

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 992 167**

21 Número de solicitud: 202330990

51 Int. Cl.:

A01K 63/04 (2006.01)

C02F 1/46 (2013.01)

C02F 1/68 (2013.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

29.11.2023

43 Fecha de publicación de la solicitud:

09.12.2024

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

17.06.2025

Fecha de concesión:

03.07.2025

45 Fecha de publicación de la concesión:

10.07.2025

73 Titular/es:

UNIVERSIDAD DE ALICANTE (80.00%)

Carretera Alicante - San Vicente s/n

03690 Sant Vicent del Raspeig (Alicante) ES y

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

(20.00%)

72 Inventor/es:

MONTILLA JIMÉNEZ, Francisco;

MEDINA RUIZ, Francisco Javier;

SÁENZ ESPINAR, María José;

HAFED KHATIRI, Salma;

QUIJADA TOMÁS, César y

HUERTA ARRÁEZ, Francisco

74 Agente/Representante:

PADIMA TEAM, S.L.P.

54 Título: **Dispositivo de producción de calcio, alcalinidad y micronutrientes para acuarios marinos**

57 Resumen:

La invención preconiza un dispositivo de especial utilidad práctica en acuarios marinos y acuicultura, ya que posibilita la producción de calcio, alcalinidad y micronutrientes para el mantenimiento de las condiciones del acuario, con el fin de mantener los niveles necesarios para el desarrollo de organismos acuáticos. Para ello el dispositivo equipo presenta una novedad basada en un reactor electroquímico provisto de una cámara de reacción con un sustrato sólido mineral, al menos un cátodo y un ánodo separados físicamente, una fuente de alimentación y conducciones entre el acuario y los electrodos, de forma que el dispositivo de la presente invención permite acidificar una corriente de agua salada y producir la disolución del sustrato sólido o lecho mineral calcáreo, dosificando al acuario el agua rica en calcio, alcalinidad y micronutrientes, todo ello de forma sencilla y controlable sin precisar de corrientes gaseosas de CO₂.

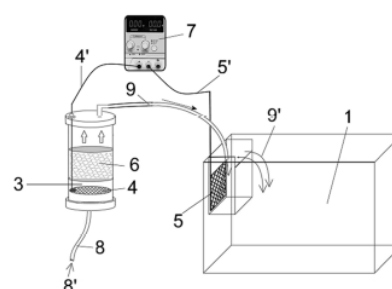


FIG. 2

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

ES 2 992 167 B2

DESCRIPCIÓN

DISPOSITIVO DE PRODUCCIÓN DE CALCIO, ALCALINIDAD Y MICRONUTRIENTES PARA ACUARIOS MARINOS

5

CAMPO DE LA INVENCION

10 La presente invención se enmarca en el campo del acondicionamiento de agua de acuarios marinos, concretamente, en el tratamiento del agua del acuario para el suministro de alcalinidad, calcio y otros micronutrientes disueltos esenciales para el mantenimiento de las condiciones del acuario, mediante el control por electrólisis en corriente continua de agua salada.

15 Más específicamente, el dispositivo de la presente invención permite acidificar una corriente de agua salada y producir la disolución de un sustrato sólido o lecho mineral calcáreo (comúnmente conocido por la expresión en inglés *Reactor Media*) y su dosificación a un acuario, con el fin de mantener los niveles adecuados de alcalinidad, calcio y otros micronutrientes, necesarios para el desarrollo de organismos acuáticos, principalmente
20 esqueletos coralinos.

Esta invención encuentra aplicación en cualquier tipo de sistema de acuicultura en recirculación, y más específicamente en el campo de la acuicultura ornamental y la acuariofilia.

25

ANTECEDENTES

Los reactores de calcio son dispositivos comerciales capaces de generar nutrientes fundamentales (Ca^{2+} , Mg^{2+} , bicarbonatos, oligoelementos, etc.) necesarios para el crecimiento
30 de corales duros formadores de arrecife.

Estos reactores pueden automatizarse y tienen un uso extendido, tanto en acuarios marinos como en acuarios de arrecife, porque fomentan el crecimiento de estos corales y aportan alcalinidad al agua.

35

Existe una gran variedad de diseños de este tipo de reactor que se encuentran disponibles comercialmente, a modo de ejemplo se conocen equipos comerciales como los divulgados en los siguientes *links* de empresas distribuidoras de productos de acuariofilia:

- 5 <https://www.cetamar.com/es/94-reactor-de-calcio;>
<https://www.icasa.com/producto/reactor-de-calcio-aqua-ocean/;>
<https://www.bulkreefsupply.com/protein-skimmers/reactors/calcium-reactors.html>

Un reactor de calcio convencional es un recipiente lleno de carbonato cálcico sólido o
10 sustratos sólidos que contienen carbonato de calcio, magnesio y otros oligoelementos. A través de este recipiente se hace circular agua del acuario a la que se añade dióxido de carbono. Este tipo de equipos se encuentran divulgados en documentos de patente o modelo de utilidad tal como el documento CN217140418U 'Calcium reactor', CN208972351U 'High-efficiency calcium reactor with strong ornamental value', US11369094B1 'Automatic calcium
15 reactor', CN2930276Y 'Calcium reactor', o CN204120013U 'Novel calcium ion reactor'.

En los equipos conocidos, la adición de dióxido de carbono reduce el pH del agua volviéndola ácida, y disolviendo el carbonato cálcico y el resto de los elementos que componen el sustrato sólido. De este modo, el flujo de agua enriquecido de estos elementos se devuelve al acuario.
20 La corriente de CO₂ gaseoso proviene de una bombona de este gas presurizado que se burbujea en una cámara que contiene el mineral. La mayor complejidad de este tipo de reactores proviene del manejo de este flujo de dióxido de carbono. Además de la bombona de CO₂ presurizado, es necesario un manorreductor, mientras que para introducir el CO₂ en el recipiente del reactor se emplean válvulas solenoides (o electroválvulas).

25 Para controlar el proceso de disolución de los sustratos es necesario el uso de una sonda de pH dentro del reactor o alternativamente un método de medida de CO₂ disuelto. La sonda de pH está acoplada a un controlador automatizado para el flujo de CO₂ para que el pH en el reactor se mantenga en el intervalo de 7.5-6.5. Si el pH cae por debajo de este nivel, el
30 controlador corta el flujo de CO₂ mediante una válvula solenoide o electroválvula. Cuando el valor de pH sube, se abre de nuevo la válvula solenoide. También es necesaria una válvula de aguja y un contador de gotas para realizar ajustes finos de la velocidad de burbujeo de CO₂.

35 El esquema de funcionamiento de la mayoría de los reactores de calcio comerciales se

encuentra divulgado, por ejemplo, en estas páginas web:

<https://www.bulkreefsupply.com/content/post/md-2021-02-what-is-a-calcium-reactor>

https://en.wikipedia.org/wiki/Calcium_reactor

5

La gran complejidad de los reactores de calcio comerciales hace que sean poco utilizados en acuariofilia, en particular en acuarios medianos y pequeños de uso doméstico u ornamental. Esto se debe fundamentalmente a la necesidad de utilizar gas CO₂ que se suele almacenar en forma de bombonas. La necesidad de tener una regulación fina del flujo de este gas implica el uso de complicados mecanismos, conducciones de gas y dispositivos de control (manorreductor, contador de gotas, electroválvulas, pH-metro acoplado a un regulador de corriente para el control de la electroválvula), tal y como se ha detallado anteriormente.

10

La extrema dificultad de este control hace que en ocasiones la dosificación de nutrientes no sea regulada de forma precisa. Esto hace necesaria la intervención de personal cualificado o entrenado en el uso de los dispositivos, para evitar incidentes por excesos de acidificación o de otros nutrientes, lo que afecta negativamente a las especies vivas presentes en el acuario, pudiendo producir su muerte.

15

En aplicaciones de mantenimiento de acuarios marinos son conocidos diversos dispositivos basados en tecnologías electroquímicas para el mantenimiento y el control de las aguas de acuarios, tal como el divulgado en el documento CN203860248U, que se refiere a un reactor electroquímico integrado por un ánodo y un cátodo separados por una malla aislante, y cuyo propósito es la eliminación de sustancias nocivas para el acuario, tales como algas o bacterias nocivas.

20

25

El documento CN105660485B divulga un método y dispositivo para el crecimiento de coral artificial, basado en la electrólisis de agua de mar para la disolución de un sustrato que contiene calcio y la deposición de cristales de carbonato cálcico sobre un marco de hierro presente en la cámara del cátodo, originándose una base de crecimiento del coral. Sin embargo, en esta divulgación no se contempla un dispositivo que aporte calcio o alcalinidad carbónica al agua de un acuario, ya que el carbonato de calcio queda retenido en el propio reactor en el cátodo.

30

Por otro lado, son conocidos otros dispositivos para la generación de agua mineral para aguas de consumo humano como los divulgados en los documentos JP2003062574A y JPH09253663A, en los que se divulga un baño electrolítico en el que se acidifica agua en el ánodo de forma que se favorece la disolución de un sustrato rico en CaCO_3 . En estas invenciones el flujo de agua acidificada procedente del ánodo se mezcla con el flujo basificado procedente del cátodo, con objeto de obtener una corriente de agua con pH neutro, apta para consumo humano, pero no para su aplicación en acuarios. Esto es debido a que el flujo de pH básico produciría la retirada parcial de los nutrientes aportados en el anolito por la acidificación del agua, fundamentalmente en forma de carbonatos insolubles, por lo que el agua obtenida no aportaría la alcalinidad carbónica requerida para un acuario.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La invención que a continuación se describe resuelve satisfactoriamente la problemática detallada, ya que permite aportar alcalinidad, calcio y otros micronutrientes por contacto con un lecho mineral calcáreo de una corriente de agua del acuario acidificada por medios electrolíticos, lo que presenta importantes ventajas respecto a los sistemas convencionales que usan corrientes gaseosas de CO_2 .

Ventajosamente, los equivalentes de ácido requeridos para la disolución de las dosis apropiadas de calcio y alcalinidad se pueden regular automáticamente de forma muy precisa, mediante un sistema de control electrónico de la corriente/voltajes aplicados, sin necesidad de disponer de sistemas más costosos y complejos de almacenamiento y suministro de gases.

Para ello, el dispositivo que se preconiza comprende los siguientes elementos:

- un reactor electroquímico provisto de una cámara de reacción (que contiene un sustrato sólido mineral con, al menos, carbonato de calcio), al menos un ánodo y al menos un cátodo, los cuales se disponen separados físicamente, evitando contacto eléctrico,
- al menos, una fuente de alimentación, preferentemente una fuente de alimentación de corriente continua de baja potencia, de forma que el electrodo ánodo está conectado al borne positivo de dicha fuente de alimentación mediante un primer cable, y el electrodo cátodo está conectado a su borne negativo mediante un segundo cable,
- al menos, una primera conducción que conduce agua procedente del acuario hasta el

ánodo,

- al menos, una segunda conducción que conduce agua procedente de la cámara de reacción al acuario,

5 Así, la fuente de alimentación aplica una corriente que provoca la oxidación del agua del acuario en el ánodo, produciéndose protones que acidifican electrolíticamente el agua. Para ello, la fuente de alimentación puede presentar medios de regulación manual, medios de regulación programables y/o medios de control de remoto. La corriente aplicada por la fuente de alimentación es una medida de la velocidad a la que transcurre la reacción electroquímica
10 de oxidación del agua. Este parámetro puede ser regulado mediante la fuente de alimentación. Así, la densidad de corriente aplicada en electrodo ánodo es, preferentemente, entre 0 y 0,200 A/cm², donde la densidad de corriente se refiere al cociente entre la corriente aplicada por la fuente de alimentación y el área geométrica del electrodo, y es directamente proporcional a la concentración de las especies que se transforman sobre ese electrodo, es decir, a mayor
15 densidad de corriente, mayor velocidad en la reacción de electrólisis.

Pues bien, el agua así acidificada disuelve el sustrato sólido mineral (*Reactor Media*) contenido en la cámara de reacción y se libera al agua, al menos, iones Ca²⁺ e iones bicarbonato, de manera que el agua con iones Ca²⁺ e iones bicarbonato es retornada al
20 acuario a través de la segunda conducción. El sustrato sólido mineral puede encontrarse en múltiples formatos, tal como piedras, gránulos de distintos tamaños, pastillas, polvo o polvo compactado, siendo preferido el formato polvo ya que favorece el proceso de disolución.

Además de carbonato de calcio, el sustrato sólido mineral puede contener otros nutrientes tal
25 como nitratos, fosfatos, magnesio, estroncio, potasio, manganeso, níquel, zinc, vanadio, molibdeno, bromuro, yoduro y/o fluoruro.

El ánodo puede estar formado por cualquier electrodo químicamente estable en las condiciones de trabajo, como, por ejemplo, electrodos de óxido metálico mixto MMO (siglas de la expresión en inglés *Mixed Metal Oxide*), también conocidos como electrodos tipo DSA (siglas de la expresión en inglés *Dimensionally Stable Anode*, ánodo dimensionalmente estable), electrodos de un material carbonoso estable, como carbono vitrificado, o electrodos de diamante dopado con boro.
30

35 En cuanto a su configuración, el ánodo puede ser un electrodo plano, un electrodo circular,

un electrodo de rejilla, un electrodo hilado, un electrodo de metal expandido, un electrodo de espuma metálica o cualquier otra configuración que aporte un resultado equivalente.

En relación al cátodo, está integrado por cualquier material conductor que no modifique la composición del agua del acuario durante la reacción electroquímica, preferentemente, un material carbonoso (grafito, carbono vitrificado, diamante dopado con boro, etc.), o un material metálico (titanio, acero, cobre o níquel, o sus aleaciones, por ejemplo).

Por otro lado, la ubicación de los electrodos en el dispositivo puede variar de acuerdo con distintas realizaciones de la invención. Así, el ánodo puede estar dispuesto en el interior de la cámara de reacción, de forma que, por ejemplo, el sustrato sólido mineral (*Reactor Media*) esté en contacto físico con el ánodo, siendo necesario en esta variante de realización que el flujo de agua por la cámara de reacción sea lento para asegurar el tiempo de contacto necesario para la reacción entre el ácido producido en el ánodo y el sustrato sólido mineral.

Alternativamente, el ánodo se encuentra dispuesto en un depósito independiente de la cámara de reacción, de forma que el agua a acidificar por electrólisis pasa primero por el depósito independiente que contiene el ánodo, de manera que el agua se acidifica y posteriormente es conducida a la cámara de reacción, donde se produce la disolución del sustrato mineral.

El cátodo o cátodos puede estar dispuesto igualmente en el interior de la cámara de reacción, sin contacto con el ánodo, en el propio acuario o en un sumidero de filtración del mismo.

Preferentemente, en todas las variantes de realización anteriormente descritas en las que no hay separación con membranas entre los electrodos - es decir tanto si el cátodo está en la misma cámara de reacción, como en el acuario o en el sumidero - el área superficial del cátodo es, al menos, 10 veces superior al área superficial del ánodo, de forma que la densidad de corriente en el cátodo sea, al menos, 10 veces menor que la densidad de corriente en el ánodo. Esto hace que el consumo de protones que se da en el cátodo sea mucho menor que la producción de protones del ánodo, evitándose así la basificación en el entorno del cátodo. En este sentido, una basificación excesiva en el cátodo produciría un proceso de depósito de carbonato de calcio (que es la reacción inversa a la que se produce en el ánodo), tal y como ocurre en el dispositivo divulgado en el documento CN105660485B citado en el apartado de 'Antecedentes' de la presente memoria.

El dispositivo presenta un compartimento anódico donde se dispone el ánodo y un compartimento catódico donde se dispone el cátodo, estando ambos compartimentos separados por una membrana de intercambio iónico. Ventajosamente, al estar el compartimento del cátodo aislado del acuario por una membrana, las reacciones que ocurren en el cátodo no influyen en la composición química del agua del acuario.

Así, el dispositivo de la invención permite un aporte de alcalinidad carbónica y otros micronutrientes controlado, que no altera la composición química del agua del acuario, ya que con las configuraciones anteriormente descritas se evitan reacciones secundarias indeseadas de reducción del agua en el cátodo, las cuales afectarían a la composición y pH del agua del acuario. En los ejemplos de realización en los que el cátodo está dispuesto en el interior de la cámara de reacción, en el propio acuario o en un sumidero de filtración del mismo, las reacciones indeseadas en el cátodo que conllevarían una basificación en su entorno se evitan disminuyendo la densidad de corriente en el mismo mediante una adecuada relación entre la superficie del ánodo y cátodo; mientras que en el ejemplo de realización en que ánodo y cátodo se encuentran en compartimentos separados por una membrana, se evitan las reacciones indeseadas en el cátodo produciendo la reacción en el mismo fuera del acuario.

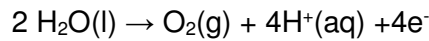
De manera opcional, el dispositivo puede comprender una o más bombas de impulsión para el trasiego de agua entre el acuario y el reactor electroquímico. También de forma opcional, el dispositivo presenta al menos una rejilla de material plástico en el interior de la cámara de reacción para la retención del sustrato sólido mineral.

Es objeto de la invención igualmente el procedimiento de producción de calcio, alcalinidad y micronutrientes mediante el dispositivo descrito, procedimiento que tal y como se ha detallado, está basado en la acidificación electrolítica de una corriente de agua, que se produce por oxidación anódica de agua al aplicar corriente eléctrica, y que comprende las etapas de:

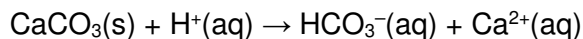
- Conducción de un flujo de agua procedente del acuario o del sumidero de filtración hacia el reactor electroquímico a través de una primera conducción mediante los medios de conducción necesarios, como, por ejemplo, la caída por gravedad a través de conductos, o más preferiblemente mediante el uso de una bomba de impulsión. El reactor electroquímico está provisto de un ánodo y un cátodo que se disponen sin contacto físico, así como de una cámara de reacción que contiene el sustrato sólido mineral (*Reactor Media*) con, al menos, carbonato de calcio.

- Circulación del agua a través de la cámara de reacción, con un caudal preferente entre 0 L/h y 1L/h por cada litro de volumen total de acuario, mientras que la fuente de alimentación aplica una corriente eléctrica, preferentemente con una densidad de corriente en el ánodo de entre 0 y 0,200 A/cm².

- Electrólisis del flujo de agua que atraviesa la cámara de reacción, de forma que en el ánodo se producen reacciones de oxidación del agua que generan oxígeno y protones que acidifican el entorno del electrodo:



- Disolución del sustrato sólido por el agua acidificada en la cámara de reacción. La reacción que se produce libera iones bicarbonato, calcio y otros minerales calcáreos que contiene el sustrato, siendo la reacción principal:



Así, el proceso de oxidación que tiene lugar en el ánodo provoca la acidificación del agua, de forma que el agua acidificada disuelve el sustrato sólido, enriqueciéndose en iones carbonato y bicarbonato, de forma que esta agua con mayor alcalinidad carbónica se aporta al acuario. La velocidad a la que se produce la disolución de las partículas del sustrato sólido contenido en la cámara de reacción depende de la corriente aplicada por la fuente de alimentación, de manera que el aporte de sales se puede regular de forma precisa mediante un control electrónico. Los electrodos se polarizan mediante la fuente regulable de corriente continua conectando el polo positivo al electrodo ánodo y el polo negativo a los electrodos cátodo. La electrolisis puede realizarse de forma galvanostática o a voltaje de celda constante. Preferiblemente la electrolisis es galvanostática, ya que permite un mejor control del procedimiento y una velocidad controlada de aporte de calcio.

- Retorno del agua enriquecida con iones Ca(II) e iones bicarbonato, entre otros micronutrientes, al acuario a través de una segunda conducción. Este retorno al cuerpo principal de agua del acuario o del sumidero puede hacerse empleando una bomba de impulsión o en una caída por gravedad.

En definitiva, el dispositivo y procedimiento de la invención presenta las siguientes ventajas respecto a los reactores convencionales:

- Se prescinde del uso de gas CO₂, lo que hace innecesario la regulación de flujo de gas y los componentes y mecanismos requeridos para la misma. Esto redundará en una simplificación del diseño y una disminución del coste.
- Permite la dosificación automática y precisa de minerales calcáreos mediante la regulación de la corriente aplicada y, por tanto, el control sencillo del sistema mediante un dispositivo electrónico.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para complementar la descripción que seguidamente se va a realizar y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con unos ejemplos preferentes de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, unas figuras en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La Figura 1.- Muestra un esquema del dispositivo de acuerdo con una primera realización de la invención.

La Figura 2.- Muestra un esquema de una segunda realización del dispositivo de la invención, en la que el ánodo se dispone en el interior de la cámara de reacción, la cual presenta una geometría tubular, y en la que el cátodo está configurado como una rejilla que se dispone en el acuario.

La Figura 3.- Muestra un esquema de una tercera realización de la invención en la que el dispositivo presenta un compartimento anódico y un compartimento catódico separados por una membrana de intercambio de iones, y que adicionalmente está provisto de un depósito auxiliar que forma un circuito hidráulico con el compartimento catódico.

EXPOSICIÓN DETALLADA DE MODOS DE REALIZACIÓN

A la vista de las figuras reseñadas puede observarse que el dispositivo de la invención parte de la estructuración que comprende los siguientes elementos:

- un reactor electroquímico provisto de una cámara de reacción (3), al menos un ánodo (4) y al menos un cátodo (5), los cuales se disponen separados físicamente, evitando contacto eléctrico,
- 5 - al menos, una fuente de alimentación (7) conectada mediante un primer cable (4') al ánodo (4) y mediante un segundo cable (5') al cátodo (5),
- al menos, una primera conducción (8) que conduce agua procedente del acuario (1) hasta el ánodo (4), y
- 10 - al menos, una segunda conducción (9) que conduce agua procedente de la cámara de reacción (3) al acuario (1),

donde la cámara de reacción (3) está provista de un sustrato sólido (6) mineral que va a generar los nutrientes durante su disolución, y que contiene, al menos, carbonato de calcio.

- 15 Así, desde el acuario o el sumidero del acuario se hace circular un flujo de agua (8') a través de la primera conducción (8) hacia el reactor electroquímico, preferentemente empleando una bomba de impulsión (2), como en la realización ilustrada en la figura 3.

20 De acuerdo con lo ilustrado en la figura 2, el ánodo (4) se dispone en la cámara de reacción (3), la cual presenta geometría tubular, sin embargo, se pueden seleccionar otros diseños para la cámara de reacción (3) basados en los diversos tipos de filtros de acuario: filtros de mochila, tipo *canister*, filtros internos, biorreactores, etc.

25 El electrodo ánodo (4) se conecta mediante el cable (4') al borne positivo de una fuente de alimentación (7) de corriente continua. Tras el paso del agua por el reactor, el flujo de salida del agua de retorno (9') se conduce de nuevo al acuario (1) o al sumidero a través de la segunda conducción (9). En las realizaciones ilustradas en las figuras 1 y 2, el cátodo (5) se ubica en el acuario (1) o sumidero, estando conectado el cátodo (5) a la fuente de alimentación (7) mediante el correspondiente cable (5').

30 Por otro lado, en la figura 3 se ilustra una realización alternativa en la que el ánodo (4) se dispone en un compartimento anódico (10), mientras que el cátodo (5) se dispone en un compartimento catódico (10'), estando ambos compartimentos separados por una membrana de intercambio iónico (11). Adicionalmente, el dispositivo cuenta con un depósito auxiliar (3'),

35 de forma que una tercera conducción (12) conduce el agua procedente del compartimento

anódico (10) a la cámara de reacción (3), una cuarta conducción (13) conduce el agua procedente del depósito auxiliar (3') al compartimento catódico (10') y una quinta conducción (14) conduce el agua procedente del compartimento catódico de nuevo al depósito auxiliar (3'). El circuito hidráulico formado por el depósito auxiliar (3') y el compartimento catódico (10')
5 está provisto de una válvula o salida de gases para la evacuación de los gases generados en el cátodo (5). El depósito auxiliar (3') contiene agua del acuario o cualquier disolución de agua con sales disueltas.

Tal y como se detalla en la figura 3, el dispositivo está provisto de una bomba de impulsión
10 (2) para el trasiego de agua entre el acuario (1) y el reactor electroquímico, así como de una segunda bomba de impulsión (2') para la circulación del agua a través del circuito hidráulico integrado por el compartimento catódico (10'), la cuarta conducción (13), el depósito auxiliar (3') y la quinta conducción (14).

REIVINDICACIONES

1ª.- Dispositivo de producción de calcio, alcalinidad y micronutrientes para acuarios marinos caracterizado por que comprende:

5

- un reactor electroquímico provisto de una cámara de reacción (3), al menos un ánodo (4) y al menos un cátodo (5), los cuales se disponen separados físicamente, evitando el cortocircuito, y de una cámara de reacción (3) provista de un sustrato sólido (6) mineral que contiene, al menos, carbonato de calcio,

10

- al menos, una fuente de alimentación (7) conectada mediante un primer cable (4') al ánodo (4) y mediante un segundo cable (5') al cátodo (5),
- al menos, una primera conducción (8) que conduce agua procedente del acuario (1) hasta el ánodo (4),

15

- al menos, una segunda conducción (9) que conduce agua procedente de la cámara de reacción (3) al acuario (1),

donde al aplicar la fuente de alimentación (7) una corriente eléctrica tiene lugar la oxidación del agua del acuario en el ánodo (4), produciendo protones que acidifican electrolíticamente el agua, de forma que el agua acidificada disuelve el sustrato sólido (6) contenido en la cámara de reacción (3) y libera al agua, al menos, iones Ca^{2+} e iones bicarbonato, de manera que el agua con iones Ca^{2+} e iones bicarbonato es retornada al acuario (1) a través de la segunda conducción (9); donde el dispositivo presenta un compartimento anódico (10) donde se dispone el ánodo (4), un compartimento catódico (10') donde se dispone el cátodo (5), una membrana de intercambio iónico (11) que separa ambos compartimentos [(10), (10')] y un depósito auxiliar (3'), de forma que una tercera conducción (12) conduce el agua procedente del compartimento anódico (10) a la cámara de reacción (3), una cuarta conducción (13) conduce el agua procedente del depósito auxiliar (3') al compartimento catódico (10') y una quinta conducción (14) conduce el agua procedente del compartimento catódico de nuevo al depósito auxiliar (3').

30

2ª.- Dispositivo de producción de calcio, alcalinidad y micronutrientes para acuarios marinos, según reivindicación 1ª, caracterizado por que la fuente de alimentación (7) aplica una densidad de corriente en el ánodo de entre 0 y 0,200 A/cm².

35

3ª.- Dispositivo de producción de calcio, alcalinidad y micronutrientes para acuarios marinos,

según reivindicación 1ª, caracterizado por que la fuente de alimentación (7) presenta medios de regulación manual, medios de regulación programables y/o medios de control remoto.

5 4ª.- Dispositivo de producción de calcio, alcalinidad y micronutrientes para acuarios marinos, según reivindicación 1ª, caracterizado por que el ánodo (4) está dispuesto en el interior de la cámara de reacción (3).

10 5ª.- Dispositivo de producción de calcio, alcalinidad y micronutrientes para acuarios marinos, según reivindicación 1ª, caracterizado por que el ánodo (4) está dispuesto en un depósito independiente de la cámara de reacción (3), de forma que el agua pasa primero por el depósito independiente para su acidificación y en segundo lugar el agua acidificada es llevada a la cámara de reacción (3).

15 6ª.- Dispositivo de producción de calcio, alcalinidad y micronutrientes para acuarios marinos, según reivindicación 1ª, caracterizado por que el circuito hidráulico formado por el depósito auxiliar (3') y el compartimento catódico (10') está provisto de una válvula o salida de gases para la evacuación de los gases generados en el cátodo (5).

20 7ª.- Dispositivo de producción de calcio, alcalinidad y micronutrientes para acuarios marinos, según reivindicación 1ª, caracterizado por que está provisto de una bomba de impulsión (2) para la circulación del agua a través de la primera conducción (8) y la segunda conducción (9) para el trasiego de agua entre el acuario (1) y el reactor electroquímico.

25 8ª.- Dispositivo de producción de calcio, alcalinidad y micronutrientes para acuarios marinos, según reivindicación 1ª, caracterizado por que está provisto de una bomba de impulsión (2') para la circulación del agua a través del circuito hidráulico integrado por el compartimento catódico (10'), la cuarta conducción (13), el depósito auxiliar (3') y la quinta conducción (14).

30 9ª.- Dispositivo de producción de calcio, alcalinidad y micronutrientes para acuarios marinos, según reivindicación 1ª, caracterizado por que el ánodo (4) está integrado por un electrodo de óxido metálico mixto (MMO), un electrodo de material carbonoso estable o un electrodo de diamante dopado con boro.

35 10ª - Dispositivo de producción de calcio, alcalinidad y micronutrientes para acuarios marinos, según reivindicación 1ª, caracterizado por que el ánodo (4) es un electrodo plano, un electrodo

circular, un electrodo de rejilla, un electrodo hilado, un electrodo de metal expandido o un electrodo de espuma metálica.

5 11^a.- Dispositivo de producción de calcio, alcalinidad y micronutrientes para acuarios marinos, según reivindicación 1^a, caracterizado por que el cátodo (5) está integrado por un material carbonoso o un material metálico.

10 12^a.- Dispositivo de producción de calcio, alcalinidad y micronutrientes para acuarios marinos, según reivindicación 1^a, caracterizado por que la cámara de reacción (3) presenta geometría tubular.

15 13^a.- Dispositivo de producción de calcio, alcalinidad y micronutrientes para acuarios marinos, según reivindicación 1^a, caracterizado por que el sustrato sólido (6) mineral se encuentra en forma de piedras, gránulos, polvo, polvo compactado o pastillas.

20 14^a.- Dispositivo de producción de calcio, alcalinidad y micronutrientes para acuarios marinos, según reivindicación 1^a, caracterizado por que el sustrato sólido (6) mineral contiene, nitratos, fosfatos, magnesio, estroncio, potasio, manganeso, níquel, zinc, vanadio, molibdeno, bromuro, yoduro y/o fluoruro.

15^a.- Dispositivo de producción de calcio, alcalinidad y micronutrientes para acuarios marinos, según reivindicación 1^a, caracterizado por que presenta, al menos, una rejilla de material plástico en el interior de la cámara de reacción (3) para la retención del sustrato sólido (6).

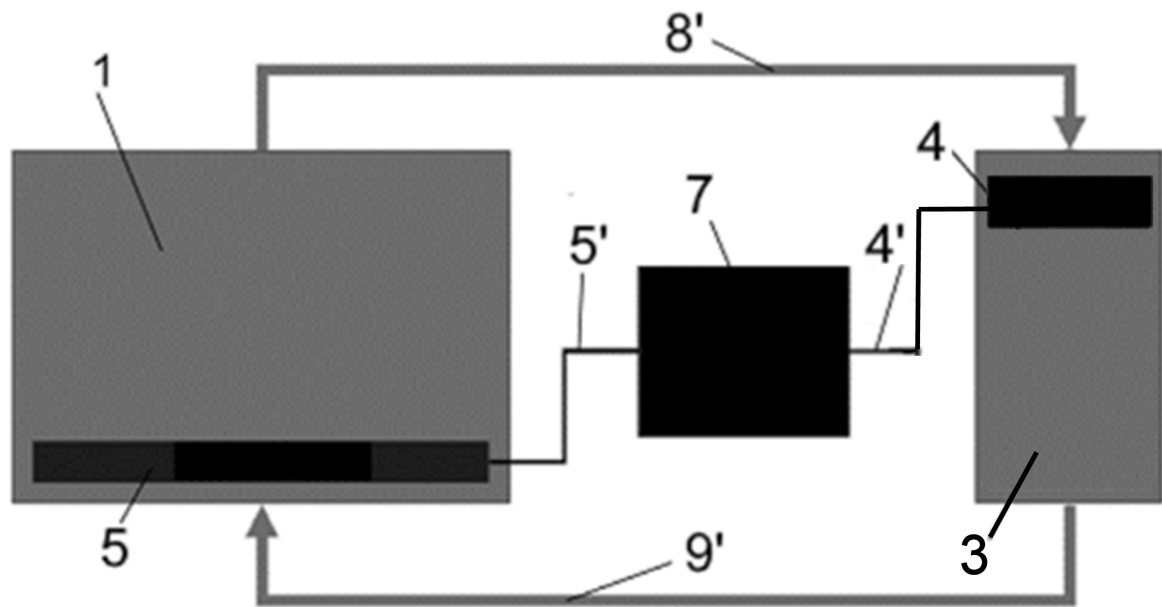


FIG. 1

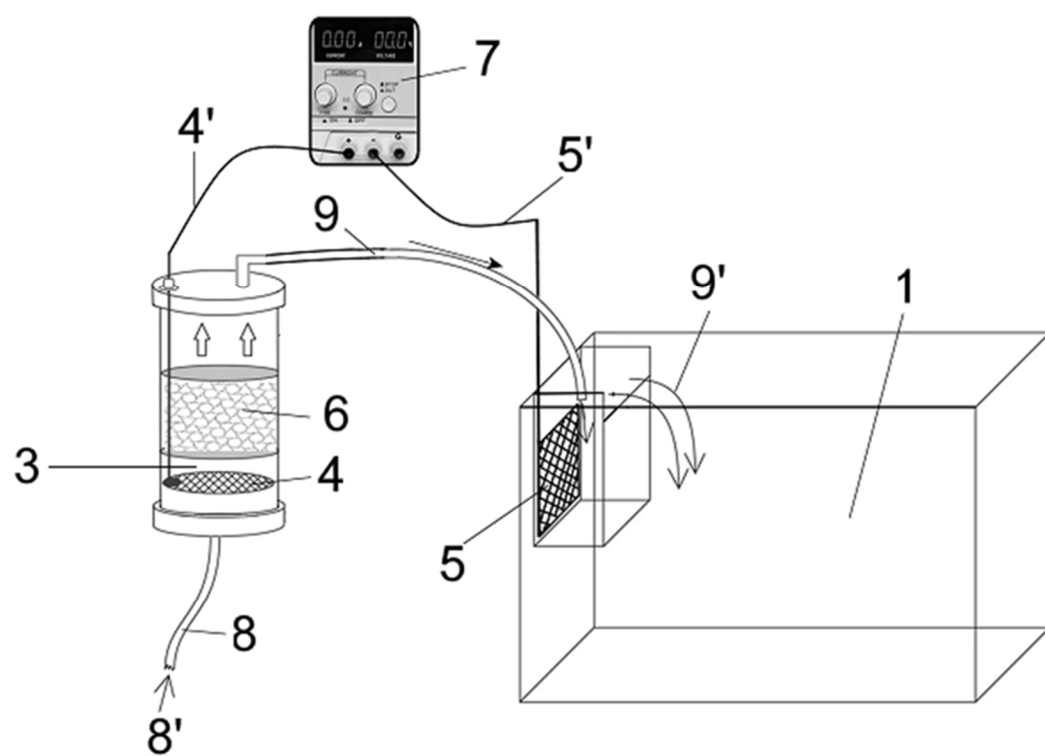


FIG. 2

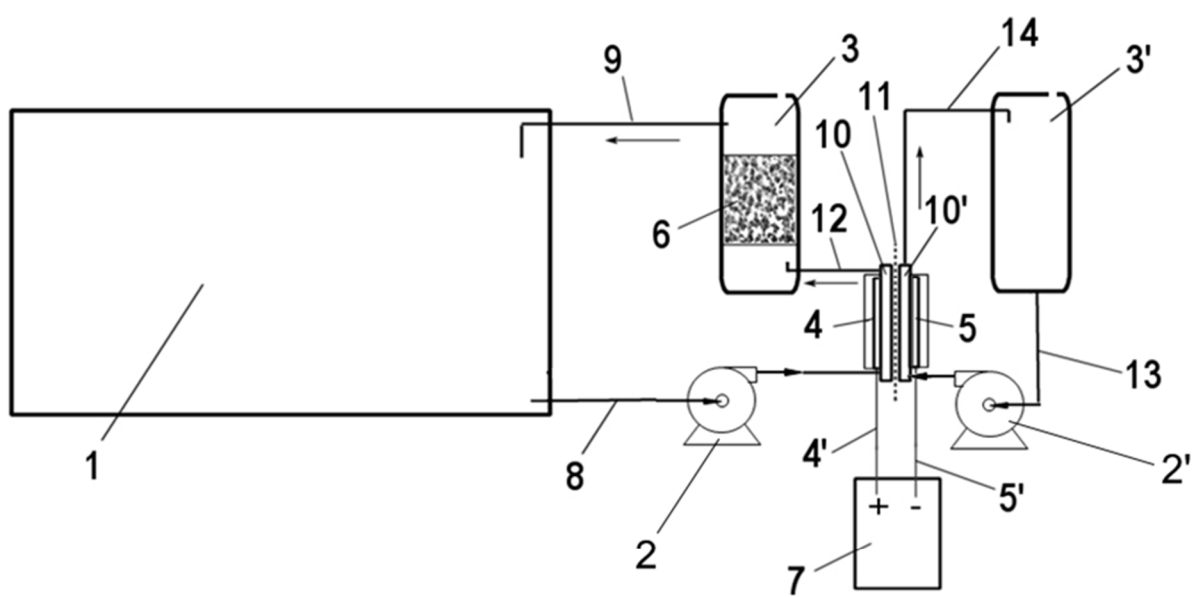


FIG. 3