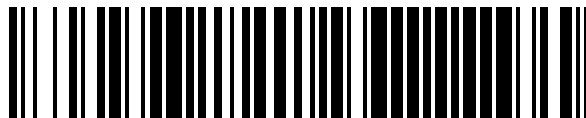


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 329 517**

21 Número de solicitud: 202630359

51 Int. Cl.:

A01G 33/00 (2006.01)

C12M 1/24 (2006.01)

C12N 1/12 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

19.02.2026

43 Fecha de publicación de la solicitud:

22.05.2026

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE VIGO (100,00%)
Campus Universitario s/n
36310 Vigo (Pontevedra) ES**

72 Inventor/es:

**BLANCA SÚJAR, Rocío;
SOUTO CASAS, Antonio;
TEIRA GONZÁLEZ, Eva María y
FERNÁNDEZ SUÁREZ, Emilio**

54 Título: **CILINDRO SEPARADOR DE CULTIVOS**

ES 1 329 517 U

DESCRIPCIÓN

CILINDRO SEPARADOR DE CULTIVOS

5 **SECTOR DE LA TÉCNICA**

La presente invención pertenece al campo de la investigación en Biotecnología y Ciencias Ambientales.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Diversos estudios han intentado discernir la compleja relación que mantienen ciertos tipos de microorganismos, como las bacterias, con diversas especies de fitoplancton (Azam & Malfatti 2007; Seymour et al. 2017). Se ha demostrado que la comunicación celular juega un papel esencial en el crecimiento y la supervivencia de muchas especies de organismos unicelulares, ya que dependen de otros organismos, en especial de su microbioma bacteriano, para obtener diversos recursos que ellos mismos no son capaces de sintetizar u obtener directamente del medio (Fuhrman 2009; Buchan et al. 2014). Este traspaso de sustancias puede ocurrir mediante difusión, a través de vesículas extracelulares, o incluso mediante interacciones tróficas directas, ya que algunas especies de fitoplancton, como los dinoflagelados, son capaces de predar activamente sobre células bacterianas (Johnson 2015; Gunderson et al. 2017). El estudio de estas interacciones es particularmente complejo, y entender cómo estas relaciones modelan y estructuran las comunidades microbianas sigue siendo un reto importante en ecología (Worden et al. 2015; Caron et al. 2017). La relación mutualista general entre el fitoplancton y las bacterias, basada en el intercambio de materia orgánica disuelta (MOD) y nutrientes, así como en la competencia por los recursos, está ampliamente descrita (Cole 1982; Bratbak & Thingstad 1985; Danger et al. 2007). Sin embargo, relaciones más específicas, como aquellas mediadas por el intercambio de moléculas concretas que pueden actuar como factores de crecimiento o inhibidores, han recibido comparativamente menos atención (Seyedsayamdost et al. 2011; Amin et al. 2015; Cooper et al. 2019). Para profundizar en la comprensión de estas interacciones, es fundamental comparar el comportamiento de las comunidades de bacterias y fitoplancton en cuando se encuentran juntas o separadas por una barrera física. Este

enfoque experimental facilita distinguir los efectos puramente químicos o mediados por metabolitos de aquellos derivados de la depredación u otras interacciones que requieren contacto (Tang et al. 2001; Pernthaler 2005). Dado que este tipo de interacciones químicamente mediadas pueden modular procesos como la sucesión ecológica, la dinámica de floraciones algales nocivas (HABs) y la disponibilidad de nutrientes en los ecosistemas acuáticos, su estudio resulta clave para comprender y predecir los cambios en la estructura y el funcionamiento de las comunidades microbianas en un océano en constante cambio

En trabajos previos se han empleado bolsas de diálisis con un tamaño de poro de 12–14 kDa como sistema de separación física en experimentos diseñados para evaluar interacciones microbianas, ya que permiten el intercambio de moléculas, pero no de partículas, evitando así cualquier tipo de interacción trófica directa entre los compartimentos. Este tipo de aproximaciones se ha utilizado ampliamente en estudios de trasplante de comunidades bacterianas, incubaciones de fitoplancton y ensayos eco-evolutivos en condiciones controladas (Muren et al., 2005; Brockhurst et al., 2025; Riemann et al., 2018; Kieft et al., 2025). Además, estos sistemas de co-cultivo presentan ventajas claras frente a otros enfoques como el *direct mixing* o las *Transwell*®, ya que permiten controlar mejor la interacción indirecta entre comunidades, minimizan los sesgos asociados al contacto físico o a la competencia desigual por nutrientes y facilitan el seguimiento independiente de cada compartimento. Esto los convierte en herramientas más versátiles y reproducibles para evaluar interacciones microbianas en condiciones controladas (Muren et al., 2005; Brockhurst et al., 2025; Riemann et al., 2018; Kieft et al., 2025).

Sin embargo, durante la realización de ensayos de trasplante orientados a estudiar la interacción entre una comunidad bacteriana natural y un cultivo axénico de la microalga tóxica *Alexandrium minutum*, se observó que estas bolsas liberaban cantidades significativas de carbono orgánico disuelto al medio experimental. Este fenómeno provocaba un crecimiento bacteriano desproporcionado en las proximidades de las bolsas, lo que imposibilitaba la comparación objetiva con los tratamientos en los que no se utilizaban dichos dispositivos. Este tipo de limitaciones podría evitarse mediante el uso de sistemas de cocultivo que separasen ambos medios mediante una barrera física estable, como una membrana semipermeable, similar a la utilizada en estudios de transporte osmótico (tipo “Transwell ®”). No obstante, los volúmenes empleados en estos sistemas descritos en la bibliografía son reducidos; únicamente se ha identificado

un dispositivo comparable con una capacidad de 500 mL, desarrollado en 2012 por Carsten Paul y colaboradores, que permite el co-cultivo de comunidades de fitoplancton y bacterias.

5

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un biorreactor destinado a la separación física de cultivos de microorganismos, especialmente microalgas y bacterias, permitiendo su co-cultivo sin contacto directo entre ellos, pero manteniendo el intercambio controlado de moléculas disueltas. El dispositivo está constituido por dos cámaras cilíndricas de metacrilato, dispuestas de forma opuesta, en cuyo interior se alojan los cultivos, y entre las cuales se dispone una membrana de policarbonato con tamaño de poro seleccionable. Dicha membrana permite el paso de moléculas orgánicas e inorgánicas, al tiempo que impide el tránsito de células o de determinados grupos celulares en función de su tamaño.

El desarrollo del presente biorreactor surge con el objetivo de superar las limitaciones asociadas a los sistemas de separación física utilizados hasta la fecha en estudios de interacción microbiana, los cuales alteraban la composición química del medio o introducían sesgos derivados de la liberación de compuestos. En particular, se pretendía garantizar la separación física entre cultivos de *Alexandrium minutum* y bacterias procedentes de agua de mar, sin interferir en las condiciones fisicoquímicas del entorno ni afectar al crecimiento microbiano.

25

El dispositivo propuesto está inspirado en el sistema descrito en Paul, Mausz et al. (2012), basado en recipientes de vidrio enfrentados. No obstante, dicho sistema no es de carácter comercial, presenta un elevado coste de fabricación y una mayor fragilidad estructural, además de una limitada capacidad de escalado. Por el contrario, la fabricación del biorreactor objeto de la presente invención en metacrilato aporta ventajas significativas, tales como una mayor resistencia mecánica, menor riesgo de rotura, facilidad de mecanizado, reducción de costes de producción y la posibilidad de implementar diseños modulares y estancos de elevada precisión, lo que favorece su reutilización y adaptación a distintas configuraciones experimentales.

35

En una realización preferente, el biorreactor comprende dos cámaras cilíndricas con un volumen interno comprendido preferentemente entre 0,5 L y 2 L por cámara, siendo una configuración particularmente eficaz la de 1,1 litros. Dichas cámaras se encuentran separadas por un filtro semipermeable con un diámetro comprendido preferentemente
5 entre 47 mm y 120 mm, siendo especialmente preferido un diámetro aproximado de 90 mm. El filtro queda fijado de manera estanca mediante un conjunto de sellado compuesto por al menos una junta tórica, una junta plana y un sistema de compresión mecánica mediante tornillería, garantizando la hermeticidad y estabilidad del conjunto. La membrana permite el paso de agua y moléculas disueltas entre ambas cámaras y,
10 en función del tamaño de poro seleccionado, posibilita el tránsito selectivo de células de determinadas dimensiones, bloqueando el paso de otras.

El biorreactor incorpora, además, al menos una toma de muestreo en cada cámara que permite la introducción o extracción de muestras de forma segura, manteniendo en todo
15 momento las condiciones de esterilidad del sistema. Esta configuración resulta eficaz para la separación física de células, incluidas células procariotas, evitando la liberación de compuestos no deseados al medio experimental y garantizando un intercambio controlado entre compartimentos.

El dispositivo permite, por tanto, trabajar con dos comunidades microbianas independientes, asegurando la separación física de los organismos y evitando interacciones tróficas directas, como la bacterivoría, al tiempo que se mantiene el intercambio de nutrientes y metabolitos disueltos. Su diseño robusto, versátil y reproducible constituye un avance significativo en los sistemas de co-cultivo empleados
20 en microbiología, aportando una herramienta fiable para el estudio de interacciones microbianas en condiciones controladas. Asimismo, los investigadores desarrolladores de este invento tienen constancia de que otros especialistas en ecología microbiana marina han manifestado interés en disponer de un dispositivo de estas características para realizar experimentos análogos con distintas especies y organismos. Todo ello
25 evidencia que el dispositivo posee un alto potencial de aplicación y una utilidad significativa dentro de este ámbito de investigación.
30

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Figura 1. Plano técnico del Cilindro de Separación de Cultivos (CSC) en vista lateral, donde se muestran todas las piezas numeradas del conjunto: 1) anillo para junta tórica; 2) anillo para junta plana; 3) junta tórica de 76 × 3 mm; 4) junta plana; 5) tubo con alojamiento para junta tórica (cámara cilíndrica izquierda); 6) tubo con alojamiento para junta plana (cámara cilíndrica derecha); 7) tapas; 8) tomas de muestreo; y 9) filtro de policarbonato de 90 mm de diámetro. El plano muestra la disposición general del ensamblaje y la posición del filtro central.

10

Figura 2. Plano técnico del Cilindro de Separación de Cultivos (CSC) en vista frontal, donde se muestran todas las piezas numeradas visibles desde esta perspectiva: 2) anillo para junta plana; 7) tapas y 8) tomas de muestreo.

Figura 3. Vista transversal del modelo en 3D del *Cilindro de Separación de Cultivos* (CSC). Esta proyección permite observar la disposición interna de las dos cámaras, así como 9) el filtro central de separación, que mantiene ambos compartimentos físicamente aislados mientras permite el intercambio de agua y moléculas disueltas. Se representa también la 4) junta plana.

20

Figura 4. Vista superior del modelo en 3D del *Cilindro de Separación de Cultivos* (CSC). En esta representación se aprecia la disposición de las dos cámaras cilíndricas y el módulo central donde se aloja el filtro de separación, lo que permite visualizar la estructura general del dispositivo desde arriba y la distribución de sus componentes principales.

25

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

30 La presente invención se refiere a un Cilindro de Separación de Cultivos (CSC) diseñado para permitir el co-cultivo de microorganismos en condiciones de separación física, evitando el contacto directo entre ellos, pero permitiendo el intercambio de agua y moléculas disueltas.

35 Tal como se muestra en la Figura 1, en una realización preferente el CSC está

compuesto por dos cámaras cilíndricas (5 y 6) fabricadas en metacrilato, dispuestas de forma opuesta y axial, con un volumen de 1,1 L cada una. Estas cámaras se encuentran unidas mediante un módulo central que aloja un filtro semipermeable (9), preferentemente de policarbonato hidrofílico, con un diámetro de 90 mm. Este filtro
5 permite el paso de moléculas disueltas y, dependiendo del tamaño de poro seleccionado, el tránsito selectivo de células de un tamaño determinado mientras se bloquea el de otras.

El filtro (9) queda fijado de manera hermética mediante un anillo para junta tórica (1) y un anillo para junta plana (2), junto con una junta plana (4) y una tórica de goma de
10 76 × 3 mm (3), que aseguran el cierre y evitan fugas de agua entre las cámaras. Las tapas (7), situadas en los extremos de cada cámara, están selladas de forma permanente mediante adhesivo de metacrilato, garantizando la estanqueidad del dispositivo. Las tomas (8), ubicadas en la parte superior, permiten la introducción de
15 muestras o la extracción de medio de cultivo sin comprometer la esterilidad del sistema.

El diseño modular del CSC posibilita su adaptación a diferentes configuraciones experimentales. Por ejemplo, con un filtro (9) de 0,2 µm de poro se logra mantener completamente aisladas células procariotas en una cámara y eucariotas en la otra,
20 mientras que filtros de mayor tamaño de poro (p. ej., 3 – 5 µm) pueden emplearse para discriminar grupos funcionales microbianos de mayor tamaño.

Aplicación industrial:

25 El CSC es aplicable en estudios de microbiología, ecología microbiana y biotecnología, especialmente en experimentos que requieran analizar interacciones entre comunidades o especies sin contacto físico. Su diseño robusto y reutilizable lo convierte en una herramienta idónea para laboratorios de investigación oceanográfica, análisis de floraciones de microalgas, estudios de resistencia bacteriana y otros co-cultivos en
30 sistemas acuáticos.

REIVINDICACIONES

1. Cilindro de separación para el co-cultivo de microorganismos, caracterizado por comprender dos cámaras cilíndricas (5, 6) dispuestas de forma opuesta y en disposición axial, unidas mediante un módulo central que incorpora un filtro de separación (9), estando dicho filtro configurado para permitir el paso de agua y moléculas disueltas entre ambas cámaras y para impedir el contacto físico directo entre los microorganismos contenidos en cada una de ellas.
2. Cilindro de separación según la reivindicación 1, caracterizado porque el filtro (9) está constituido por una membrana semipermeable de material seleccionado entre policarbonato, poliamida, politetrafluoroetileno (PTFE), polietersulfona u otros materiales funcionalmente equivalentes, presentando un tamaño de poro seleccionable y un diámetro comprendido preferentemente entre 47 mm y 120 mm, siendo particularmente preferido un diámetro aproximado de 90 mm.
3. Cilindro de separación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las cámaras cilíndricas (5, 6) están fabricadas en metacrilato y presentan un volumen interno comprendido preferentemente entre 0,5 L y 2 L por cámara, siendo una realización preferente de 1,1 L.
4. Cilindro de separación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el filtro (9) queda fijado de manera hermética mediante un anillo para junta tórica (1), un anillo para junta plana (2), una junta tórica (3) y una junta plana (4), así como mediante un sistema de tornillería que garantiza la estanqueidad entre ambas cámaras.
5. Cilindro de separación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las cámaras (5, 6) presentan tapas fijas (7) selladas mediante adhesivo de metacrilato, y comprenden tomas de muestreo (8) situadas en su parte superior que permiten la extracción de muestras sin comprometer la esterilidad del sistema.
6. Cilindro de separación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el filtro (9) es intercambiable, pudiendo sustituirse por filtros

con diferentes tamaños de poro para permitir o impedir el paso de células según su tamaño.

7. Cilindro de separación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
5 caracterizado por ser reutilizable.

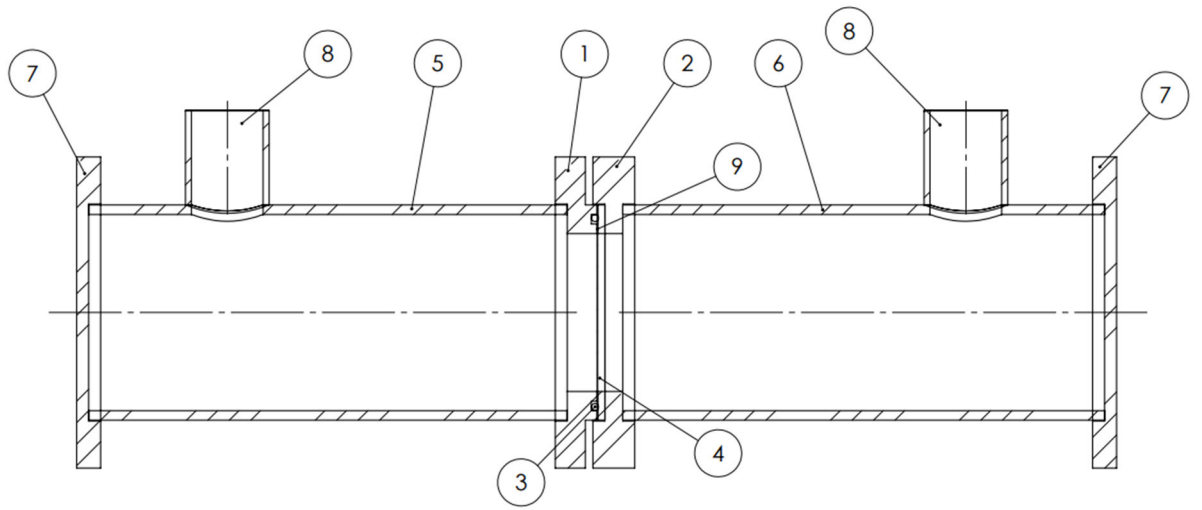


FIG. 1

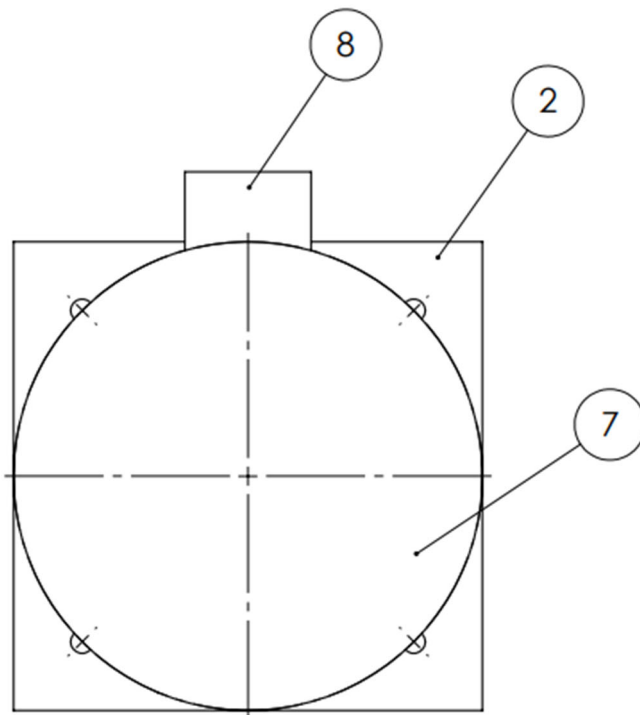


FIG. 2

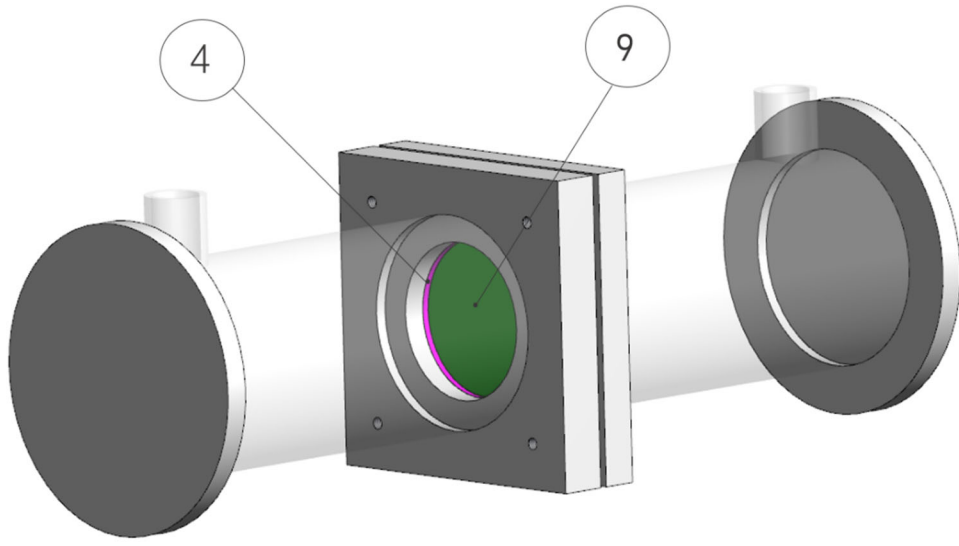


FIG. 3.

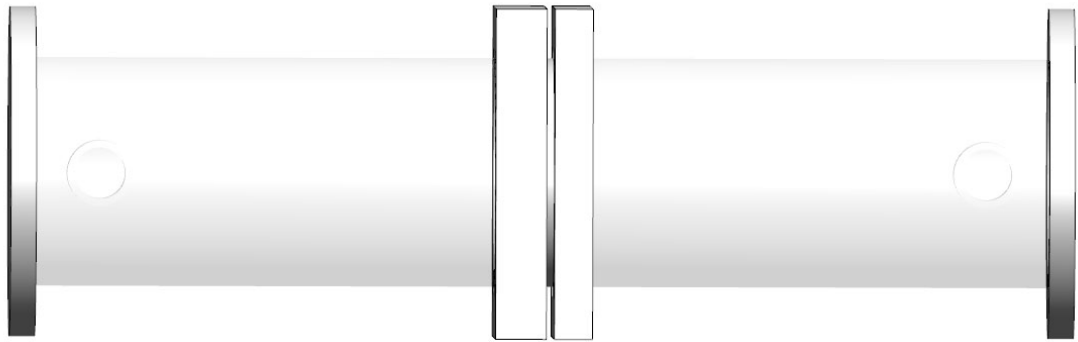


FIG. 4.