las macroalgas cultivadas en piezas de 2 a 15 cm².

El cultivo de macroalgas de acuerdo con el método de la presente invención da como resultado una alta calidad de la masa de algas cosechadas.

40 Mientras que los valores particulares de los parámetros de calidad dependen de la especie de macroalga cultivada, el método de la presente invención proporciona universalmente talos intactos de las macroalgas cosechadas, que típicamente tienen un color profundo. De acuerdo con ciertas modalidades, el contenido de proteínas y/o minerales dentro de las macroalgas cosechadas es mayor en comparación con el contenido de proteínas y/o nutrientes dentro de las macroalgas de la misma especie cultivadas en la naturaleza o cosechadas en la naturaleza.

45 De acuerdo con ciertas modalidades, las macroalgas cosechadas comprenden al menos un 20 %, al menos un 30 % o al menos un 40 % de proteínas del peso seco total de las macroalgas. De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, la macroalga cosechada es del género *Ulva*. De acuerdo con modalidades adicionales, la superficie promedio del talo de la *Ulva* cosechada es de aproximadamente 20 cm².

50 El agua de mar prístina está esencialmente libre de contaminantes, que incluyen, pero no se limitan a, metales pesados, PCB y dioxinas y de patógenos. El agua de mar prístina se obtiene de un pozo costero profundo.

La estructura del al menos un tanque de inóculo y del al menos un estanque de cultivo es como se describió anteriormente.

55 El tiempo requerido para alcanzar la masa de macroalgas deseada en cada uno de los tanques de inóculo y/o estanques de cultivo depende de las condiciones ambientales (temperatura del aire, temperatura del agua, intensidad de la luz, duración de la luz, etc.), ya que se derivan de la estación del año y el clima local, así como también de las especies específicas de macroalgas cultivadas.

60 De acuerdo con algunas modalidades, las macroalgas se cultivan en el tanque de inóculo durante 6 a 30 días.

De acuerdo con algunas modalidades, las macroalgas se cultivan en el estanque de cultivo de 5 a 10 m³ durante 6 a 45 días.

De acuerdo con algunas modalidades, las macroalgas se cultivan en el estanque de cultivo de 20 a 30 m³ durante al menos 7 días, típicamente entre 7 y 45 días.

5 De acuerdo con algunas modalidades, las macroalgas se cultivan en el estanque de cultivo de 40 a 70 m³ durante al menos 10 días, típicamente entre 10 y 40 días.

De acuerdo con algunas modalidades, las macroalgas se cultivan en el estanque de cultivo de 200 a 500 m³ durante 5 a 25 semanas.

10 De acuerdo con ciertos aspectos ilustrativos que no están de acuerdo con la invención y que se presentan solamente con propósitos ilustrativos, el medio de cultivo se complementa con 0,5 a 4 g de nitrógeno por m² por día y 0,2 a 1,0 g de fosfato por m² por día. El suplemento de nutrientes al medio de cultivo puede realizarse mediante el uso de cualquier método y/o aparato conocido en la técnica. De acuerdo con ciertos aspectos, los nutrientes se complementan mediante el uso de un sistema de goteo automatizado. Es de gran importancia mantener una
15 concentración equilibrada de nutrientes y un cierto intervalo de pH. De acuerdo con ciertos aspectos, tal equilibrio se mantiene al gotear los nutrientes en el medio de cultivo solamente durante el día, cuando las macroalgas son fotosintéticamente activas.

20 El pH del medio de cultivo en todo el sistema se mantiene más abajo de 9,5. La temperatura del agua de mar prístina puede mantenerse a cualquier temperatura entre aproximadamente 2 °C y aproximadamente 30 °C. De acuerdo con ciertas modalidades, la temperatura del agua de mar prístina se mantiene de 20 a 25 °C, típicamente a 22 °C. Una de las ventajas del método de la presente invención reside en que el pH y la temperatura del medio de crecimiento se mantienen constantes en todo el sistema y en que se hace al cambiar el caudal de agua dentro de los tanques de inóculos y estanques de cultivo sin necesidad de añadir compuestos para ajustar el pH y/o usar
25 dispositivos de calefacción o refrigeración.

El caudal de agua depende, por tanto, del volumen del medio de cultivo y de la etapa de crecimiento de las macroalgas. De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, el caudal de agua dentro del tanque de inóculos es de 0,1 a 0,5 m³/h; el caudal de agua dentro del estanque de cultivo de 5 a 10 m³ es de 0,5 a 1,5 m³/h; el caudal de agua
30 dentro del estanque de cultivo de 20 a 30 m³ es de 1,5 a 3 m³/h; el caudal de agua dentro del estanque de cultivo de 40 a 70 m³ es de 0,5 a 3 m³/h; y el caudal de agua dentro del estanque de cultivo de 200 a 500 m³ es de 1,0 a 2,0 m³/h.

35 Sin pretender estar ligado a ninguna teoría o mecanismo de acción específico, la configuración de los estanques de cultivo que comprenden el sistema de distribución de gas y/o la serie de tuberías de chorro de agua contribuye significativamente al alto rendimiento de las macroalgas obtenidas y a su alta calidad. Esta configuración proporciona la suspensión y circulación de las macroalgas dentro del (de los) tanque(s)/estanque(s) de cultivo de una manera que no rasga los delicados talos de las macroalgas, pero permite la exposición de toda la masa de algas a la luz solar, optimizando la tasa fotosintética de las macroalgas.

40 De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, el sistema de distribución de gas proporciona gas a una tasa de 2,5 a 3,0 m³ de gas/m² de crecimiento de algas.

45 De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, las tuberías de chorro de agua se configuran para proporcionar un flujo de agua de 0,5 a 3 m³/h.

De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, el gas es aire ambiente. De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, el aire ambiente se filtra antes de la entrada de gas para evitar la contaminación del medio de cultivo con patógenos transportados por el aire.

50 El cultivo de las macroalgas se realiza típicamente a través de las salidas de líquido que son parte del diseño del estanque de cultivo.

55 Otros objetos, características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción y de los dibujos.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es una presentación esquemática de un estanque de cultivo.

La Figura 2 es una presentación esquemática del diseño típico de estanques de cultivo.

60 Descripción detallada de la invención

65 Con referencia a la Figura 1, que proporciona una sección transversal superior de un estanque de cultivo ilustrativo, el estanque de cultivo de 200 m³ (2) contiene un sistema de distribución de gas (4) que comprende una pluralidad de tubos de gas (6) ubicados en la base (8) del estanque de cultivo a una distancia de 40 cm entre sí (10). El estanque de cultivo (2) contiene además una pluralidad de puertos de entrada de líquido (12) y puertos de salida (14).

Con referencia a la Figura 2, un diseño típico de estanques de cultivo contiene un primer estanque de cultivo que tiene un volumen de 6 m³ (16), un segundo estanque de cultivo que tiene un volumen de 18 m³ (18) y un tercer estanque de cultivo que tiene un volumen de 200 m³ (2).

5 Agua de mar prístina

El agua usada en todo el sistema de la presente invención es agua de mar de alta calidad obtenida de pozos costeros profundos. La principal ventaja de usar agua de mar de pozos costeros es la filtración natural del agua a través de las capas de arena y roca que separan el pozo del mar. El principal beneficio de usar agua de mar de pozo es que el agua obtenida está esencialmente libre de contaminantes tales como metales pesados, PCB, dioxinas (2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina (TCDD) y las dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDD) químicamente relacionadas y dibenzofuranos policlorados (PCDF)) y de cualquier especie de flora o fauna que pueda interferir con el cultivo de las macroalgas objetivo, que incluye la flora y/o fauna patógena o parasitaria. Como se usa en la presente descripción, el término "esencialmente libre de metales pesados" se refiere al contenido de metales pesados dentro de los límites aceptables para el agua potable.

De acuerdo con ciertas modalidades ilustrativas, el sistema de la presente invención comprende además un pozo costero profundo.

20 Crecimiento del inóculo

Tener inóculos de algas de alta calidad es una característica clave en el crecimiento exitoso de las macroalgas. Su crecimiento en el sistema de la presente invención asegura una fuente constante de algas de alta calidad para todas las etapas.

Se usan tanques de 100 a 200 litros en forma de media bola. Antes de cada ciclo de crecimiento, los tanques se limpian de cualquier resto orgánico, típicamente con agua o con agua y cloro. Los tanques se inspeccionan para que no incluyan ningún resto de parásitos u otras algas no deseadas u organismos de fitoplancton. Típicamente, el crecimiento del inóculo inicia en un pequeño tanque de 100 litros relleno de agua de mar prístina hasta una altura de al menos aproximadamente 50 cm (medida en el centro de la media bola). Es de gran importancia que las algas usadas para iniciar los inóculos también estén limpias de cualquier otro organismo. Por lo tanto, las macroalgas típicamente se lavan con agua y/o se cepillan suavemente. Luego se colocan las algas limpias en el tanque y el flujo de agua se ajusta de 10 a 35 litros/hora durante los primeros tres días. A partir de entonces, el caudal de agua se ajusta de acuerdo con la tasa de crecimiento de las algas y el pH del agua. Típicamente, el caudal de agua se eleva a 100 litros/h. Sin embargo, debe entenderse explícitamente que el tiempo de crecimiento y el caudal de agua dependían de las especies de algas cultivadas y de las condiciones ambientales, particularmente la temperatura del agua y del aire ambiente y la duración e intensidad de la luz solar.

Es además de gran importancia mantener los a los jóvenes de las macroalgas en el inóculo. Esto se logra mediante la fragmentación manual de la masa de algas en crecimiento.

Opcionalmente, cuando las algas dentro del tanque de inóculo alcanzan una masa de al menos 0,6 kg, típicamente entre 0,6 kg y 1,0 kg, la masa de algas se transfiere a un tanque de inóculo más grande de 200 litros, que contiene agua de mar prístina a una altura de al menos aproximadamente 30 cm (medido en el centro de la media pelota). El caudal de agua en el tanque de inóculo de 200 litros se ajusta de 70 a 110 litros/h durante los primeros 3 días de crecimiento de algas y a partir de entonces se ajusta de acuerdo con la tasa de crecimiento de algas observada y el pH del agua. El crecimiento continúa hasta que las algas alcanzan una masa suficiente para inocular un estanque de cultivo de 5 a 10 m³. Típicamente, cuando las algas alcanzan una masa total de al menos 2 Kg, típicamente entre 3 Kg y 6 kg, las algas se cosechan para servir como inóculos del estanque de cultivo de 5 a 10 m³.

A veces, el crecimiento del inóculo requiere la adición de nitrógeno y fósforo. Las cantidades añadidas son las añadidas al (a los) tanque(s) de inóculo de 2 g de nitrógeno por m² por día y 0,6 g de fósforo por m² por día. Se añade nitrógeno como sulfato amónico (NH₄)₂SO₄ (21 % N) y fósforo como fosfato monoamónico (NH₄H₂PO₄) mediante el uso de un sistema de goteo.

55 Estanque de cultivo de 5 a 10 m³

Los requisitos de limpieza de los estanques de cultivo y de las algas deben mantenerse durante todo el proceso de crecimiento, es decir, los estanques y las algas deben limpiarse de cualquier resto orgánico y/u organismos no deseados.

El estanque de cultivo que tiene un volumen de 5 a 10 m³, típicamente con un volumen de 6 m³ se rellena con agua de mar prístina del reservorio de manera que la altura del agua no exceda los 100 cm, típicamente la altura que es de aproximadamente 85 cm. Se añade inóculo de algas de al menos 3 Kg. El estanque de cultivo de 5 a 10 m³ puede recibir inóculo de 3 a 10 Kg mientras mantiene una buena tasa de crecimiento y obteniendo algas de buena calidad. La masa de inóculo óptima es típicamente entre 4 y 5 kg.

La circulación, suspensión y distribución uniforme de las algas se logra mediante la operación del sistema de distribución de gas, típicamente a una tasa de suministro de aire de 2,5 a 3,0 m³/m² y/o, mediante la operación de tuberías de chorro de agua, típicamente a un flujo de chorro de agua de 1 a 3 m³/h. Cuando se requiera, se añade nitrógeno y fósforo como se describe anteriormente para el tanque de inóculo. Las macroalgas se cultivan en el estanque de cultivo de 5 a 10 m³ para alcanzar una masa fresca de 10 a 60 kg. El flujo de agua para soportar un crecimiento óptimo se establece en 1 m³/h. La duración requerida para alcanzar la masa de algas deseada depende de las condiciones ambientales, particularmente de la duración del día. Típicamente, la masa de algas se alcanza dentro de aproximadamente 7 días de crecimiento en Israel durante el tiempo de verano y dentro de aproximadamente 14 días en Israel durante el tiempo de invierno. Típicamente, se cosechan de 10 a 50 kg de masa de algas frescas del estanque de cultivo de 5 a 10 m³.

Estanque de cultivo de 20 a 30 m³

El estanque de cultivo que tiene un volumen de 20 a 30 m³, típicamente que tiene un volumen de 18 m³ se rellena con agua de mar prístina del reservorio. En cuanto al estanque de cultivo de 5 a 10 m³, la altura del agua de mar se mantiene hasta 100 cm, típicamente la altura que es de aproximadamente 85 cm y el flujo de agua se establece en 2 m³/h. Las macroalgas cultivadas en el estanque de cultivo de 20 a 30 m³ pueden formar el material de inicio para los estanques de cultivo más grandes, de 40 a 70 m³ y/o para los de 200 a 500 m³ o pueden cosecharse para el procesamiento posterior del producto de macroalgas. También puede realizarse una cosecha parcial de manera que el material restante en el estanque de cultivo de 20 a 30 m³ forme un iniciador para una segunda cosecha del mismo estanque. Pueden realizarse varias rondas de cosecha en el estanque de cultivo de 20 a 30 m³; el número de cosechas depende de la tasa de crecimiento de las algas y de la calidad de las macroalgas producidas. Típicamente, la masa fresca de algas de aproximadamente 100 a 200 kg se produce dentro de los 7 días (tiempo de verano de Israel) o dentro de los 14 a 21 días (tiempo de invierno de Israel).

La circulación, suspensión y distribución uniforme de las algas y la adición nutricional se realizan como se describe anteriormente.

Estanque de cultivo de 40 a 70 m³

Opcionalmente, un estanque de cultivo que tiene un volumen de 40 a 70 m³ también forma parte de los sistemas y métodos de la presente invención. El estanque de cultivo, que típicamente tiene un volumen de 54 m³, se rellena con agua de mar prístina del reservorio. En cuanto a los estanques de cultivo anteriores, la altura del agua de mar se mantiene hasta 100 cm, típicamente en aproximadamente 85 cm. El flujo de agua se establece en aproximadamente 0,8 m³/h (tiempo de invierno de Israel) o en 2 m³/h (tiempo de verano de Israel). La masa de algas cosechada del estanque de cultivo de 40 a 70 m³ puede servir como material de inicio para el(los) estanque(s) adicional(es) o puede cosecharse. Típicamente, las macroalgas cultivadas en el estanque de cultivo de 40 a 70 m³ forman el material de inicio para los estanques de cultivo más grandes de 200 a 500 m³ o pueden cosecharse para el procesamiento posterior del producto de macroalgas. También puede realizarse una cosecha parcial de manera que el material restante en el estanque de cultivo de 40 a 70 m³ forme un iniciador para una segunda cosecha del mismo estanque. Pueden realizarse varias rondas de cosecha en el estanque de cultivo de 40 a 70 m³; el número de cosechas depende de la tasa de crecimiento de las algas y de la calidad de las macroalgas producidas. Típicamente, la masa fresca de algas promedio obtenida anualmente de este estanque de cultivo es de aproximadamente 300 a 400 kg.

La circulación, suspensión y distribución uniforme de las algas y la adición nutricional se realizan como se describe anteriormente.

Estanque de cultivo de 200 a 500 m³

El estanque de cultivo de 200 a 500 m³ forma el mayor volumen de crecimiento en el sistema de la presente invención. El volumen de este estanque de cultivo es típicamente de aproximadamente 200 m³, pero también pueden usarse estanques más grandes de 500 m³ y hasta 1000 m³. El flujo de agua se establece típicamente en 1,4 m³/h. La masa de algas cosechada del estanque de cultivo de 20 a 30 m³ y/o del estanque de cultivo de 40 a 70 m³ sirve como el material de inicio. Las macroalgas se cultivan en el estanque de cultivo de 200 a 500 m³ a una densidad de algas de aproximadamente 1,5 a 2 kg/m², lo que proporciona varias cosechas. Típicamente, se produce una masa fresca de algas de aproximadamente 500 a 600 kg dentro de aproximadamente 6 semanas (tiempo de verano) o dentro de 12 semanas (tiempo de invierno) en cultivo a un volumen de 200 m³.

Ejemplos

Ejemplo 1: Producción de *Ulva* Lote GH 6/7

El crecimiento se inició en un pequeño tanque de inóculo de 0,5 m³. Se inocularon 150 gr de las algas de un tamaño promedio de 2 a 15 cm² en el tanque pequeño y se dejaron crecer durante 13 días. La fragmentación manual de las algas en crecimiento para mantener el tamaño en 2 a 15 cm² se hizo según fue necesario, típicamente una vez al

día. La tasa de crecimiento promedio fue de 510 gr/m²/día. Las algas alcanzaron un peso de 2,15 Kg. Se transfirieron 700 gr de esta masa a un tanque de inóculo más grande (1,5 a 2 m³) y se continuó el crecimiento durante 10 días adicionales. La tasa de crecimiento medida fue de 440 gr/m²/día y se produjo un peso total de algas de 4,24 kg. En el 11^{no} día se transfirió toda la masa de algas a un primer estanque de cultivo de 6 m². Las algas se cultivaron en este estanque de cultivo durante 13 días a una tasa de crecimiento promedio de 200 gr/m²/día. Después de un total de 36 días de crecimiento, la masa de algas completa (20 kg) se transfirió a un segundo estanque de cultivo de 18 m². Después de 18 días adicionales de crecimiento a una tasa de crecimiento promedio de 120 gr/m²/día, se cosecharon las algas. Se obtuvo un rendimiento total de 70 Kg después de un período de crecimiento total (desde el primer inóculo) de 54 días.

Ejemplo 2: Producción de Ulva Lote GH 3/4

El crecimiento se inició en un pequeño tanque de inóculo de 0,5 m³. Se inocularon 150 gr de Ulva (lote GH 3/4) de un tamaño promedio de 2 a 15 cm² en el tanque pequeño y se dejaron crecer durante 15 días. La fragmentación de las algas en crecimiento para mantener el tamaño en 2 a 15 cm² se hizo manualmente según fue necesario, típicamente una vez al día. La tasa de crecimiento promedio fue de 180 gr/m²/día. En el día 16 las algas alcanzaron el peso de 950 gr. Se transfirieron 150 gr de esta masa a un tanque de inóculo más grande y se continuó el crecimiento durante 20 días adicionales. La tasa de crecimiento medida fue de 180 gr/m²/día y se produjo un peso total de algas de 4,63 kg. En el 21^{mo} día se transfirió toda la masa de alga a un primer estanque de cultivo de 6 m². Las algas se cultivaron en el primer estanque de cultivo durante 18 días a una tasa de crecimiento promedio de 110 gr/m²/día. La masa de algas completa obtenida (17 Kg) se transfirió a un segundo estanque de cultivo de 18 m². Después de 21 días adicionales de crecimiento a una tasa de crecimiento promedio de 80 gr/m²/día, se cosecharon las algas. Se obtuvo un rendimiento total de 56,4 Kg después de un período de crecimiento total (desde el primer inóculo) de 74 días.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema terrestre para la producción de macroalgas, comprendiendo el sistema:
 - 5 un reservorio que contiene agua de mar prístina, caracterizado porque el agua de mar prístina se obtiene de al menos un pozo costero profundo;
 - al menos un tanque de inóculo que comprende al menos uno de un sistema de distribución de gas, un sistema de chorro de agua o una combinación de los mismos, conteniendo el al menos un tanque de inóculo un medio de cultivo y trozos de talos jóvenes de macroalgas, en el que
 - 10 el medio de cultivo consiste en el agua de mar prístina del reservorio; y
 - al menos un estanque de cultivo que comprende al menos uno de un sistema de distribución de gas, un sistema de chorro de agua o una combinación de los mismos, conteniendo el al menos un estanque de cultivo un medio de cultivo y macroalgas, en el que el medio de cultivo consiste en el agua de mar prístina del reservorio; en el que el agua de mar prístina está esencialmente libre de contaminación con metales pesados,
 - 15 bifenilos policlorados (PCB), dioxinas y patógenos y en el que el agua de mar prístina es rica en minerales esenciales seleccionados del grupo que consiste en calcio, magnesio, carbonatos y cualquier combinación de los mismos.
2. El sistema terrestre de la reivindicación 1, en el que la temperatura del agua de mar prístina es de aproximadamente 2 °C a aproximadamente 30 °C, preferentemente en el que la temperatura del agua de mar prístina es una temperatura constante de aproximadamente 20 °C a aproximadamente 25 °C. C, con mayor preferencia en el que la temperatura del agua de mar prístina es de aproximadamente 22 °C.
3. El sistema terrestre de la reivindicación 1, en el que el tanque de inóculo tiene forma de media bola o en el que el tanque de inóculo tiene un volumen de 0,5 a 3 metros cúbicos (m³); o
- 25 en el que el sistema comprende además una malla que cubre el al menos un tanque de inóculo y/o estanque de cultivo.
4. El sistema terrestre de la reivindicación 1, en el que la abertura del estanque de cultivo tiene una configuración de cuadrilátero, preferentemente en el que la forma del estanque de cultivo se selecciona del grupo que consiste en forma de U y cubo o
- 30 en el que el medio de cultivo abarca desde aproximadamente el 80 % hasta aproximadamente el 90 % del volumen del estanque de cultivo.
5. El sistema terrestre de la reivindicación 1, en el que el sistema de distribución de gas comprende un dispositivo de fuente de gas y una pluralidad de tubos de gas que comprenden al menos una entrada de gas y una pluralidad de salidas de gas, en el que la pluralidad de tubos de gas se posiciona a lo largo de la base del estanque de cultivo, preferentemente en el que el gas es aire.
- 40 6. El sistema terrestre de la reivindicación 1, en el que el sistema de chorro de agua comprende una serie de tuberías de chorro de agua conectadas por al menos una posición de tubería de agua a lo largo de las paredes del estanque o
- en el que el estanque de cultivo comprende uno o más puertos de líquido que actúan como entradas y/o salidas para el paso de líquido hacia y desde dicho estanque de cultivo o en el que dicho sistema comprende una
- 45 pluralidad de tanques de inóculo y/o estanques de cultivo, preferentemente en el que dicho el sistema comprende al menos un estanque de cultivo que tiene un volumen de 5 a 10 metros cúbicos; al menos un estanque de cultivo que tiene un volumen de 20 a 30 metros cúbicos; y al menos un estanque de cultivo que tiene un volumen de 200 a 500 metros cúbicos.
- 50 7. El sistema terrestre de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el pH del medio de cultivo se mantiene más abajo de 9,5 o
- En donde la macroalga es de un género seleccionado del grupo que consiste en Ulva, Porphyra, Laminaria, Undaria, Eucheuma, Gracillaria, Sargassum, Codium, Furcellaria, Cladophora, Ascophyllum y Palmaria.
- 55 8. Un método para cultivar macroalgas, comprendiendo el método:
 - a) proporcionar al menos un tanque de inóculo que tiene un volumen de 0,5 a 3,0 metros cúbicos (m³), que contiene un medio de cultivo que consiste en agua de mar prístina, caracterizado porque el agua de mar prístina se obtiene de al menos un pozo costero profundo, porque el agua de mar prístina está
 - 60 esencialmente libre de contaminación con metales pesados, bifenilos policlorados (PCB), dioxinas y patógenos y porque el agua de mar prístina es rica en minerales esenciales seleccionados del grupo que consiste en calcio, magnesio, carbonatos y cualquier combinación de los mismos;
 - b) inocular el tanque de inóculo con aproximadamente 100 a 200 g de talos jóvenes fragmentados de una macroalga;

- 5 c) cultivar la macroalga dentro del tanque de inóculos para alcanzar una masa fresca total de inóculo de macroalgas de aproximadamente 2 a 15 kg;
- 5 d) transferir la masa de inóculo de macroalgas o una parte de la misma a un estanque de cultivo que tiene un volumen de 5 a 10 m³ que comprende un sistema de distribución de gas de operación y/o una serie de tuberías de chorro de agua de operación, que contiene un medio de cultivo que consiste en el agua de mar prístina;
- 10 e) cultivar la masa de inóculo de macroalgas dentro del estanque de cultivo de 5 a 10 m³ para alcanzar una masa fresca total de macroalgas de aproximadamente 10 a 60 kg;
- 10 f) transferir la masa de macroalgas o una parte de la misma a un estanque de cultivo que tiene un volumen de 20 a 30 metros cúbicos que comprende un sistema de distribución de gas de operación y/o una serie de tuberías de chorro de agua de operación, que contiene un medio de cultivo que consiste en el agua de mar prístina;
- 15 g) cultivar las macroalgas dentro del estanque de cultivo de 20 a 30 m³ para alcanzar una masa fresca total de macroalgas de aproximadamente 100 a 200 kg;
- 15 h) cosechar la masa de macroalgas; u opcionalmente
- 20 i) transferir al menos parte de la masa de macroalgas del estanque de cultivo de 20 a 30 m³ a un estanque de cultivo que tiene un volumen de 200 a 500 m³ que comprende un sistema de distribución de gas de operación y/o una serie de tuberías de chorro de agua de operación, que contiene un medio de cultivo que consiste en el agua de mar prístina;
- 20 j) cultivar las macroalgas dentro del estanque de cultivo de 200 a 500 m³ para alcanzar una masa fresca total de macroalgas de al menos 400 a 1000 kg; y
- k) cosechar la masa fresca de macroalgas.
- 25 9. El método de la reivindicación 8, en el que la etapa (i) comprende
- 30 i. transferir al menos parte de la masa de macroalgas del estanque de cultivo de 20 a 30 m³ a un estanque de cultivo que tiene un volumen de 40 a 70 m³ que comprende un sistema de distribución de gas de operación y/o una serie de tuberías de chorro de agua de operación, que contiene un medio de cultivo que consiste en el agua de mar prístina;
- 30 ii. cultivar las macroalgas dentro del estanque de cultivo de 40 a 70 m³ para alcanzar una masa fresca de macroalgas de aproximadamente 100 a 200 kg;
- 35 iii. cosechar la masa de macroalgas; u opcionalmente
- 35 iv. transferir al menos parte de la masa de macroalgas del estanque de cultivo de 40 a 70 m³ a un tercer estanque de cultivo que tiene un volumen de 200 a 500 metros cúbicos que comprende un sistema de distribución de gas de operación y/o una serie de tuberías de chorro de agua de operación, que contiene un medio de cultivo que consiste en el agua de mar prístina.
- 40 10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 9, en el que el cultivo de la macroalga dentro del tanque de inóculos en la etapa (c) comprende además la fragmentación de las macroalgas cultivadas en piezas de 2 a 15 cm² o
- 45 en el que al menos el 85 % del talo de macroalgas cosechado está intacto,
- 45 o en el que el contenido de proteínas y/o minerales dentro de las macroalgas cosechadas es mayor en comparación con el contenido de proteínas y/o nutrientes dentro de las macroalgas de la misma especie cultivadas en la naturaleza o cosechadas de la naturaleza, preferentemente en el que las macroalgas cosechadas comprenden al menos 20 % de proteínas sobre el peso seco total de las macroalgas o
- 50 en el que la macroalga es del género *Gracilaria*;
- 50 o en el que la macroalga es del género *Ulva*, preferentemente en el que la *Ulva* cosechada tiene una superficie de talo promedio de aproximadamente 20 cm².
- 55 11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que la temperatura del agua de mar prístina es una temperatura constante de 20 °C a 25 °C o
- 55 en el que las macroalgas se cultivan en el tanque de inóculo durante 6 a 30 días o
- 55 en el que las macroalgas se cultivan en el estanque de cultivo de 5 a 10 m³ durante 6 a 45 días; o
- 55 en el que las macroalgas se cultivan en el estanque de cultivo de 20 a 30 m³ durante al menos 7 días; o
- 55 en el que las macroalgas se cultivan en el estanque de cultivo de 200 a 500 m³ durante 5 a 25 semanas; o
- 60 en el que las macroalgas se cultivan en el estanque de cultivo de 40 a 70 m³ durante al menos 10 días; o
- 60 en el que el sistema de distribución de gas proporciona gas a una tasa de 2,5 a 3,0 m³gas/m² de crecimiento de algas; o
- 60 en el que las tuberías de chorro de agua proporcionan un flujo de chorro de agua de 1 a 3 m³/h.

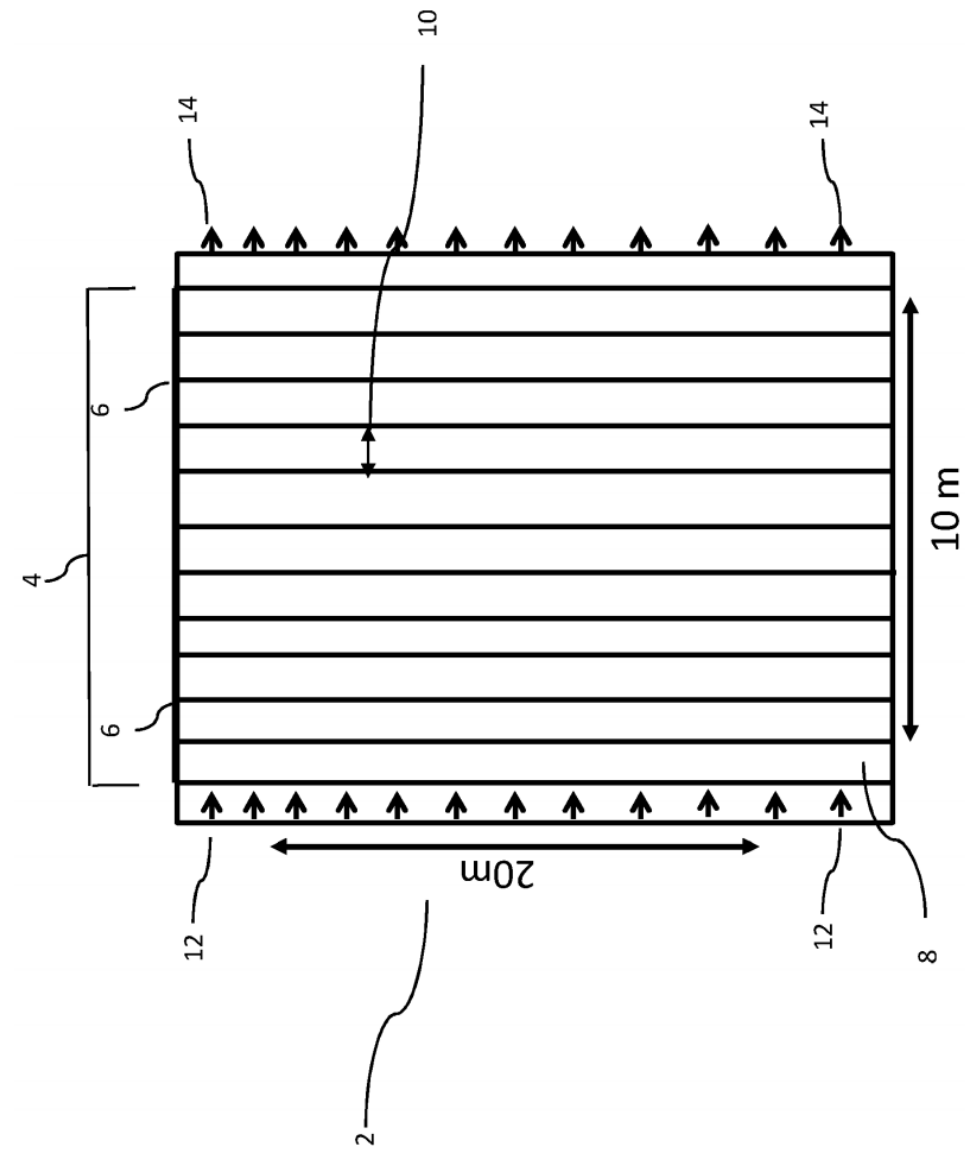


Figura 1

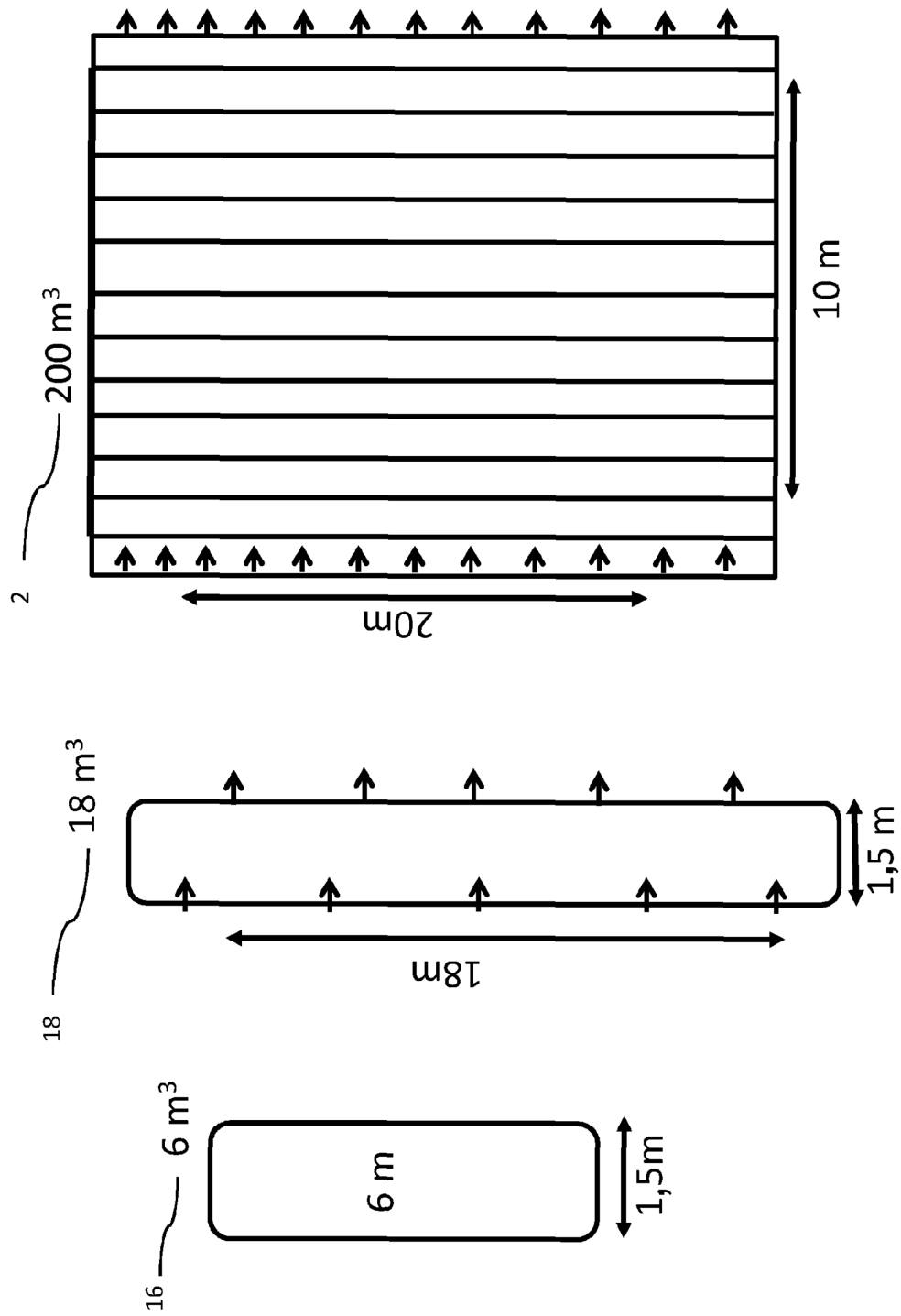


Figura 2